

ФГБУВПО «Мурманский государственный
технический университет»

«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2012

(2 -6 апреля 2012 г.)

*(МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ)*

**Мурманск
2012**

«Наука и образование - 2012 [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2 - 6 апреля 2012 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. – Электрон. текст. дан. (Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. - 1 опт. Компакт-диск (CD-ROM). - Систем. требования: PC не ниже класса Pentium II 128 Mb RAM; свободное место на HDD 130 Мб; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше; Международная научно-практическая конференция «Наука и образование - 2012»». - Электрон. текст подгот. ФГОУВПО «МГТУ». - НТЦ «Информрегистр» № 0321201101.

Печатается в авторской редакции

НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР» № 0321201102

©ФГБУВПО «Мурманский государственный технический университет», 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	25
ОБУЧЕНИЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Емельянов В. Е.	26
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АУДИРОВАНИЮ	
Лебедь Н. Л.	30
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	
Луковкин С. Б., Хохлова Л. И.	35
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПЕРЕВОДУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ	
Пашковская Н. Д.	41
ИНТЕГРАЦИЯ ОЧНОЙ И ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВУЗАХ.	
Розова А. М.	45
РОЛЬ КЕЙС-МЕТОДА В ФОРМИРОВАНИИ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА, ОБУЧАЮЩИХСЯ ДИСТАНЦИОННО	
Малаева А. В.	48
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ	51
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ	
Оспанова А. О., Кошкинбаева М. Ж., Бердиева М. А.	52
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ	
Бычкова С. М.	57
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ВОЗБУЖДАЮЩЕЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ МПУ НАКЛАДНОГО ТИПА	62
Карпухин Э. В., Дюдюкин А. А., Илюхин К. Н.	62
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КЛАССОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ	
Карышев А. А.	67
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГПА С ДВУХВАЛЬНОЙ ГТУ МЕТОДОМ МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ С УЧЕТОМ ЗАПАЗДЫВАНИЯ	
Карышев А. А.	71
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАПАЗДЫВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ГПА С ДВУХВАЛЬНОЙ ГТУ	

Карышев А. А.	76
О ТЕОРИИ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПАРОГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА	
Коледин В. В.	81
ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ ПОЛУЧЕННОЙ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ	
Лобейко В. И., Поляков С. В., Старусев А. В.	84
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА	
Маслобоев А. В.	87
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРУ	
Маурчев Е.А., Балабин Ю. В., Вашенюк Э. В., Гвоздецкий Б. Б.	92
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ “СТРУКТУРА – АКТИВНОСТЬ” В РЯДУ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОТРИЕН А4-ГИДРОЛАЗЫ.	
Таипов И.А., Хома В.К. , Валитов А.Г. , Хайруллина В.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. ...	97
УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА С ФОРМИРОВАТЕЛЕМ ИМПУЛЬСОВ, ЗАПОЛНЕННЫХ ЗАТУХАЮЩИМИ КОЛЕБАНИЯМИ	
Юмагулов Н. И., Юмагулов Д. И.	102
К ВОПРОСУ О СПЕКТРАЛЬНОМ СОСТАВЕ ГЛАСНЫХ ЗВУКОВ	
Голубинский А. Н., Гущина А. А.).....	107
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ДВУХВАЕРНОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ МАНЕВРЕ СУДНА	
Альтшуль Б. А. (г.Калининград, КГТУ, кафедра высшей математики).....	112
РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИАЛЛИЛИЗОФТАЛАТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СВОБОДНОГО ОБЪЕМА	
Фаттахов М.Н., Исмаилов Р.Р., Шакирьянов Э.Д.	114
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗА И ПРЭСНОЙ ВОДЫ ИЗ ГИДРАТНЫХ ВАЛУНОВ	
Чиглинцева А. С., Кунсбаева Г. А.	119
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ КЛИНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИПОТЕТИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЫГРУЗКИ ДЕГРАДИРОВАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	
Наумов А. В.	123
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
	128
ОСОБЕННОСТИ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В МОНЧЕГОРСКОМ, МОНЧЕТУНДРОВСКОМ И ФЕДОРОВО-ПАНСКОМ ИНТРУЗИВАХ (Кольский полуостров).	

Нерадовский Ю. Н.	129
ДИСКОНФОРМНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ГРАНИЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА	
Пожиленко В. И.	134
ПРОБЛЕМЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ НА ЗАПАДНОМ ФЛАНГЕ АРКТИЧЕСКОГО СЕКТОРА РОССИИ	
Скуфьин П. К.	139
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ Ti-Zr МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЗЕМЛЕПАХТИНСКОЙ СВИТЫ П-ОВА СРЕДНЕГО (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)	
Чикирёв И.В., Сушков А.В., Басалаев А.А.	144
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ Ti-Zr МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЗЕМЛЕПАХТИНСКОЙ СВИТЫ П-ОВА СРЕДНЕГО (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)	
Чикирёв И.В., Сушков А.В.1, Басалаев А.А.2, Басалаева В.И.2, Орешкова Н.Г.2, Калачева А.Б.2	147
ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ЗОН КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННОГО ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНДИКАТОР ЭВОЛЮЦИИ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ(НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ОЗЕРНАЯ ВАРАКА)	
Козлов Е. Н.	151
ВОЗМОЖНОСТЬ УЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАНТИИ В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	
Мартынов Е. В., Козлов Н. Е., Сорохтин Н.О.	157
ЖИЛЬНЫЕ ПОРОДЫ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОНЧЕГОРСКОГО ПЛУТОНА И ИХ ОКСИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ	
Рундквист Т. В. ¹ , Мокрушин А. В., Мирошникова Я. А., Базай А. В., Савченко Е.Э.	162
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОЛЯРНОЙ АТМОСФЕРЕ	
Балабин Ю. В., Германенко А. В., Гвоздевский Б. Б., Вашенюк Э. В.)	168
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ NmF2 и ТЕС В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ МАГНИТНОЙ БУРИ 15-20 АПРЕЛЯ 2002 ГОДА	
Ботова М.Г., Намгаладзе А.А.	173
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ	
Беллушко К. Е.	177
ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В АРКТИКЕ	
Виноградов Ю. А.	182
К ФОРМИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ТОКОВ В РАЗРЫВЕ ХАРАНГА	
Волков М.А.	187

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И СКОРОСТИ В СЛОИСТОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ	
Рожков А. С.	191
АНАЛИЗ КАРТ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЕРЕД СЕЙСМИЧЕСКИМИ СОБЫТИЯМИ 2005-2010 ГОДОВ: ПОИСК ИОНОСФЕРНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	
Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А., Лопатий В. З., Старикова Н. А.	196
СРЕДНЕШИРОТНАЯ ЛЕТНЯЯ НОЧНАЯ АНОМАЛИЯ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ: ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ UAM И ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ IRI	
Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А.	200
О ВОЗМОЖНОЙ ПРИРОДЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗОНЫ ПРОЛИВА СТУР-ФИОРД	
Фёдоров А. В., Асминг В. Э., Евтюгина З. А.	204
О ВАРИАЦИЯХ ПЭС ИОНОСФЕРЫ ПЕРЕД НЕКОТОРЫМИ НЕДАВНИМИ СИЛЬНЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ	
Золотов О.В., Прохоров Б.Е.	208
ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ БАЗОВЫХ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	210
ЕДИНЬЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН КАК ИНСТРУМЕНТ ОТБОРА АБИТУРИЕНТОВ ПРИ ЗАЧИСЛЕНИИ В ВУЗ	
Власова С. В.	211
МОНИТОРИНГ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ	
Адеев С.А.	216
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКО – ОРИЕНТИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ	
Корнев К. П. , Шушарина Н. Н., Корнева И. П.	221
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАЗНОЙ СЛОЖНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	
Корнев К.П.	224
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	
Крукович Н. П., Куценко С. С.	228
ИНФОРМАЦИОННО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА	
Куценко С. С.	230
ЗАДАЧИ ОБУЧЕНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ НА ТРЕНАЖЕРАХ	
Ремезовский В. М.	232

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН	
Чернова О.В.	235
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	
Шиян А. Ф.	240
Шиян Н. В., Лукоянова Л. В.	240
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН	
Шиян А. Ф., Шиян Н. В., Мартынова Е. В.	243
ХИМИЯ.....	248
ИЗУЧЕНИЕ КИСЛЫХ СУЛЬФИТНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОСКОПИИ	
Васёха М.В.....	249
ХЛОПРОИЗВОДНЫЕ 7,8-БЕНЗО-5,6-ДИГИДРО(4Н)СЕЛЕНОХРОМЕНА - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ	
Хайруллина В. Р., Ильина Е. А., Герчиков А. Я., Древки Я. Б., Древки Б. И.	253
ВЛИЯНИЕ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ НА КОАГУЛЯЦИЮ ПРИ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЕВЫХ НУЖД	
Ничемержина Т.В., Реут К.В., Теслюк Д.А.	257
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИЙ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТА ИЗ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ СЁМГИ	
Порцель М. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н.	261
МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ХОДЕ ГИДРОЛИЗА ТКАНЕЙ ГИДРОБИОНТОВ	
Рысакова К. С., Лыжов И. И.	264
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТИНА	
Сагайдачный В.А., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю., Кучина Ю.А., Коновалова И.Н.....	267
СЕЛЕКТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ С ВЕЩЕСТВАМИ НЕПОЛЯРНОЙ ПРИРОДЫ	
Степанова Н. В., Зайцева М. В.	272
АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВЫХ АДСОРБЕНТОВ	
Степанова Н. В.	273
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ЖИДКОСТЕЙ ПЕРФОРАЦИИ	
Деркач С. Р., Мотылева Т. А., Берестова Г. И., Лавринюк Е. Н.....	275

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	280
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД	
Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Павлова А. Л., Федорова О. А.	281
ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЕРМИКУЛИТА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИМИ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ КЛЕТКАМИ	
Губкина Т. Г. , Беляевский А.Т., Фокина Н.В., Маслобоев В. А.....	285
ТОКСИЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКАХ СЕВЕРНОГО ПОДМОСКОВЬЯ	
Иванёха Е. В., Митрофанова М. М.....	287
ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (Г. ДМИТРОВ, ПОДМОСКОВЬЕ)	
Иванёха Е. В., Потапова Е. А.....	292
ТРАНСФОРМАЦИЯ АЗОТНЫХ ФОРМ В ПРОЦЕССЕ АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА	
Павлова А.Л., Федорова О.А.	296
АНАЛИЗ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОССИИ И ЕВРОПЕЙСКОМ СООБЩЕСТВЕ	
Сташкевич Т. В., Главинская Л. Т.....	299
ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДОЗЫ ИЛА В КАЧЕСТВЕ БИОФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	
Углова Н.В., Васильева Ж.В.	304
КОМПОСТИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ДОБАВЛЕНИЕМ МОРСКИХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ FUCUS VESICULOSUS	
Яшкина А. А., Плотникова Е. А., Павлова А. Л., Федорова О. А., Степанова Н. Л.)	308
БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ.....	312
БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ	
Анохина В. С.	313
МАРИКУЛЬТУРА КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ МОРСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕГИОНЕ	
Анохина В. С.	317
ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЛАСТОНОГИМИ СОДЕРЖАЩИМИСЯ В УСЛОВИЯХ ОКЕАНАРИУМА И РАЗЛИЧЕНИЕ НАСТОЯЩИМИ ТЮЛЕНЯМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР С ИЗМЕНЕННОЙ ПЛОЩАДЬЮ КРЕСТА	
Березина И.А., Калинин А.М. , Клапатюк А.М.	319
ВЫРАБОТКА У СЕРЫХ ТЮЛЕНЕЙ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ НА ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.	
Литвинов Ю. В.	322

СТРУКТУРА ПОЯСА SACCHARINA LATISSIMA ГУБЕ ЗЕЛЕНЕЦКАЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
Малавенда С. В., Макаров М. В.	326
ГОДОВАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ ЛИТОРАЛЬНЫХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
Малавенда С. С.	329
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ МУРМАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ НА СТАДИИ ЗАВЕРШЕНИЯ ВЕГЕТАЦИИ	
Тюкина О. С.	332
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЛИТОРАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Афончева С.А., Малавенда С.С., Кравец П.П.	335
РУЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В ОЗЕРАХ БАССЕЙНА РЕКИ КОЛА	
Блохина А.С.	339
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕРСКОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОВОДСТВА	
Калинина Н.Р., Гольфанд И.Я.	341
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ВОДОЕМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ФОРЕЛИ	
Калинина Н. Р.	343
РЕСУРСЫ ЛИТОРАЛЬНЫХ МИДИЙ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА	
Кравец П. П.	346
ГЕНОТИПИРОВАНИЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ (GADUS MORRHUA MORRHUA) БАРЕНЦЕВА МОРЯ ПО ЯДЕРНОМУ ЛОКУСУ PANI	
Макеев Г.А.	350
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАЗИТОФАУНЫ РАКООБРАЗНЫХ СЕМЕЙСТВА GAMMARIDAE В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ МУРМАНА	
Маслич М. А.	353
К ВОПРОСУ О РАЙОНАХ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИМАНДЫ (LIMANDA LIMANDA L., 1758) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ	
Стецько А. В.	357
ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.....	359
USE OF BIOSURFACTANT PREPARATION OF RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS IMV Ac-5017 FOR OIL POLLUTED WATER REMEDIATION IN PRESENCE OF Cu ²⁺	
Sofilkanych A. P., Filyuk I. V., Shevchuk T. A., Pirog T. P.	360
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД.....	363
Макаров Д. В., Нестеров Д. П. Светлов А. В., Корнева Е. А., Баюрова Ю. Л.	363

ФИНАНСОВАЯ ОЦЕНКА ВСЕХ ЭТАПОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ (СБОР, НАКОПЛЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА, РАЗМЕЩЕНИЕ) ДЛЯ Г.О. АПАТИТЫ С ПОДВЕДОМСТВЕННОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ, Г.О. КИРОВСК С ПОДВЕДОМСТВЕННОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ (МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)	
Вишневецкая О.А., Маслобоев В.А. (г.Апатиты, АФ МГТУ, ИППЭС КНЦ РАН)	368
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА НА СЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕРРИТОРИИ Г. МУРМАНСКА	
Дроздова Е.И., Смирнов Ю.Ю.....	371
РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА	
Евтюгина З. А.	376
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОРЕАЛЬНЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА BUCCINIDAE В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ АКВАТОРИЯХ	
Захаров Д. В.....	381
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСЫПНОГО ГРУНТОВОГО СООРУЖЕНИЯ	
Калашник Н. А.	386
THYMUS MORPHOLOGY AT EARLY ONTOGENETIC STAGES OF ATLANTIC COD, GADUS MORHUA L.	
Kozyrenko E.A., Salmova N.A., Zhuravleva N.G.....	389
ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ НОРМЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК РЫБ	
Ларина Т. М., Журавлёва Н. Г.	392
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСНИЧНЫХ ЧЕРВЕЙ СЕМЕЙСТВА STENOSTOMIDAE ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ	
Минченко Е. Е.	395
БИОТЕСТИРОВАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФУЗОРИИ PARAMESCIUM CAUDATUM	
Минченко Е. Е., Пахомова Н. А.	399
ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ <i>MASOMA BALTHICA</i> (L) ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Пахомова Н.А., Зашихина М. В.....	405
ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ-ГЕТЕРОТРОФОВ В СЕННОМ НАСТОЕ	
Пахомова Н. А., Минченко Е. Е.	409
СТРОЕНИЕ ПЕЧЕНИ И ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ	
Салмова Н. А., Журавлева Н. Г.	413

ИЗМЕНЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЭПИДЕРМИСА АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ, <i>GADUS MORHUA</i> L., В ОНТОГЕНЕЗЕ	
Ишкова Е. А., О. Оттесен, А. Амин	417
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ РЫБЫ ЧИСТИЛЬЩИКА РАДУЖНОГО ГУБАНА (<i>LABRUS BERGYLTA</i>)	
Щепак Л. В, Журавлева Н. Г. (.....	422
ВИДЫ КОЛОКОЛЬЧИКА ИЗ СЕМЯН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В МУРМАНСКЕ	
Горбунова С. И. (.....	426
ЛИЛЕЙНИК ГИБРИДНЫЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ	
Горбунова С. И.	431
ВЫРАЩИВАНИЕ БУКВИЦЫ КРУПНОЦВЕТКОВОЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ	
Горбунова С. И.	435
ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН АРНИКИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ	439
Горбунова С. И.	439
Экологические тенденции динамики запасов основных промысловых гидробионтов Баренцева моря в условиях изменчивости климата	
Шатохин Б. М., Клочков Д. Н.	441
МИКРОБИОЛОГИЯ.....	442
INTENSIFICATION OF SURFACTANT SYNTHESIS OF <i>ACINETOBACTER CALCOACETICUS</i> IMV B-7241 ON ETHANOL IN PRESENCE OF CITRATE AND FUMARATE	
Konon A. D., Chebotaryova K. V., Shevchuk T.A., Pirog T.P.	443
ОЦЕНКА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЯСА ОЛЕНЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА	
Туршук Е. Г., Меднова Т. В.	448
ПИКОЦИАНОБАКТЕРИИ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В ПЕРИОД ПОЛЯРНОЙ НОЧИ	
Луценко Е.С., Москвина М.И.	450
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ СЕВЕРНОГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Литвинова М.Ю.....	456
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СРЕДНЕГО И РЕКИ КОЛА	
Блинова Е. И.	460
САНИТАРНО-ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗА ОБЪЕКТАМИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В МУРМАНСКЕ И КОЛЬСКОМ РАЙОНЕ	
Мишинева З. Р.	463
БИОИНДИКАТОРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОСИСТЕМ	

Осауленко В.Е., Николаев А.В.	465
ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ СВОЙСТВО ГЕОСИСТЕМ	
Осауленко В. Е.	468
ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ СВОЙСТВО ГЕОСИСТЕМ	
Осауленко В.Е.	472
ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НА БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПЛАНКТОН И БЕНТОС КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Барышникова Н. В., Павлова М. А.	476
БАКТЕРИОБЕНТОС ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Барышникова Н. В.	481
СТРУКТУРА ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИОПЛАНКТОНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Павлова М. А.	486
КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПОВЕРХНОСТИ РЫБ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	
Перетрухина А. Т., Блинова Е. И.	491
БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ ПРОМЫСЛОВОЙ БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ ГОЛОТУРИИ CUCUMARIA FRONDOSA	
Быкова А. В. (.....	497
БИОХИИЯ И МЕДИЦИНА	503
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ПЕРИОДОНТИТА	
Березин К. А., Блашкова С. Л., Старцева Е. Ю.	504
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ДЕСТРУКТИВНЫМИ ФОРМАМИ ХРОНИЧЕСКОГО ПЕРИОДОНТИТА С МЕСТНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТА «ВЮСАЛЕХ»	
Березин К. А., Блашкова С. Л., Старцева Е. Ю.	506
ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЖЕНЩИН С ОСЛОЖНЕННЫМ ТЕЧЕНИЕМ БЕРЕМЕННОСТИ.	
Блашкова С. Л., Абзалова С. Л.	510
ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТВОРЕНИЯ ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ «ИНДОМЕТАЦИН – ТРОМЕТАМОЛ»	
Жнякина Л. Е.	512
ВЫДЕЛЕНИЕ И СВОЙСТВА ГИАЛУРОНИДАЗ ИЗ МОЛОК ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО БАССЕЙНА	
Рысакова К. С. 1,2, Лыжов И. И.1	517
ЗНАЧИМОСТЬ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДЕФИЦИТА ЖИЗНЕННО НЕОБХОДИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ СЕВЕРЯН	
Волкова Е. В.1, Щербакова И. М.2.....	519

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ КУРСАНТОВ 2 КУРСА
СУДОВОДИТЕЛЬСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГТУ ПО АНАЛИЗУ НЕКОТОРЫХ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Ключко Е. В., Кривенко О. Г.523

ЖЕЛЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ. ЭТИОЛОГИЯ, ПРИЗНАКИ, ПРОФИЛАКТИКА (ОБЗОР)

Кривенко О. Г.525

ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И ПЕЧЕНИ ФОРЕЛИ

Овчинникова С. И., Михнюк О. В.529

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУМЖИ ДЛЯ
ПЕРИОДА НАГУЛА

Овчинникова С.И., Игумнов Р.О.531

ТИОЛОВЫЕ ЯДЫ И ИХ АНТИДОТЫ

Пашкина О.И., Овчинникова С.И.533

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ДРЕВЕСНЫМИ
РАСТЕНИЯМИ (ОБЗОР)

Шашкова Е. В., Падалко В. В.535

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОД КОЛЬСКОГО
ЗАЛИВА

Овчинникова С. И., Широкая Т. А.537

ИСТОРИЯ И ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА АНТАРКТИЧЕСКОГО
КРИЛЯ

Шкуратов П.П.541

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ СИСТЕМА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Шкуратова Е.Б.542

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ВОД ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
(ОБЗОР)

Дубогрызова544

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБТОНТОВ И
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ.....546**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «ПУНКТИРНОГО» ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДЛЯ
ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ И ВЯЛЕНИЯ РЫБЫ

Глазунов Ю. Т. , Ершов А. М., Ершов М. А., Похольченко В. А., Селяков И. Ю.,547

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОЁМКОСТИ МОЛОКА В УСЛОВИЯХ
КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР

Голубева О. А., Борыгина Л. М.551

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ
ЭНЕРГОАУДИТЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ

Власов А. Б., Шокина Ю. В., Аллюяров К. Б., Костюк Р. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра
технологии пищевых производств, кафедра электрооборудования судов)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА	
Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В.	557
ВЫБОР НАИБОЛЕЕ УДОБНОЙ МОДЕЛИ РЫБООХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ МОРСКОЙ ВОДЫ ЧЕРЕЗ СЛОЙ РЫБЫ В БУНКЕРЕ ЭТОЙ МОДЕЛИ	
Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г.	562
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ ШКАФОВ-ВИТРИН В РЫБНОМ СУПЕРМАРКЕТЕ ФИРМЫ ОАО «НОРД-ВЕСТ ФК» В 2005 ГОДУ	
Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г.	567
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ НОВЫХ ВИДОВ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ: ПИЦЦА «ПОРФИРА», БУРЕКИ «СЕВЕРНЫЕ», ПТИФУРЫ «МУРМАНСКИЕ»	
Телицына М. А.	571
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОСАЛИВАНИЯ МЕЛКОЙ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ «ЖЕСТКОСТЬ ПОСОЛА»	
Гроховский В. А., Дьяков А. В., Волченко В. И. (.....)	573
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТУЗЛУЧНОГО ПОСОЛА РЫБЫ ВО ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ	
Дьяков А.В., Глазунов Е.А.	577
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКЭ	
Завальнюк В. В., Иваней А. А.	580
ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НОВЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЦЕНТРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ МГТУ	
Швейкина К. С., Молчановская Т. И., Куранова Л. К., Гроховский В. А.	582
РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ	
Кайченев А. В., Гроховский В. А., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Куранова Л. К. ..	584
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ «ПЕЧЕНЬ ТРЕСКИ НАТУРАЛЬНАЯ»	
Кайченев А. В., Гроховский В. А., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Куранова Л. К.	588
ОЦЕНКА РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОГО ШКАФА ПО РАСХОДУ ХОЛОДА И ЗАТРАТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ХОЛОДИЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ И ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНЫХ ПРОДУКТОВ	
Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г.	593
РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХОЛОДИЛЬНОГО ШКАФА-ВИТРИНЫ ОТ ВОЗДУХООБМЕНА И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНЫХ ПРОДУКТОВ	
Петров Б.Ф., Кобылянский И.Г.	597

СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАНЯЕМОСТИ МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МОРОЖЕНОЙ РЫБЫ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ) В ХОЛОДИЛЬНОМ ТОРГОВОМ ОБОРУДОВАНИИ	
Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г.	604
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НОВЫХ ВИДОВ КОНСЕРВОВ-ПАШТЕТОВ ИЗ САЙКИ	
Ефремова А. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К.	610
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЕЧЕНИ И СЕРДЦЕ ОДОМАШНЕННОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ	
Туршук Е. Г., Лобода Е. А.	615
БИОТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	
Мезенова О. Я., Ключко Н. Ю., Байдалинова Л. С., Доминова И. Н., Ташина Е. В., Матковская М. В., Землякова Е. С.	620
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИОЭКСТРУЗИИ КАК СПОСОБА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ	
Голубева О. А., Насонова Е. С.	624
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПАШТЕТНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КОНСЕРВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ И ЕЁ ЖИРА (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)	
Куранова Л. К., Швейкина К. С., Волченко В. И.	627
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА	
Никонова А. С., Иваней А. А.	632
ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫПУСКА КОПЧЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ КОНСЕРВОВ	
Похольченко В.А., Ершов М.А., Аминов В.А., Корчунов В. В.	636
СЕПАРАТОРЫ ALFA LAVAL И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ИМИТИРОВАННОЙ ЧЁРНОЙ ИКРЫ.	641
Плешкова Р. А., Голубева О. А.	641
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ-ПАШТЕТОВ ИЗ ТРЕСКОВЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБОГАЩЁННЫХ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЁМ	
Ефремова А. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К., Комарова Л. Н., Гиниатуллина Е. Р.	645
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЯГКИХ РЕЖИМОВ КОПЧЕНИЯ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ КОНСЕРВОВ	
Николаенко О. А., Куранова Л. К., Петрова И. Б.	650
РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА	
Табакаева О. В., Каленик Т. К.	656

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО	
Шокина Ю. В., Обухова Н. Е., Щетинский В.В., Порцель М.Н.....	661
РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО	
Шокина Ю. В., Обухова Н. Е., Щетинский В. В.....	669
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ В ВАКУУМНОЙ УПАКОВКЕ	
Шокина Ю. В., Апарин В. В., Божовская Я. И. Казакова С. И., Кирсанова А. К.....	676
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР РЫБНЫХ МУЧНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАТА КОЛЮЧЕГО	
Шокина Ю. В., Шлапак С. В.	679
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР РЫБНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ «САЛАТЫ ЗАПРАВЛЕННЫЕ И НЕЗАПРАВЛЕННЫЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО	
Шокина Ю.В., Саенкова И.В.	682
СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ	
Шаповалова Л. А., Федотова М.В.	684
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	
Бражная И. Э., Быкова А. Е., Корчунов В. В.....	688
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ ИЗ МОЙВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ	
Николаенко О. А., Куранова Л. К., Уманец Ю. В.....	694
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ РЫБ СЕМЕЙСТВА ТРЕСКОВЫХ	
Куранова Л. К., Николаенко О. А.....	698
РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНЫХ ОТХОДОВ ПОСРЕДСТВОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ КОСТНОЙ ПАСТЫ	
Мальшева Е. В., Куранова Л. К., Гроховский В. А.	702
ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ	704
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ТОКУ, ПОТРЕБЛЯЕМОМУ СТАРТЕРОМ ПРИ ПРОКРУТКЕ ДВИГАТЕЛЯ	
Бабошин А.А., Малышев В.С.	705
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ ВО ВПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ	
Бабошин А. А., Малышев В. С.	710
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ В ВЫПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ	

Бабошин А.А., Малышев В.С.	714
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ДАВЛЕНИЕ ВО ВПУСКНОМ И ВЫПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРАХ ДВИГАТЕЛЯ	
Бабошин А. А., Малышев В. С.	717
НЕОБХОДИМОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ЕГО ИССЛЕДОВАНИИ	
Ветлужских С. Ю.	723
К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)	
Милякова Л. В., Смирнова Н. В.	728
ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗОВ В ПОРТУ МУРМАНСК	
Фофанова А. Ю. (я).....	732
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ Г. МУРМАНСК	
Гусев Е. С., Малышев В. С.	736
БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ	741
К ВОПРОСУ О ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ	
Анисимов А.Н., Анисимов А.А.	742
ДИНАМИКА НАВИГАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ В РАМКАХ ТЕОРИИ ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР	
Лохов С. С., Меньшиков В. И.	746
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИЙ НА СУДАХ РЫБОЛОВНОЙ КОМПАНИИ С ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА	
Захаров А., В., Пасечников М. А., Меньшиков В. И.	750
ОЦЕНКА УПРАВЛЯЕМОСТИ БУКСИРУЕМОГО СУДНА В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ	
Каян В.В.	755
СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ШВАРТУЮЩИЕСЯ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО МОРЯ СУДА	
Орлыченко В. А, Юдин Ю. И.	758
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ХАРАКТЕРЕ ДВИЖЕНИЯ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ	
Петров С.О.....	765
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ МОРЕПЛАВАНИЯ	
Смирнов А. Ж.	770

ФОРМАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВ	
Смирнов А. Ж.	775
К ВОПРОСУ О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ	
Смирнов А. Ж.	778
Смирнова Н. В.	778
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ШВАРТОВКИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ	
Холичев С.Н.	782
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ДВУХВАЕРНОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ МАНЕВРЕ СУДНА	
Альтшуль Б. А.	786
К ВОПРОСУ О ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ	
Меньшиков В.И., Анисимов А.Н., Анисимов А.А., Бутаков А.А.	788
СОВРЕМЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПЛАВАНИЯ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ МОРСКИХ ГОСУДАРСТВ. ПРИМЕНЕНИЕ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ, ПРОЕКЦИИ ТИПА МЕРКАТОРА И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДАННОГО ГОСУДАРСТВА	
Санаев А. И., Санаев Я. М. (<i>г. Санкт-Петербург, СПГУТД СЗИП</i>)	792
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСТРОФИЧЕСКОГО ВЕТРА НА ВЫСОТЕ 1000 МЕТРОВ ОТ УРОВНЯ МОРЯ, ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ, НАЧИНАЯ С ШИРОТЫ 40° И ВЫШЕ	
Санаев А. И., Санаев Я.М.	804
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ГЛУБИНЫ ПРИ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ ПРОМЕРЕ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ДЛЯ МОРСКИХ КАРТ, ИЗДАННЫХ ДАННЫМ ГОСУДАРСТВОМ, В ПРИНЯТОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ (ЧАСТИЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАДЕЖНОГО МЕСТА СУДНА НА БУМАЖНОЙ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ ДАННОГО ГОСУДАРСТВА)	
Санаев А. И.	809
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУДНА.	
Поздняков С. И.	814
ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КОМПАНИИ	
Бражный А. И., Суслов А. Н., Меньшиков В. И.	816
СЕТЬ, ЗАКРЕПЛЕННАЯ НА ОБРУЧЕ	
Недоступ А. А., Павленко А. А., Ражев А. О.	820

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА ВО ВРЕМЯ ПОГРУЖЕНИЯ ПРИ УСЛОВИИ ВЛИЯНИЯ ПОДВОДНОГО ТЕЧЕНИЯ	
Недоступ А. А., Наумов В. А.	825
АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ.....	829
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ПАНЕЛЬЮ ОПЕРАТОРА «ОВЕН» СП-270 в ходе проектирования стерилизационной установки Авк-30м	
Власов А.В., Власова А.Р., Кайченев А.В., Маслов А.А.	835
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В стерилизационной камере автоклава НА ЭТАПЕ ПРОДУВКИ.....	840
Власов А.В., Власова А.Р., Кайченев А.В., Маслов А.А.	840
РАЗРАБОТКА СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ АВК-30М	
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Маслов А. А., Селяков И. Ю.	845
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В.	850
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРО-ЭВМ ARDUINO	
Маслов А. А., Яценко В. В.	855
ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ДУГОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ	
Благинин В. А., Кажекин И. Е.	860
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ГИБКОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ	
Вотинов М.В., Маслов А.А., Ершов М.А.	863
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ»	
Вотинов М.В., Маслов А.А.	867
ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ГИБКОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ	
Вотинов М.В., Маслов А.А.	870
ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛОГАБАРИТНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	
Вотинов М.В., Ершов М.А.	874
ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В КОПТИЛЬНЫХ И СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ	
Маслов А. А., Селяков И. Ю., Аминов В. А.)	878
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ В ВОДЕ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ	
Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р.	883

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ	
Маслов А. А., Кайченев А. В., Аминов В. А., Селяков И. Ю.	887
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫМ ФРИКЦИОННЫМ ДЫМОГЕНЕРАТОРОМ	892
Кайченев А. В., Маслов А.А., Власов А.В., Власова А. Р., Селяков И. Ю.	892
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ «ОВЕН» В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПРОИЗВОДСТВО	
Кайченев А. В., Маслов А. А., Висков А. Ю., Власов А. В., Власова А. Р., Аминов В. А., Селяков И. Ю.	897
МОДЕЛИРОВАНИЕ АСР В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В SCADA-СИСТЕМЕ ADAMVIEW	
Маслов А. А., Висков А. Ю.	902
АНАЛИЗ ТЕРМОГРАФИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ СТАНИНЫ	
Мухин Е. А., Царёв Б. Д.	907
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ И ПЕРЕМЕННЫМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ	
Маслов А. А., Селяков И. Ю., Аминов В. А.	911
ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТРЕНДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Прохоренков А. М. ¹ , Качала Н. М. ² , Сабуров И. В. ³	918
УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКАМИ МОРСКОГО ПОРТА, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА	
Прохоренков А. М., Истратов Р. А.	923
ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Прохоренков А. М., Качала Н. М., Сабуров И. В., Истратов Р. А.	928
МАЛОГАБАРИТНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ	
Маслов А. А., Ершов М.А., Селяков И. Ю., Кайченев А.В., Аминов В. А.	933
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ	937
Маслов А. А. , Совлуков А. С., Яценко В.В., Власова А. Р.	937
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ и давления НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	
Бочкарев В. С., Ермолаев Н. А., Илюхин К. Н., Шувалова И. В. (....	941
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	

Бочкарев В. С., Ермолаев Н.А., Маркин Д. И., Володин В. А.....	945
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ УЗЛОВ МОЩНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ	
Ермолаев Н. А., Шувалова И. В., Маркин Д. И., Володин В. А.	949
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ	954
ПРИМЕНЕНИЕ ГНКТ В ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТНЫХ ПРОБОК В ПОДВОДНОМ ГАЗОПРОВОДЕ	
Папуша А.Н., Непомилуев М.Е.	955
РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗООБЪЕКТОВ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ	
Калашник А. И.	964
О ПРЕПОДАВАНИИ РЯДА ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ПРОФИЛЯ «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»	
Мохов Г. В.,	969
ТРАНСПОРТИРОВКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗА СО ШТОКМАНОВСКОГО ГМК ПОДВОДНЫМ ТРУБОПРОВОДОМ.	
Шишко А. Л.	972
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА	
Герасимова О. В., Папуша А. Н.....	981
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ УТЕЧЕК ГАЗА ИЗ ПОДВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ, ОБРАЗОВАННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ	
Русинов А. А., Чиглинцева А. С.....	986
АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПОРИСТОСТИ ОПИСЫВАЮЩИХ РЕАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ	
Коротаев Б. А.....	989
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА.....	992
ОРГАНИЗАЦИЯ ВАХТЕННОЙ СЛУЖБЫ НА СУДАХ ФЛОТА РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Баева Л. С., Кудрявцева В. З.	993
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦИЛИНДРОВОЙ ВТУЛКИ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	
Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т.	999
МЕТОДЫ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ.	
Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т.	1003
ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ДИАГНОСТИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА	
Кумова Ж. В.....	1008
ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ	

Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т.	1012
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕНОВАЦИИ СУДОВ	
Баева Л. С., Ясковец Н. А., Маринин А. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т.)	1015
АЛЮМИНИЙ КАК КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	
Орешкина В. М.	1020
ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПРОЧНОСТЬ СИЛУМИНОВ	
Ващенко И.П.	1022
КОНТРОЛЬ СВАРОЧНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ.....	
Петрова Н. Е.	1027
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ И ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ.....	
1029	
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ К РЕШЕНИЮ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ	
Верещагина С. А., Тарасенко Е. А.	1030
О ПРОБЛЕМАХ ВНЕДРЕНИЯ В ВУЗЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ.	
Воробейчикова Е. С.	1032
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ИЗЛОМЕ ИСТОРИИ	
Ермаков В. Г.	1037
СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ СУММ КИРИЛЛОВА	
Богомолов Р. А., Богомоллова И. В.	1042
О ЛИНЕЙНОМ БАЗИСЕ ОДНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ	
Богомолов Р. А., Богомоллова И. В.	1044
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ СТАТИСТИКИ	
Казакова Г. Б.	1045
РОЛЬ ТЕОРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	
Максимова О. А.	1049
УСТАНОВЛЕНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБУЧЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»	
Ромахова О. А.	1051
СОЗДАНИЕ АДАПТИРОВАННОГО КУРСА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	
Филимоненкова Н. В.	1056
МАТЕМАТИКА КАК ПРИНЦИП ЗНАНИЯ	
Хохлова Л. И.	1058
ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	

Дерендяева Т. М., Крукович Н. П.	1062
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ	
Кацуба В. С.	1066
СТРОИТЕЛЬСТВО	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Суворова О. В. , Бокарева В. А., Макаров Д. В., Беляевский А. Т., Плетнева В. Е.....	1072
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРМИРОВАННЫХ ОСНОВАНИЙ	
Антонов В.М.....	1077
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ.	
Глушко Е. Н.	1082
ПРОИЗВОДСТВО ВИБРОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЩЕЛОЧНОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА	
Дейнеко Д. Е., Каракулина Г. Е.	1086
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛЬНОЙ П-ОБРАЗНОЙ РАМЫ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ И ОТКЛОНЕНИИ СТОЕК ОТ ВЕРТИКАЛИ	
Евдокимцев О. В., Скокова Т. В., Антонов М. В., Якушев А. В.	1091
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ «ТАУНИТ» НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ	
Корчагина О. А., В.Сузюмов А. В.	1096
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОФЛИСТА В КОМПЛЕКСЕ SCAD	
Котов А. А., Кременчук Э. И.	1100
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ И БЕТОНОВ НА ИХ ОСНОВЕ	
Крашенинников О. Н., Белогурова Т. П.	1105
ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	
Михеева Е. В.	1110
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ	
Пак А. А.	1115
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КРУГЛЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ПРОЕЖУТОЧНОЙ ПОДГОТОВКОЙ	
Худяков А. В., Куницын И. С.	1120

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТАРНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА Герасимова О. В.	1123
ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ В Г. МУРМАНСКЕ Анциферова И. Н., Ходяков И. В.	1128
РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ И РАДИОСВЯЗЬ	1132
ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКИХ АРКТИЧЕСКИХ ЛЕДОВЫХ ПОЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. Лукашенко Ю.И., Смирнов Е.П.....	1133
КВАЗИОПТИМАЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНЫМ МОМЕНТОМ ПОЯВЛЕНИЯ И НЕТОЧНО ИЗВЕСТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИ НАЛИЧИИ АДДИТИВНЫХ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ Розанов А. Е.....	1137
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ УСТРОЙСТВАМИ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ. Смирнов Е.П. (.....)	1142
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ С ДВУМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ РАЗРЫВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ Эвоян А. Г.	1147
О РЕЗУЛЬТАТАХ ТЕСТИРОВАНИЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ МАТРИЦ Яров В. Н., Калитёнков Н. В., Милкин В. И.	1152

ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

ОБУЧЕНИЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Емельянов В. Е. (г. Мурманск, МГТУ, СКИЯ)

This paper is an attempt to summarize the experience of applying distance technology methods for teaching writing to second language learners gained by the teachers of the Department of Foreign Languages for Specific Purposes and International Language Centre of the Murmansk State Technical University.

Key words: e-learning, online programs, video conference, traditional educational setting, physical on-site presence

Вступление

Современные тенденции в методике обучения письменной речи на иностранном языке в российских учебных заведениях связаны, в первую очередь, с активным внедрением в учебный процесс интернет технологий, а также с переходом российской системы образования на европейские стандарты. В настоящее время существует понимание того, что интеграция России в европейскую образовательную систему невозможна без качественного прорыва в языковой подготовке российских студентов и аспирантов. Для студентов таких специальностей как «Международные отношения», «Связи с общественностью и реклама», а также «Мировая экономика», формирование коммуникативных умений и навыков в письменной речи на высоком уровне сложности – это одно из важнейших условий успешной карьеры. В этой связи разработка новых методик обучения студентов иноязычной письменной речи является одним из приоритетных направлений научно-исследовательской работы преподавателей специализированной кафедры иностранных языков (СКИЯ) Мурманского государственного технического университета, проводимой в рамках ГБ НИИР по теме «Разработка новых современных технологий обучения иностранным языкам».

В ходе исследовательской работы были проанализированы учебно-методические комплексы English File, Total English, Market Leader, How to Survive in Banking на предмет эффективности их использования при обучении иноязычной письменной речи. Анализ показал, что все аутентичные учебно-методические комплексы, используемые в учебном процессе преподавателями СКИЯ предполагают параллельное развитие всех языковых компетенций и содержат достаточно материала и упражнений, ориентированных на формирование письменной речи. Однако на практике, как показал анализ, большую часть учебного времени в классе (до 70%), преподаватели отводят на формирование у студентов навыков устной речи. Оставшиеся тридцать процентов, как правило, отводятся на чтение, грамматику и письмо. Перед исследовательской группой была поставлена задача - изучить возможности использования дистанционных форм обучения для повышения эффективности обучения навыкам иноязычной письменной речи без ущерба для уже сложившегося баланса учебного времени на практическом занятии в пользу устной речи.

Дистанционные технологии, используемые для обучения письменной речи, можно условно разделить на 3 вида: классический (книжно-бумажный), комплексный (книжно-бумажный с электронной почтой) и интернет технологии (e-learning) в чистом виде.

Опыт применения книжно-бумажного вида дистанционных технологий

Дистанционные технологии данного типа базируются на учебно-методических комплексах, состоящих из учебного пособия с подробно расписанными поурочными заданиями того или иного вида письма (неформального, делового, литературного и т.д.) с сопутствующими зада-

нию образцами и справочным материалом для написания письменных работ на иностранном языке. В классическом варианте письменные работы отправляются по почте на проверку преподавателю. Данная форма дистанционного обучения широко практиковалась в советских и российских учебных заведениях для обучения иностранным языкам студентов заочной формы обучения.

Примером успешного использования данной технологии преподавателями кафедры может служить учебный комплекс *How to Survive in Banking* by Einar Grimsgaard et al, предназначенный для банковских работников. Особенностью данного курса является уникальная в своем роде методика, которая основывается на учебном комплексе, состоящем из книги для студента, включающей 6 тематических глав, приложения по бизнес переписке и грамматического справочника, а также 6 аудиокассет, на каждую главу соответственно. Проработав самостоятельно одну главу и прослушав одну кассету, слушатель должен выполнить письменную контрольную работу (тест) и по почте отправить его преподавателю. Преподаватель проверяет тест и отправляет его с оценкой и комментариями обратно студенту. Выполнив таким образом 6 тестов и итоговый экзаменационный тест, слушатель подтверждает необходимый уровень владения профессиональным письмом на английском языке и получает сертификат международного образца.

Работа по адаптации данного курса проводилась преподавателями СКИЯ при участии одного из авторов Эйнара Гримсгарда из института дистанционного обучения (Anglo–Nordic Institute of Distance Learning Programmes) из Осло и финансовой поддержке Министерства иностранных дел Норвегии и Баренц Секретариата в период с 2000 по 2003 годы. По окончании проекта по адаптации данной методики международный лингвистический центр МГТУ получил право от авторов на ее использование в России. За период с 2000 по 2008 было обучено более 200 слушателей и студентов. Обобщая опыт работы с данной методикой, преподаватели отмечают следующие факторы, которые способствовали успеху данной методики по степени их важности:

- высокий уровень мотивации слушателей и студентов;
- тщательно отобранный и грамотно организованный учебный материал;
- четкая организация учебного процесса по срокам и критериям оценки
- выполняемых заданий в режиме «студент – преподаватель – студент».

Опыт применения комплексного (книжно-бумажного с электронной почтой) вида дистанционных технологий

В рамках проводимого исследования по совершенствованию форм и методов обучения иноязычной письменной речи, рабочая группа изучала возможности использования комплексного вида дистанционной технологии для обучения студентов письменной речи на английском языке на базе учебно-методических комплексов общего английского: *English File* by Oxenden C., Latham-Koenig C и *Total English* by JJ Wilson и Antonia Clare, а также уровневого учебно-методического комплекса по деловому английскому языку *Market Leader* by David Cotton et al. Данные учебные комплексы предлагают тщательно отобранный материал для обучения разнообразным формам письма от неформальных по стилю простейших бытовых писем до формальных деловых писем, научных статей и докладов. Однако, как уже указывалось ранее, в силу объективных причин, большая часть аудиторного времени отводится преподавателями на развитие у студентов навыков говорения, аудирования и чтения в ущерб письму. Использование комплексного вида дистанционного обучения позволило преподавателям вынести за рамки аудиторных занятий большую часть работы над развитием навыков письма. Работа проходит по алгоритму:

Объяснение письменного задания, критериев оценки и контрольных сроков выполнения на практическом занятии в классе.

Работа в режиме «студент – преподаватель – студент» через электронную почту.

Краткий анализ выполненной работы в классе.

Благодаря электронной почте мы впервые смогли получать результаты, сопоставимые с результатами, которых мы добивались при подготовке студентов к экзаменам на международные сертификаты на практических занятиях. Потенциал данной технологии не исчерпан и требует более современных учебных комплексов с продуманными, творческими заданиями, которые отвечают современным требованиям в области письменной иноязычной речи.

Преподаватели отмечают следующие положительные моменты, которые добавила электронная почта в книжно-бумажную форму дистанционного обучения:

- экономится аудиторное время;
- преподаватель может контролировать ход выполнения задания практически в режиме онлайн;
- облегчается процесс проверки правописания за счет электронных программ.

Опыт применения интернет технологий (e-learning) в чистом виде

В ходе исследования были рассмотрены варианты использования дистанционных форм обучения в рамках соответствующих учебных программ общего и профессионального английского с использованием интернет технологий (e-learning) в чистом виде. В результате опроса студентов и слушателей факультета Мировой экономики и международных отношений были определены 2 наиболее интересные формы дистанционного обучения иноязычному письму по данной методике.

Выпуск электронной газеты. Данная форма очень эффективна для обучения навыкам литературного стиля письма.

Участие в международных проектах. Для обучения навыкам делового письма, отчетов и презентаций.

Рассмотрим подробнее первую из двух указанных методик с использованием интернет технологий в чистом виде.

Выпуск электронной газеты

Электронная газета - это наиболее интересная форма, которая может быть использована при обучении студентов навыкам письменной речи в рамках общего и профессионального курсов иностранного языка. Так в рамках курса общего языка выпускаются тематические газеты по мотивам изучаемых по учебной программе тем, например, конфликт поколений, город будущего, глобализация и образование и т.д. Алгоритм выпуска газеты следующий:

I этап. Создается Веб-сайт газеты.

II Проводится видео конференция через Skype, на которой студенты утверждают редколлективу, получают редакционное задание и сроки выпуска номера.

III этап. Сбор материала от корреспондентов на Веб-сайте.

IV этап. Редакторы отбирают материал для публикаций.

V этап. Корректоры проверяют утвержденный материал.

VI этап. Главный редактор утверждает окончательный вариант публикуемого материала.

VII На отдельной Веб-странице помещаются отзывы читателей и комментариев преподавателя.

Данная методика позволяет охватить всех студентов учебной группы. Работая над выпуском газеты, они развивают свой творческий потенциал, критическое отношение к своей работе и навыки работы в команде.

Заключение

Дистанционное обучение в любой форме означает создание учебных материалов для целевой группы слушателей и их структурированная доставка в режиме «студент –преподаватель», которые находятся на определенном расстоянии. Интернет технологии позволяют до минимума свести разницу во времени в этой цепочке, что значительно повышает эффективность дистанционного обучения иностранным языкам.

Как показывает опыт преподавателей кафедры, обучение иноязычному письму с помощью дистанционных технологий значительно расширило аудиторию студентов среди работающего контингента. Качество дистанционного обучения письменной речи благодаря интернет технологиям улучшилось значительно. Однако эффект от обучения во многом зависит от мотивации студента и от того, насколько методически грамотно спланирован курс и интерактивный процесс между студентом и преподавателем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АУДИРОВАНИЮ

Лебедь Н. Л. (г. Мурманск, МГТУ, Специализированная кафедра иностранных языков)

It is now widely accepted that oral communication plays a vital role in second language teaching for it provides an exposure to language which is a fundamental requirement for the learner. Progress in listening guarantees the basis for development of other language skills.

Students should be encouraged to watch a film, listen to audio and news programmes. In order to have good skills in listening comprehension a learner should practise listening to dialogues, thematic texts and narrative stories.

In showing a considerable variety of listening activities some of many ways to help students acquire the confidence to use their skills for self-expression in language situations have been explored. Different activities provide the development of listening for extracting general or specific points in the discourse.

Создание искусственной иноязычной среды в процессе обучения иностранным языкам один из важных вопросов современной методики. С ним в первую очередь связана реализация массового обучения двум из четырех основных видов речевой деятельности: аудированию и говорению.

Распознавание устной речи и плане обучения представляет собой сложную проблему. Именно аудирование определяет успех или неуспех практического обучения языку.

Термин «аудирование» означает слушание и понимание иноязычной речи. В общем плане аудирование можно определить как аналитико-синтетический процесс по обработке акустического сигнала, результатом которого является осмысление воспринятой информации.

Для достижения цели обучения в высшей школе необходимо, чтобы студент понимал иностранную речь на слух и был способен участвовать в актах устного общения. Опыт показывает, что наибольшие трудности при иноязычном общении человек испытывает именно при восприятии и понимании речи на слух, т.е. при аудировании. Причиной является сущность аудирования, поскольку предмет общения и языковые средства определяются говорящим, и реципиент вынужден воспринимать сообщение в том виде, в котором оно ему передается. Аудирование, требуя напряженной психической деятельности, обычно вызывает быстрое утомление и отключение внимание слушающего.

Аудирование, как вид речевой деятельности, играет большую роль в достижении практических, развивающих, образовательных и воспитательных целей и служит эффективным средством обучения иностранному языку. Восприятие связной речи сопровождается сложной мыслительной деятельностью и протекает в особых условиях, определяемых рядом акустических факторов. Отсюда возникает необходимость в упражнениях, направляющих внимание на осмысление содержания воспринимаемой речи.

Будучи тесно связанным с другими видами речевой деятельности, аудирование играет важную роль при коммуникативно-направленном обучении. Согласно исследованиям, даже люди, достаточно свободно владеющие иностранным языком, испытывают затруднения при восприятии естественной речи носителей языка.

В аспекте обучения аудированию представляет особый интерес такое понятие как присутствие в аутентичных аудитивных материалах звукового ряда: шум транспорта, разговоры прохожих, музыка, звонки телефона и прочее. Это помогает лучше понять характер предлагаемых материалов, формирует навык восприятия иноязычной речи на фоне разнообразных помех.

Актуальность использования аутентичных материалов в обучении аудированию заключается в их функциональности. Под функциональностью понимается их ориентация на реальное использование, т.к. они создают иллюзию приобщения к естественной языковой среде, что является главным фактором в успешном овладении иностранным языком.

Необходимо подчеркнуть, что обучение естественному, современному иностранному языку возможно при условии использования материалов, взятых из жизни носителей языка или составленных с учетом особенностей их культуры и менталитета в соответствии с принятыми и используемыми речевыми нормами. Использование подобных аутентичных и учебно-аутентичных материалов, представляющих собой естественное речевое произведение, позволит с большей эффективностью осуществлять обучение аудированию, имитировать погружение в естественную речевую среду на занятиях по иностранному языку.

Для формирования социолингвистической и социокультурной компетенции обучающийся должен получать необходимую информацию о стране изучаемого языка и о ее народе. Источником могут служить фильмы к зарубежным учебникам, а также художественные и учебные фильмы.

Анализ произведений англоязычной культуры – важный навык на пути овладения социокультурной компетенцией. Написание рецензии на понравившийся фильм является логическим продолжением проверки понимания содержания. Из раздела «Топики и сочинения» сайта study.ru “Film Review” можно взять образец написания такой рецензии. Большую помощь могут оказать сайты <http://www.imdb.com>, <http://dvd.video.com.ru>, где содержится подробная справочная информация, необходимая для написания рецензии.

Task 1

Answer the questions:

-Have you got your favourite American film?

-Why do you like it?

-Can you tell a lot about it?

Now you will learn how to write a review to the film you like. Study the material given at <http://study.ru> “Film Review”.

Task 2

Each review is written to a certain plan. An example of the plan is given to you:

Date-line information about the film.

The plot.

The main characters.

The artistic value of the film.

Personal attitude.

Task 3

Write a review to the film you like. Try to follow the requirements of the structural organisation of this work.

Использование видеофильма способствует развитию различных сторон психической деятельности студентов, прежде всего, внимания и памяти.

Использование видео помогает решению следующих задач:

- повышение мотивации обучения,
- интенсификация обучения,
- активизация студентов,
- повышение качества знаний.

Использование различных каналов поступления информации (слуховой и зрительный каналы) положительно влияет на прочность запечатления материала.

Видеоподдержка делает процесс обучения аудированию более эффективным.

На специализированной кафедре иностранных языков медиасредства используются все более широко и интенсивно. Согласно программам студенты ищут информацию в Интернете, относящуюся к данному курсу. К другим мультимедийным средствам, апробированным на кафедре можно отнести демонстрацию роликов и фильмов на иностранном языке (на начальном этапе обучения аудированию возможна демонстрация фильмов с субтитрами на иностранном языке), наглядные иллюстрации с использованием Интернет-ресурсов, воспроизведение материалов для аудирования, синхронного проговаривания на первом этапе и пересказа на более продвинутом этапе.

Хотелось бы выделить некоторые виды работ, применяемые на практических занятиях по английскому языку со студентами специальностей «Мировая экономика», «Международные отношения», «Связи с общественностью», а именно, работу с видеофильмами (УМК «Market Leader», «Total English»), с компьютерными программами IELTS, TOEFL, просмотр новостных программ на канале BBC.

В методике прослеживаются два пути обучения аудированию. Первый путь предлагает обучение в процессе выполнения специальных упражнений, т. е. аудирование выступает как цель обучения, следовательно, по этому пути аудированию следует обучать как виду речевой деятельности. Сторонники второго пути указывают на необходимость сочетания упражнений в аудировании с элементами говорения, чтения и письма. Т. е. аудирование в этом случае выступает как средство обучения другим видам речевой деятельности. Для этого предполагается выполнять неспециальные упражнения. Многие преподаватели объединяют эти два пути. Они предлагают учить аудированию как цели, а затем как средству. Поэтому система упражнений должна включать в себя как специальные так и неспециальные речевые упражнения.

Специальные речевые упражнения выполняются для того, чтобы студенты научились использовать подготовленные образцы в речевом синтезе, узнавать и понимать известные конструкции в разнообразном окружении. При выполнении этих упражнений следует избегать перевода. Они могут сопровождаться логическим анализом, помогающим осмыслить содержание. Это могут быть упражнения, направленные на восприятие общего смысла высказывания или на выделение отдельных смысловых групп, на нахождение в речи главной мысли.

Целью неспециальных упражнений является обучение через аудирование говорению, чтению, письму.

К этим упражнениям относятся следующие:

1. Упражнения для восприятия диалогической речи со стороны:

- -прослушайте диалог, составьте аналогичный на ту же тему;

- -прослушайте начало диалога, составьте его окончание;
- -прослушайте диалог, перескажите его в форме монолога;
- -выделите новую для вас информацию и т.д.
- 2. Упражнения для обучения восприятию монологической речи:

-прослушайте текст, ответьте развернуто на вопросы;

-выделите в речевом сообщении куски, озаглавьте их;

-прослушайте текст, составьте по нему сообщение, используя следующий план: а) тема сообщения, б) действующие лица, в) краткое изложение содержания, г) основная идея, д) оценка прослушанного.

Итак, ход работы с текстом для аудирования включает в себя:

Подготовку к прослушиванию, введение незнакомой лексики.

Аудирование и проверку понимания.

Специальные упражнения на развитие базовых умений.

Неспециальные упражнения.

Далее приводится алгоритм работы по аудированию видеофильма “Effective Presentation” Oxford University Press. Прежде чем приступить к просмотру, преподаватель должен дать предварительную инструкцию, создать мотивацию, и организационную установку, т.е. сформулировать задание, разъяснить пути его выполнения, дать ориентировку в трудностях.

Общее понимание просмотренного проверяется с помощью выбранного ответа на вопросы (выполнение теста “multiple choice”) или методики «займи позицию». Все участники, подумав над вопросами, выбирают один из вариантов:

-полностью согласен,

-полностью не согласен,

-скорее согласен,

-скорее не согласен.

Выбрав ответ, участники обмениваются мнениями и приводят аргументы в поддержку своей позиции.

Уровень детального понимания можно определить путем заполнения пропусков, а также с помощью ответов на вопросы, пересказа на английском языке, составления развернутого плана.

Уровень критического понимания связан с оценкой прослушанного, с выделением основной информации, с комментированием и обсуждением, т.е. со всякого рода творческими, проблемными заданиями, предполагающими понимание эмоционально-оценочных элементов аудиовизуального материала и наличия умения соотносить содержание с ситуацией общения.

Сайт компании Lucent Technologies, ее подразделение Bell Labs, позволяет услышать как звучит любая фраза на иностранном языке.

Здесь разработан синтезатор речи, который превращает печатный текст в звук. На сайте <http://www.bell-labs.com/project/tts/index/html> можно выбрать один из семи языков. Затем можно вписать в окошко что-либо на выбранном языке. Через несколько секунд написанное будет произнесено пусть и несколько механическим, но все же голосом. То есть можно озвучить любую фразу из онлайн-пособия. Все произнесенное можно не только прослушать, но и сохранить.

Использование новых информационных технологий, Интернет-ресурсов помогают реализовать личностно-ориентированный подход в обучении, обеспечивают индивидуализацию и дифференциацию в обучении с учетом способностей студентов, их уровня обученности и склонностей.

Таким образом, владение навыками аудирования, как видом речевой деятельности, должно обеспечивать успешный процесс коммуникации, развивать умение студентов говорить и понимать услышанное на иностранном языке. А так как этот процесс сложный, важно повышать мотивацию у студентов к пониманию иноязычной речи на слух. К совершенствованию процесса обучения аудированию есть все предпосылки: интерактивные методы обучения развиваются высокими темпами, и у преподавателей все больше возможностей использовать различные виды информационно-коммуникативных технологий.

Литература:

1. Практический курс методики преподавания иностранных языков: Учебное пособие/ П.К. Бабинская, Т.П. Леонтьева.- Мн, 2005
2. Практикум к базовому курсу методики обучения иностранным языкам: Учебное пособие для вузов/ Е.Н. Соловьева.- М, Просвещение, 2004.
3. Brown, Gillian, Listening to Spoken English, Third Edition.- Longman, 2005.
4. Rost Michael, Introducing Listening.- Penguin English, 2000.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Луковкин С. Б., Хохлова Л. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра А и ВТ, кафедра ВМи-ПОЭВМ)

Modern practice of application of information technologies to the activities of educational institution allows to consider that both ways of reception and processing of information necessary within education process are changing. New abilities of application of automated tutoring systems and information and communication technologies emerged. It allows to intensify education, activate abilities of perception and to control results of tuition in operative manner.

Сегодня основой педагогического процесса в высшей школе является формирование потребности в самообразовании посредством обучения методологии самостоятельной работы в информационно-образовательной среде и при увеличении ее доли в образовательном процессе, поэтому технологии дистанционного обучения являются одной из наиболее современных и перспективных систем подготовки специалистов.

Исходя из последнего закона «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «Об образовании» в части применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий» при реализации образовательных программ независимо от форм получения образования могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования. Под электронным обучением понимается организация образовательного процесса 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 участников образовательного процесса.

Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Преподаватель, работающий с современными дистанционными технологиями должен: планировать свою профессиональную деятельность в системах дистанционного обучения; вести дидактическое проектирование электронных образовательных ресурсов;- использовать основные психологические теории усвоения учебного материала при организации учебной работы обучающихся; вести компьютерную подготовку электронных образовательных ресурсов с использованием современных технологических средств;- работать в команде разработчиков электронных образовательных ресурсов; работать с современными и системами управления электронным дистанционным обучением; осуществлять дидактическое общение с обучающимися на электронных форумах в системах управления электронным дистанционным обучением; владеть методами и современными технологическими средствами компьютерной подготовки электронных образовательных ресурсов и их доставки обучающимся, технологиями управления процессом дистанционного обучения; уметь проектировать электронные образовательные ресурсы, организовывать дистанционный учебный

процесс по их освоению; знать основные направления государственной политики в образовании и ЭДО, проблематику, дидактику и технологии ЭДО.

Рассмотрим, как процесс тестирования может оказаться встроенным в учебный процесс. Очевидно, что тестирование является наиболее быстрым и эффективным способом контроля текущего состояния знаний обучаемого, так как позволяет регулярно следить за уровнем усвоения материала каждым учащимся, своевременно влиять на повышение качества обучения, обеспечивает необходимую текущую коммуникацию преподавателя и студента. Тестовые технологии позволяют оперативно оценивать уровень усвоения учебного материала, освобождают преподавателя от трудоемкой работы проведения обычных контрольных работ, позволяют обеспечить всем испытуемым равные условия, автоматически проводить статистический анализ результатов и используют единую для всех систему оценок.

Таблица результатов ЕГЭ и начального контроля по математике

Специальность	ЕГЭ 09	ЕГЭ 10	ЕГЭ 11	ЕГЭ 12	Нач конт 09	Нач конт 10	Нач конт 11	Нач конт 12
<i>Физические процессы</i>	49	51	49	64	36	38		49
<i>Нефтегазовое дело</i>	50	53	55	70	39	43	47	48
<i>Геология и разведка</i>	54	55	52	47	43	41	26	29
<i>Инженерная защита</i>	59	55	49		52	32	20	36
<i>ПГС</i>	53	63	62	60	42	53	48	46
<i>Автоматизация тех. процессов</i>	59	65		65	52	51	49	59
<i>Авт и автомхоз (ТС,ЭТм)</i>	51	52	51	56	41	43	27	28
<i>Электроснабжение</i>	60	65	63	65	52	58	36	46
<i>Энергооб(Теплот и теп эн)</i>	60	66	65	62	58	56	53	41
<i>Электрооборудование судов</i>	55	52	38	53	43	42	38	22
<i>Эксплуатация СЭУ</i>	45	52	42	48	34	52	37	28

Проверим корреляцию между результатами ЕГЭ и результатами начального контроля. Вычислим коэффициенты корреляции.

Нач контр ЕГЭ	2009	2010	2011	2012
2009	0,27			
2010		0,77		
2011			0,59	
2012				0,72

Отметим сразу, что корреляция присутствует, связь в трех случаях достаточно тесная. Таким образом, и дальнейшие результаты вполне предсказуемы.

Очевидно, что такие результаты ЕГЭ и начального тестирования предполагают, что для достижения образовательных целей при таких начальных знаниях необходимо задействовать все возможные методы и формы обучения, в том числе и тестирование на всех этапах обучения. На данном этапе тестирование должно стать обучающим и оказаться встроенным в учебный процесс. Должны быть выделены специальные классы, составлено расписание тестирования, обеспечена возможность работы в этих классах в свободное время. Таким образом, в образовательном учреждении обязательным является наличие специального подразделения компьютерного тестирования, которое будет заниматься техническими вопросами и в любое время предоставлять преподавателю результат тестирования каждого студента и статистический отчет по проводимому тесту.

Для обеспечения тестирования необходимо наличие и активное внедрение базы электронного методического обеспечения дисциплин в учебный процесс вуза, а также широкое применение современного программного обеспечения. Что касается тестов, то должны быть разработаны:

Структура теста.

- Общие требования к тестам.
- Структурирование тестов по уровням усвоения.
- Тесты первого уровня.
- Тесты второго уровня.
- Тесты третьего уровня.
- Тип и форма теста.
- Алгоритмы контроля и тренажа.

Отметим сразу, что в основном эти проблемы в университете решены. Осталось только отработать технологию внедрения тестирования в учебный процесс.

Рассмотрим вопрос о том, как на практике выглядит возможность использования возможностей непрерывного мониторинга в учебном процессе МГТУ. Ниже приведены данные по различным видам мониторинга курсантов в течение первого семестра. Здесь показаны результаты обучения для групп, в которых мониторинг осуществлялся в полной возможной мере, что потребовало значительных усилий со стороны преподавателя и людей, обеспечивающих техническую поддержку. Рассмотрим семестровое тестирование по математике студентов первого курса специальности «Электроэнергетика и электротехника».

Элб-111(1)	Тест №0	Тест №1. лин и вект	Тест №2. Ан геом	Тест №3. Предел. непр.	Тест №4. Произ	Средн тест	Кр1	Кр2	Кр3	Ср кон т	ЭКЗ
1. Булатова	4	4	3	4	3	3.60	7	6	6	6,3	4
2. Гуйва	3	4	3	4	3	3.40	8	6	6	6,7	4
3. Должанов.	4	4	4	4	3	3.80	9	6	6	7,0	4
4. Калмыкова	3	3	3	4	3	3.20	7	6	8	7,0	4
5. Ковалев.	4	5	2	4	4	3.80	10	6	6	7,3	4
6. Коваленко	3	3	3	3	3	3.00	8	6	7	7,0	4
7. Кравцов	4	4	3	3	3	3.40	8	6	6	6,7	3
8. Осинская	4	4	3	4	3	3.60	7	6	6	6,3	4
9. Сазонов.	3	4	3	5	4	3.80	10	6	6	7,3	3
10. Селегненко	3	3	3	4	3	3.20	9	6	6	7,0	3
11. Сотников.	3	3	3	4	3	3.20	8	6	6	6,7	4
12. Тихонов.	4	4	3	5	3	3.80	6	6	6	6,0	3
13. Токарьчук	5	4	3	3	3	3.60	10	6	6	7,3	3
14. Яруллин	3	-	-	4	3	3.33	6	6	6	6,0	2
Среднее	3.57	3.77	3.00	3.93	3.14	3.48	8,1	6,0	6,2	6,8	3.5
дисперсия	0.39	0.33	0.15	0.35	0.12	0.07	1,9	0,0	0,3	0,2	0,4

Здесь также видна связь между результатами тестирования и экзаменационными оценками.

Потребность в повышении качества образования существенно необходима на данном этапе, так как очевидный кризис в образовании требует пересмотра всех технологий, применяемых в процессе обучения. Сейчас необходима разработка индивидуальных образовательных траекторий для каждого учащегося при постоянном контроле преподавателя, который должен координировать познавательный процесс, постоянно усовершенствовать преподаваемые им курсы, повышать творческую активность и квалификацию в соответствии с нововведениями и инновациями.

Использование возможностей дистанционного обучения могло бы во многом помочь в обеспечении индивидуализации обучения. Система дистанционного обучения рассматривает студента как субъекта обучения, а образовательный процесс направлен не столько на трансляцию знаний, сколько на развитие познавательных способностей. При этом функции преподавателя меняются от информационно-контролирующих до консультационно-координирующих.

Дистанционное обучение ориентировано на повышенные требования к системе контроля, который при этом имеет свою специфику. Контроль, как и в традиционном учебном процессе, несет проверочную, обучающую, воспитательную, организационную функции и может быть входным, текущим, периодическим, итоговым. Преимуществом дистанционного обучения является входной контроль и корректирующий. С их помощью решаются следующие задачи: оценка знаний и мотивов обучения поступающих; анализ и оценка уровня развитости его профессиональных качеств и способностей; выбор эффективных средств и методов обучения для максимальной индивидуализации процесса обучения. Особую роль приобретает возможность входного контроля знаний на начальном этапе обучения, так как понятие «лично ориентированное обучение» предполагает дифференциацию и индивидуализацию обучения в зависимости от фактических знаний и психолого-педагогических свойств обучаемого.

Сразу же отметим, что в самом начале обучения студентам была предоставлена программа мониторинга, разъяснение его цели, прежде всего, как обучающего компонента образования. То есть, тестирование проводилось перед контрольными работами и позволяло вовремя оценить степень овладения соответствующей темой. В случае необходимости, можно было затем воспользоваться возможностью консультации с преподавателем по данной теме перед контрольной работой.

Контроль в образовательном процессе заключается в проверке хода и результатов теоретического и практического усвоения студентами учебного материала. Динамично и своевременно осуществлять такой контроль непросто. Хотелось бы максимально автоматизировать то, что возможно, чтобы оптимизировать время преподавателя, отводимое на контроль.

При дистанционном обучении, предполагающем увеличение объема самостоятельной работы студентов, возрастает необходимость организации постоянной поддержки учебного процесса со стороны преподавателей. Важное место в системе поддержки занимает проведение консультаций, которые теперь усложняются с точки зрения дидактических целей: они сохраняются как самостоятельные формы организации учебного процесса, и вместе с тем оказываются включенными в другие формы учебной деятельности (лекции, практики, семинары, лабораторные практикумы и т.д.). Выделяются три этапа овладения приемами решения конкретных задач. На первом этапе необходимо предварительное ознакомление обучающихся с методикой решения задач с помощью печатных изданий по методике решения задач, материалов, содержащихся в базах данных, видеолекций, компьютерных тренажеров. На этом этапе учащемуся предлагаются типовые задачи, решение которых позволяет отработать стереотипные приемы, использующиеся при решении задач, осознать связь между полученными теоретическими знаниями и конкретными проблемами, на решение которых они могут

быть направлены. В современных условиях на младших курсах первому этапу надо уделять основное внимание. На втором этапе рассматриваются задачи творческого характера. В этом случае возрастает роль преподавателя. Такие занятия не только формируют творческое мышление, но и вырабатывают навыки делового обсуждения проблемы, дают возможность освоить язык профессионального общения.

На третьем этапе выполняются контрольные работы, позволяющие проверить навыки решения конкретных задач. Выполнение таких контрольных заданий может проводиться как в off-line, так и on-line-режимах в зависимости от содержания, объема и степени значимости контрольного задания. После каждого контрольного задания целесообразно провести консультацию с преподавателем.

Современная система образования должна быть способна не только давать знания обучающимся, но и из-за постоянного и быстрого обновления знаний формировать потребность в непрерывном самостоятельном овладении знаниями, умениями и навыками самообразования, а также самостоятельной и творческой деятельности в течение всей активной жизни человека.

Все это должно способствовать самостоятельному освоению учебного материала с использованием электронного учебного пособия по модулю, компьютерного тренинга по теории, тестов для самоконтроля и итогового контроля знаний по модулю.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПЕРЕВОДУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Пашковская Н. Д. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра СКИЯ)

Under the conditions of modernizing higher education, the Internet used as the international information communicative environment provides opportunities for enhancing the students level of professional language training and forms the information culture of students, the culture of communication. Integration of internet resources (news sites on economy and politics, online dictionaries, etc...) into the learning process of translation is a good opportunity to expand the conventional forms, such as books and dictionaries in the paper format used in teaching students translation techniques. WWW resources encourage the learners to enlarge their knowledge potential thus increasing their motivation to learn and provide the basis for individual as well as differential attitude towards the needs and abilities of students.

Интенсивное развитие информационного общества, быстрая динамика развития информационных технологий и их использование в учебном и научно-исследовательском процессах является обязательным требованием для реализации концепции модернизации высшего образования в России. Интернет ресурсы и многочисленные разработки компьютерных программ открывают доступ к новым источникам научного познания, существенно расширяя образовательно - коммуникативную среду, и создавая условия для получения любой необходимой учащимся и учителям информации: страноведческий материал, новости из жизни молодёжи, статьи из газет и журналов, необходимую литературу и т.д.

Проблема использования Интернет в процессе обучения иностранному языку начала обсуждаться за рубежом еще в начале 90х годов прошлого века. В России первые публикации подобного рода начинают появляться с 2000 года, авторы которых обосновывают значимость Интернета в процессе обучения и освещают зарубежный опыт. Большой вклад в решение проблемы компьютерной технологии внесли российские и зарубежные ученые: В.Ф.Шолохович, Г.Р.Громов, В.И. Гриценко, О.И.Агапова, С.Пейперт, Б.Хантер, Г.Клейман и др.

Существуют различные виды интеграции Интернет ресурсов в процесс обучения иностранным языкам: использование готовых обучающих материалов, применение коммуникативных служб для участия в обсуждении по заданной теме, создание и использование веб-страниц и веб-сайтов. Студенты могут принять участие в тестовых и голосовых чатах; участвовать в телекоммуникационных конкурсах, олимпиадах, тестировании; получать самообразования на курсах дистанционного обучения, включая обучение зарубежных учебных заведениях. К базовому набору Интернет услуг также относятся справочные каталоги (Yahoo!, InfoSeek/UltraSmart, LookSmart, Galaxy) и др; поисковые системы (Alta Vista, HotBob, Open Text, WebCrawler, Excite) и др. использование которых для решения образовательных задач способствуют развитию интереса и повышению мотивации в изучении иностранного языка.

Важными задачами, которые могут быть реализованы при обучении иностранному языку посредством Интернет-ресурсов в неязыковом вузе являются:

развитие умений иноязычного общения в разных сферах и ситуациях;

формирование и совершенствование языковых навыков;

развитие навыков самостоятельной и исследовательской работы студентов за счет специально организованной деятельности с использованием Интернет-технологий, что способствует

инициированию самостоятельной деятельности и ликвидации пробелов в знаниях, умениях, навыках;

повышение мотивации и создание потребности в изучении иностранного языка;

реализация индивидуального подхода посредством учета индивидуальных особенностей обучающихся за счет использования коммуникативных служб сети Интернет;

формирование коммуникативных навыков и культуры общения.

Интернет ресурсы позволяют обучать всем видам речевой деятельности. Но мы в этой статье рассмотрим использование сети Интернет при обучении переводу студентов неязыкового ВУЗа.

Перевод является деятельностью по интерпретации смысла текста на одном языке (исходном языке) и созданию нового, эквивалентного текста на другом языке (переводящем языке). Целью перевода является установление отношений эквивалентности между исходным и переводным текстом (для того, чтобы оба текста несли в себе одинаковый смысл). Эти ограничения включают контекст, правила грамматики исходного языка, традиции письма, его идиомы и т. п. Удачным считается тот перевод, который соответствует двум критериям:

Точность или *достоверность*. Характеризуется тем, насколько точно перевод передает смысл исходного текста; делает ли он это, прибавляя или вычитая что-либо из смысла, усиливая или ослабляя какие-либо элементы смысла.

Прозрачность. Здесь речь идет о мере, в которой перевод воспринимается носителем языка не как перевод, а как оригинальный текст на переводящем языке, соответствующий грамматическим, синтаксическим и идиоматическим нормам языка.

Исследуя вопрос обучения переводу, следует отметить, что он может рассматриваться как: а) вид речевой деятельности и результат этой деятельности; б) средство овладения иностранным языком и прием развития навыков и умений; в) способ контроля точности понимания.

Основные виды лингводидактических задач, которые можно решать с помощью компьютерных средств в обучении переводу это:

формирование лексических и грамматических навыков перевода;

контроль правильности перевода;

овладение умением редактирования текстов переводов с использованием текстовых редакторов и систем машинного перевода;

оказание справочно-информационной поддержки (применение автоматических словарей, глоссариев, систем подбора антонимов и синонимов).

Из всех существующих видов перевода в процессе изучения иностранного языка в неязыковом вузе наиболее актуальным и целесообразным является обучение письменному переводу с иностранного языка на родной. Поскольку в большинстве случаев, у студентов есть достаточно времени на поиск неизвестных слов, они могут прочесть весь текст несколько раз, что создаст общее впечатление о написанном. Положительным при письменном виде работы с текстом является то, что, не озвучивая перевода, осуществляется переход переведенных новых слов в подсознание и пассивное владение иностранным языком, почти не затрагивая активного сознания.

На практических занятиях по иностранному языку (английский, немецкий, французский, шведский языки) со студентами факультета МЭ и МО специальностей «Мировая экономика» и «Международные отношения» преподавателями кафедры апробированы некоторые новые интернет сайты, с целью формирования и приобретения практических навыков про-

фессионального письменного вида перевода по общественно-политической тематике. В современных условиях перевод общественно-политических текстов приобретает особое значение, выступая как средство пропаганды и орудие идеологической борьбы. Объем издаваемых ежегодно общественно-политических текстов, ориентированных на иноязычную аудиторию достаточно велик и, по мере роста международных связей, продолжает увеличиваться.

Для выработки умений по такому виду деятельности как письменный перевод преподаватели кафедры использовали короткие (не более 500 символов) новостные сообщения с интернет страниц следующих ежедневных и еженедельных

а) английских газет: www.bbc.co.uk, www.economist.com, www.cnn.com, www.voa.com, www.inosmi.ru, www.inopressa.ru и др.

а) немецких газет: www.welt.de, www.zeit.de, www.spiegel.de, а также ежедневно обновляемые аудиофайлы с сайта новостных сообщений www.dw-world.de www.goethe.de.

б) шведских газет: www.8sidor.se, www.aftonbladet.se, www.dn.se, видеоролики с сайта телевизионного канала SVT www.svt.se .

в) французских газет: www.economiste.fr, www.figaro.fr, www.lemonde.fr, видеоролики с сайта телевизионного канала www.tv5monde.fr

Эти сайты могут включать документально-деловые материалы (конституции и законодательные акты); 2) информационно-описательные материалы (информационные заметки, справочные материалы, исторические описания и обзоры и т.д.); 3) публицистические материалы в узком смысле слова (речи, статьи и т.д.) У каждой из этих групп материалов имеется своя особенная лексика. Для документально – деловых материалов характерно большое количество клише, специальной терминологии, реалий; информационно-описательные материалы связаны с сообщениями о текущих событиях, соответственно они содержат много терминов, исторических реалий, собственных имен и т.д.; для публицистики характерно обилие эмоционально - окрашенных элементов, образные выражения, синтаксические фигуры, цитаты и т.п. С точки зрения синтаксиса общественно-политические тексты характеризуются следующими особенностями: а) отсутствием длинных сложных предложений; б) четкостью построения фразы, абзаца, цепи абзацев; в) повторение важных по смыслу слов, словосочетаний, предложений, которые экономно и эффективно выделяют соответствующую мысль.

Чтобы научиться мастерству перевода общественно-политических текстов, важно учитывать общую структуру переводческой деятельности, знать те уровни и подуровни, на которых происходит реализация переводческого процесса, а также знать, в какой мере влияют на перевод жанровые особенности текста.

В связи с этим преподаватели кафедры выделяют четыре этапа работы с общественно-политическими текстами. *В первую очередь*, студент знакомится с общей структурой текста и его основной идеей. *На втором этапе перевода общественно-политической литературы* обучающийся производит углубленный анализ: выделяет и анализирует словосочетания и группы слов, связанных по смыслу; определяет точное значение отдельных слов, которые могут менять свой смысл в определенном контексте и т.д. На этом этапе осуществляется работа со словарями и глоссариями, также и с online словарями (www.multitran.ru, www.slovari.yandex.ru, www.translate.google.com, www.lingvopro.abbyyonline.com и др.), с памятью переводов (англ. *Translation Memory, TM*), содержащей примеры ранее переведенных текстов, терминологическими базами, а также использование так называемых корпусов, больших коллекций текстов на одном или нескольких языках, что дает сжатое описание того, как слова и выражения реально используются в языке в целом или в конкретной предметной области. *Третий уровень перевода* – выражения текста исходного документа средствами со-

вершено другого языка. Причем на этом этапе очень важно передать и стилистическую, и смысловую и эмоциональную окраску публикации. **Заключительный же этап перевода общественно-политической литературы** – это конечная шлифовка полученного результата, когда студент оценивает проведенную работу с точки зрения задач перевода и общего контекста всей публикации, корректируя при этом даже самые мелкие неточности.

Для расширения словарного запаса по изученной теме студентам дается задание найти синонимы к ключевым словам, составить предложения с этими словами, после чего сделать перевод статьи по данной теме с русского на иностранный язык.

В результате практических занятий по данному виду перевода студентами был разработан тематический глоссарий для овладения профессиональной терминологией по следующим темам: «Переговоры», «Выборы», «Конфликты и военные действия», «Природные катаклизмы», и др.

При обучении переводу также следует обратить внимание на использование переводческих online программ, таких как, www.translationcenter.ru, www.translate.google.com, www.promt.com, и др., которые пользуются большой популярностью, особенно среди студентов неязыковых специальностей. Текст, переведенной с помощью таких программ чаще всего получается несвязным, в нем полностью отсутствует какая-либо логика, поскольку часто такие программы пропускают слова, оставляют их без перевода, переводят названия мест, городов, стран, что вносит еще большую путаницу и иногда придает тексту комичность. Это происходит из-за того, что online переводчик не распознает не только контекст предложения, но даже сложность структур предложений, отделяемые и неотделяемые приставки в том же немецком, и прочие тонкости, не говоря уже о таких простых вещах, как подлежащее и сказуемое. Он переводит все дословно, используя самое первое значение слова, в то время как некоторые слова имеют до десяти-пятнадцати значений. Например, у немецкого глагола «lassen» больше двадцати значений, и online переводчик, не обладающий искусственным интеллектом, просто не видит между ними разницы. В таких случаях обычно берется первый попавшийся вариант перевода, часто даже не самый распространенный. Такой способ перевода можно использовать для анализа, с разбором неточностей и несоответствий между исходным и переводным текстом.

На основе вышеизложенного, можно сделать вывод, что в условиях модернизации высшего образования использование сети Интернет как международной информационно-коммуникативной среды предоставляет возможности для повышения профессионального уровня языковой подготовки студента, формирует информационную культуру учащегося, культуру коммуникации. Интеграция Интернет-ресурсов в учебный процесс при обучении переводу является возможностью расширения обычных форм обучения на основе книжно-письменных средств, дополняя их материалами из глобальной Сети, которые способствуют повышению мотивации в обучении, обеспечивают индивидуализацию и дифференциацию обучения с учётом способностей обучаемых.

Литература:

1. Алферова Д. А. Модульное обучение переводу научно-технических текстов с использованием информационных технологий. – Дис. кан. пед. наук - Москва, 2010. – 273 с.
2. Бархударов Л. С. Язык и перевод: Вопросы общей и частной теории перевода. – 2-е изд. – М.: ЛКИ, 2008. – 240 с.
3. Куимова М. В. К вопросу обучения переводу иноязычных текстов в неязыковом вузе / М. В. Куимова, Н. А. Кобзева // Молодой ученый. — 2011. — №3. Т.2. — С. 127-130.
4. Положенцева Л. Д. Обучение иностранному языку средствами Интернет-коммуникаций и тьютор-диска. Проблемы филологии и методики преподавания иностранных языков: Сборник научных статей. Выпуск 9.-СПб.: Из-во СПбГУЭФ, 2007. – с. 107-111.

ИНТЕГРАЦИЯ ОЧНОЙ И ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВУЗАХ.

Розова А. М. (г. Мурманск, Мурманский Государственный Технический Университет, Специализированная кафедра иностранных языков)

The article is devoted to integration of full time and distance courses in foreign languages teaching in higher education institutions. Using distance forms along with traditional ones proved to increase efficiency of foreign languages learning. The article focuses on advantages of such integration.

В системе российского образования происходят серьезные изменения. В период перехода к постиндустриальному, информационному обществу, расширения масштабов межкультурного и делового общения обществу нужны конкурентоспособные специалисты, которые способны самостоятельно принимать решения, прогнозировать результат, эффективно работать по специальности на уровне мировых стандартов, готовы к постоянному профессиональному росту. В свою очередь новая социально-экономическая и политическая обстановка в нашей стране и стремление России стать частью мирового сообщества сделали владение иностранными языками одним из обязательных требований к современному специалисту. Обучение иностранному языку в неязыковом вузе рассматривается как обязательный компонент профессиональной подготовки специалиста любого профиля, а владение иностранным языком/иностранными языками - как один из показателей степени общей образованности современного человека.

Согласно Государственному Образовательному Стандарту Высшего Профессионального Образования будущие специалисты разных областей знаний должны уметь вести профессионально ориентированную беседу на иностранном языке, понимать устную и письменную речь в определенном объеме, читать литературу по специальности с различными информационными задачами, вести деловую и личную переписку.¹

Особую актуальность приобретает профессионально-ориентированный подход к обучению иностранного языка на неязыковых факультетах вузов, который предусматривает формирование у студентов способности иноязычного общения в конкретных профессиональных, деловых, научных сферах и ситуациях с учетом особенностей профессионального мышления.

На практике же достичь этого результата довольно сложно, а зачастую оказывается совершенно невозможным. Причиной тому являются:

различия в уровнях подготовки по иностранному языку абитуриентов-выпускников разных типов школ;

отсутствие каких-либо вступительных испытаний по иностранным языкам;

ограниченное количество часов, отводимых на предмет «Иностранный язык».

Поэтому на современном этапе основной задачей вузов является обеспечение получения учащимися того максимально возможного и необходимого объема научных и практических знаний в минимальный, экономически разумный срок.

¹ ТИПОВАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Иностранный язык (начальный уровень), 2007

Одним из направлений эффективного решения этой задачи является использование дистанционного обучения, а в частности интеграции (объединения) очной и дистанционной форм обучения.

Под дистанционным обучением понимается взаимодействие учителя и учащихся и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемые специфическими средствами Интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность. (Лаборатория дистанционного обучения Института Содержания и Методов Обучения Российской Академии). При дистанционном обучении учащийся и преподаватель пространственно отделены друг от друга, но при этом они могут находиться в постоянном взаимодействии, организованном с помощью особых приемов построения учебного процесса, форм контроля, методов коммуникации посредством электронной почты и прочих технологий Интернета.

Целесообразным является организовать учебный процесс таким образом, чтобы он представлял собой систему, состоящую из таких компонентов, как очной и дистанционной форм обучения, которые функционируют в постоянной взаимосвязи друг с другом, образуя единое целое. Но необходимо отметить, что это - "единый, целостный учебный процесс, предполагающий, что часть познавательной деятельности учащихся проводится на уроке под непосредственным руководством учителя, а часть деятельности учащихся - выносится на дистанционную форму, с преобладанием самостоятельных видов работ индивидуально (по индивидуальному плану) или совместно с партнерами в малой группе сотрудничества"², а не просто использование информационных технологий время от времени в самостоятельной работе студентов. Таким образом, дистанционная часть должна составлять органичное целое с очной частью.

При создании такого интеграционного курса педагогу, во-первых, надо определить какой учебный материал и какие виды деятельности целесообразно будет вынести на очную, а какие на дистанционную форму обучения, а также продумать форму контроля усвоения знаний.

Говоря о дистанционной форме обучения, необходимо отметить, что в ее основе лежит самостоятельная практика каждого учащегося, при этом его деятельность должна строиться под руководством педагога. Учебный процесс должен быть построен таким образом, чтобы преподаватель имел возможность систематически на протяжении всего курса отслеживать, корректировать, контролировать и оценивать деятельность студентов.

Дистанционная форма обучения предполагает не только самостоятельное выполнение упражнений, это могут быть и исследовательские и творческие задания для малых групп, совместные проекты.

Одним из достоинств такой учебного процесса является, то, что он предусматривает индивидуализацию и дифференциацию обучения. Исходя из уровня языковой подготовки, а также индивидуальных психологических особенностей разным студентам требуется разное время на усвоение и отработку материала. Элементы дистанционного обучения дают возможность уделить больше времени наиболее трудным или проблемным для каждого учащегося моментам.

В свою очередь преподавателям, ограниченными временными рамками очных практических занятий, целесообразно будет вынести трудоемкие виды работы, отработку и повторение

² Дистанционное обучение: Учебное пособие/ Под ред. Е.С.Полат.-М.: Гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 1998.-192с.

грамматического и лексического материала, решение проблемных и поисковых задач на дистанционные формы, и занятие посвящать объяснению нового материала, развитию коммуникативных умений, а также совместному обсуждению способов решения и результатов самостоятельной работы.

Большей эффективности данного объединения вида учебной деятельности способствует использование новых информационных технологий.

Доступ к сети Интернет практически снял проблему недостатка аутентичных ресурсов, учитывающих современные тенденции развития языка, страноведческие реалии и актуальную проблематику. А это немало важно, так как язык постоянно развивается, меняется фактический материал, в то время как многие вузы не обладают достаточными финансовыми возможностями ежегодно обновлять учебные пособия. Ресурсы Интернет дают уникальную возможность пользоваться аутентичными текстами, слушать реальные аудиоматериалы и даже общаться с носителями языка, т.е. он создаёт естественную языковую среду.

В заключение отметим, что возможности интегрирования очной и дистанционной форм обучения довольно перспективны, так как позволяют создать оптимальные условия для обучения иностранным языкам с учетом индивидуальных особенностей учащихся в условиях современного неязыкового вуза. Эта форма обучения обеспечивает не только прочное усвоение знаний, но и способствует формированию критического мышления будущих специалистов, повышая их творческий и интеллектуальный потенциал.

Литература

1. Дистанционное обучение: Учебное пособие/ Под ред. Е.С.Полат.-М.: Гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 1998.
2. Полат Е.С., Петров А.Е., Аксенов Ю.В. Концепция дистанционного обучения на базе компьютерных телекоммуникаций в России.- //http://WWW.corbina.ru/~polat/concept.htm.
3. Дистанционное обучение в профильной школе / под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2009

РОЛЬ КЕЙС-МЕТОДА В ФОРМИРОВАНИИ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА, ОБУЧАЮЩИХСЯ ДИСТАНЦИОННО

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

Abstract: The article describes the reasons why case-studies can be successfully applied to teaching foreign languages in terms of distance education.

Потребность современного общества в компетентных специалистах обуславливает необходимость совершенствования системы образования. В федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования третьего поколения говорится, что выпускник вуза должен обладать рядом компетенций, часть из которых касается владения культурой мышления, способности к анализу информации, социально значимых проблем, готовности принимать организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях.

Целью обучения иностранному языку в неязыковом вузе является формирование коммуникативной компетентности, т.е. способность установления и поддержания контактов с носителями иностранного языка, как общеразговорного характера, так и с целью осуществления профессиональных контактов. Иноязычная коммуникативная компетентность может проявляться в комплексе следующих компетенций: лингвистической, дискурсивно-стратегической, межкультурной, включающей в себя социокультурную и социолингвистическую компетенции, информационной и лингвопрофессиональной.

Повышенная доля самостоятельной работы в организации процесса дистанционного обучения иностранному языку и возможность студентов общаться с преподавателем и одногруппниками посредством Интернет позволяет развивать определенные навыки в рамках внеаудиторной работы.

Одним из методов, позволяющих формировать иноязычную коммуникативную компетентность, а также компетенции, предъявляемые ФГОС-3 к будущему специалисту, является кейс-метод, который дает возможность развивать следующие навыки учебной, квази-профессиональной и профессиональной деятельности:

1. *Аналитические навыки.* К ним можно отнести: умение отличать данные от информации, классифицировать, выделять существенную и несущественную информацию, анализировать, представлять и добывать ее, находить пропуски информации и уметь восстанавливать их.
2. *Практические навыки.* Пониженный по сравнению с реальной ситуацией уровень сложности проблемы, представленной в кейсе, способствует формированию на практике навыков использования теории.
3. *Творческие навыки.* Творческие навыки очень важны в генерации альтернативных решений, к которым нельзя прийти логическим путем.
4. *Коммуникативные навыки.* Среди них можно выделить такие как: умение вести дискуссию, убеждать окружающих. Использовать наглядный материал и другие медиа – средства, кооперироваться в группы, защищать собственную точку зрения, убеждать оппонентов, составлять краткий, убедительный отчет.

5. *Социальные навыки.* В ходе обсуждения кейса вырабатываются определенные социальные навыки: оценка поведения людей, умение слушать, поддерживать в дискуссии или аргументировать противоположное мнение, контролировать себя и т.д.

6. *Самоанализ.* Несогласие в дискуссии способствует осознанию и анализу мнения других и своего собственного. Возникающие моральные и этические проблемы требуют формирования социальных навыков их решения.(2)

Что же представляет собой кейс и как организовать работу над кейсом в рамках дисциплины «Иностранный язык»?

Кейс (на иностранном языке) – это пример, взятый из реальной жизни, представляет собой не просто правдивое описание событий, а единый информационный комплекс, позволяющий понять ситуацию. Хороший кейс должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь соответствующий уровень трудности;
- иллюстрировать несколько аспектов той или иной проблемы;
- не устаревать слишком быстро;
- быть актуальным на сегодняшний день;
- иллюстрировать типичные ситуации;
- развивать аналитическое мышление;
- провоцировать дискуссию;
- иметь несколько решений.

Вопрос, касающийся организации работы над кейсом в рамках изучаемой дисциплины, имеет несколько решений. Относительно дистанционного обучения, работа над кейсом может быть реализована следующим образом:

Первый этап – знакомство с ситуацией на иностранном языке, ее особенностями. Кейс может быть представлен в контексте одной из изучаемых тем в рамках учебного модуля, изучается каждым студентом самостоятельно.

Второй этап – выделение основной проблемы (основных проблем), факторов и персоналий, которые могут реально взаимодействовать. Осуществляется посредством общения на иностранном языке в форуме в режиме он-лайн.

Третий этап – предложение концепций или тем для «мозгового штурма», реализуется через чат-общение на иностранном языке между студентами внутри одной группы.

Четвертый этап – анализ последствий принятия того или иного решения, проводится самостоятельно каждым из участников группы.

Пятый этап – решение кейса – предложение одного или нескольких вариантов (последовательности действий), указание на возможное возникновение проблем, механизмы их предотвращения и решения, предоставляется каждым студентом индивидуально в виде мини-презентации, отчета, аналитической записки и т.д. на иностранном языке.(1)

Обсуждение представленных решений кейса студентами может проходить как с участием преподавателя, так и без него, режим дискуссии может варьироваться.

Оценивание преподавателем результатов работы над кейсом осуществляется с учетом разработанных для данного метода критериев и показателей. Так, анализа кейса, выполненного студентом на иностранном языке при непубличной (письменной) презентации, можно считать удовлетворительным, если:

- было сформулировано и проанализировано большинство проблем, имеющих в кейсе;
- рождено максимально возможное количество расчётов;
- были сделаны собственные выводы на основании информации о кейсе, которые отличаются от выводов других студентов;
- были продемонстрированы адекватные аналитические методы для обработки информации;
- составленные документы по смыслу и содержанию соответствуют требованиям;
- приведённые в итоге анализа аргументы находятся в соответствии с ранее выявленными проблемами, сделанными выводами, оценками и использованными аналитическими методами.

Резюмируя вышесказанное, кейс-метод может успешно интегрироваться в процесс дистанционного обучения иностранному языку, если выполняются два основных условия: разработан кейс, адекватный целям, задачам учебного курса, а также потребностям и интересам студентов и определена методика применения кейс-метода в учебном процессе.

Литература

1. Красикова Е.Н. Деятельностные аспекты процесса создания учебного кейса //Лингвометодические проблемы преподавания иностранных языков в высшей школе: Межвуз. сб. науч. тр. /Под ред. Сокирковой Л.И. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2007. - Вып. 4. - С.75-77.
2. John Gerring Case study research: principles and practices. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ
РАЗРАБОТКИ**

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Оспанова А. О., Кошкинбаева М. Ж., Бердиева М. А (РК г. Шымкент. Южно-Казахстанский Государственный университет им. М.Ауезова. кафедра ВТ и ПО)

Abstract

In the work the issues of stable technological modes of operation of main devices of producing polysterol – reactors have been researched as well as modes of stable operation of a chemical reactor have been presented, which enables to create optimum mode parameters of polymerization process, to prevent emergency situations of chemical reactor operation in industrial conditions.

Химические реакторы полимеризации относятся к аппаратам, которые подвержены аварийным ситуациям. По имеющимся данным каждые два года происходит в среднем пять серьезных промышленных аварий, связанных с выходом реакций полимеризации из-под контроля. Поэтому системы безопасности реакторов включают в себя: систему контроля теплового режима; систему экстренного ввода в реактор ингибиторов, замедляющих или полностью прекращающих реакцию полимеризации и систему аварийного сброса давления в реакторе при резком его повышении в результате выхода реакции из-под контроля [1].

Для управления процессами производства полистиролов и создания эффективных систем управления необходимо обеспечение устойчивых режимов работы химических реакторов. Эта задача в особенности для реакторов полимеризации актуальна, т.к. процесс полимеризации является экзотермическим. Для решения этой задачи необходимо на основе математических моделей реакторов исследовать его режимы работы. Исследования устойчивости для реакторов, связанных с опасностью теплового взрыва, представляются наиболее важными. При исследовании химических реакторов, проводимой на основе математической модели, определяются условия устойчивости режима.

Наиболее опасными с точки зрения режимов работы представляются динамические режимы работы реакторов.

Динамические режимы химических реакторов характеризуются изменением во времени параметров, определяющих состояние процесса, например, концентрации, температуры, давления и др. В динамическом режиме в основном функционирует реактор периодического действия, в котором ход процесса изменяется от момента загрузки сырья до выгрузки готового продукта. Реактор непрерывного действия должен работать в стационарном, неизменном во времени режиме. Однако из-за неизбежных внеш. возмущений, например, изменения состава сырья, условий отвода или подвода теплоты, возникают отклонения от стационарного режима. Они даже могут быть незначительными и несущественными, но приводящими к заметным изменениям качества продукта, производительности реактора и даже к авариям. Динамические режимы реакторов непрерывного действия исследуют с помощью их математических моделей, представленных в виде дифференциальных уравнений в обыкновенных или частных производных.

Динамические режимы непрерывно действующего реактора идеального смешения, в котором протекает экзотермическая реакция первого порядка, описываются безразмерной системой уравнений, составленной на основе материального (1) и теплового (2) балансов [2]:

$$\frac{dx}{d\tau} = x e^{-\frac{1}{y}} + \nu(x_0 - x);$$

$$\frac{dy}{d\tau} = x e^{-\frac{1}{y}} + \nu(y_0 - y) + \omega(y_\tau - y)$$
(1)

где x, y – переменные, пропорциональные соответственно концентрации реагирующего вещества и температуре в реакторе;

x_0, y_0 – те же переменные для потока на входе реактора;

y_τ – переменная, пропорциональная температуре окружающей среды;

ν – константа, пропорциональная расходу потока на входе реактора;

ω – константа, пропорциональная коэффициенту теплопередачи и площади поверхности теплообмена с окружающей средой;

τ – время.

Одним из эффективных и наглядных способов исследования динамических режимов химических реакторов является метод фазовых плоскостей. Фазовыми координатами при этом являются переменные x и y . Вся совокупность траекторий, отвечающих различным начальным условиям, представляет собой фазовый портрет системы, который однозначно отражает динамические режимы [3]. Исследования устойчивости стационарных состояний – одна из главных задач изучения динамических режимов.

Стационарные состояния реактора изображены на фазовых портретах точками А, В, С (Рис. 1). Если траектория стремится к стационарному состоянию, то оно устойчиво и режим реактора работоспособен. Если процесс в химическом реакторе устойчивый, то фазовые траектории должны приближаться к этим точкам. Направление изменения режима реактора указывается стрелками. Если траектория выходит из стационарного состояния, то оно неустойчиво и фазовые траектории со временем отдаляются от стационарного состояния.

Фазовые портреты системы, отражающие наиболее интересные динамические режимы функционирования химических реакторов представлены на рисунке 1. Портрет 1а соответствует режиму с единственным устойчивым стационарным состоянием т.А, при отклонении от которого переменные x и y стремятся в него вернуться, тип собой точки – устойчивый узел. На портрете 1б спиральный характер траекторий означает, что режим приближения к единственному стационарному состоянию т.А является колебательным затухающим, т.е. устойчивый фокус.

Траектории на портрете 1в, отвечающие неустойчивому стационарному состоянию т.А, отдаляются от стационарной точки траектории и стремятся к замкнутой траектории Г, называемой предельным циклом, что соответствует автоколебаниям. Движение изображающей точки по Г означает незатухающие колебания x и y . Исследования таких режимов (автоколебаний) – еще одна задача изучения динамических режимов. Портрет 1г соответствует режиму с тремя стационарными состояниями, одно из которых неустойчиво. Принципиально возможен случай, когда все стационарные состояния неустойчивы. При этом они охватываются предельным циклом.

Стационарные режимы реактора определяются условием $dx/d\tau = dy/d\tau = 0$. Решение системы уравнений (1) дает значения x_s и y_s для стационарного состояния. В зависимости от параметров реактора стационарных состояний может быть одно или три; в общем случае их всегда нечетное число.

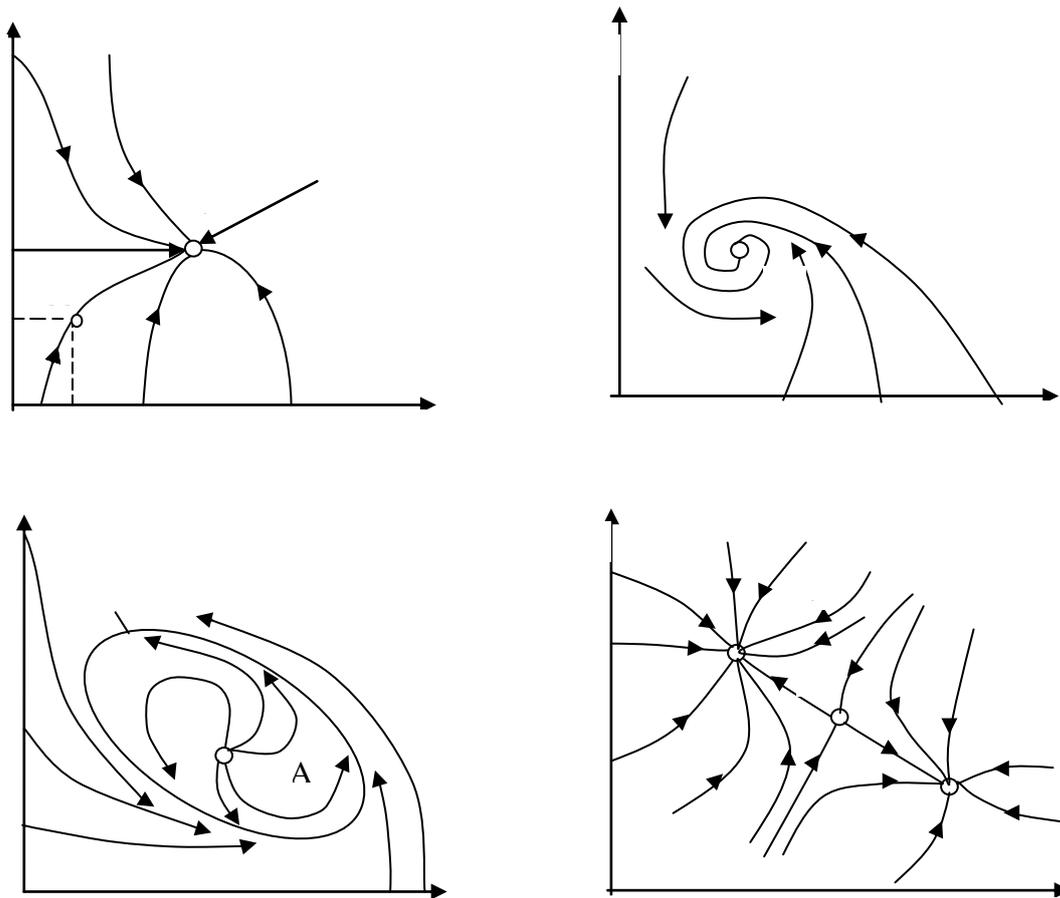


Рис.1. Фазовые портреты химических реакторов

Решения системы (1) являются функциями времени $x(\tau)$, $y(\tau)$ и начальных условий. Полученные алгебраические уравнения показывают связь установившейся температуры в реакторе T_s с температурой входной смеси T_0 .

Для проверки режима на устойчивость используется первый метод Ляпунова. Для этого необходимо линеаризовать уравнения (1), (2) в окрестности стационарного состояния и получить линейные уравнения в отклонениях $\chi = x - x_s$; $\psi = y - y_s$:

$$\begin{aligned} \frac{d\zeta}{d\tau} &= a\zeta + b\psi; \\ \frac{d\psi}{d\tau} &= c\zeta + d\psi \end{aligned} \quad (2)$$

Устойчивость линеаризованной системы уравнений (2) проверяется с помощью критерия Раунса-Гурвица:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= (a + b) > 0; \\ \Delta_2 &= (ad + bc) > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

где a, b, c, d – коэффициенты Гурвица.

Анализ этих выражений (3) в виде неравенств позволяет выявить границы $\Delta_1 = 0$ и $\Delta_2 = 0$, которые разбивают фазовую плоскость на области различных стационарных состояний (Рис. 2).

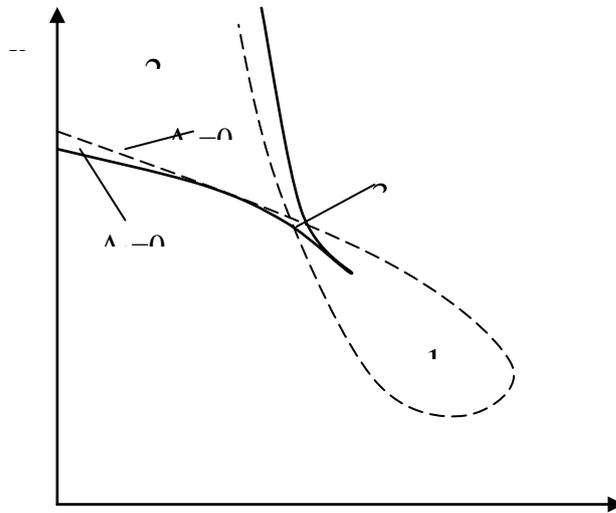


Рис.2. Области различных режимов реактора

На рисунке видно, что область плоскости параметров x_0, y_0 разбита на области различного числа и устойчивости стационарных состояний 1, 2 и 3. Фазовые портреты таких областей содержат устойчивые предельные циклы, т.е. реактор имеет устойчивые автоколебания, как представлено на рисунке 1в. График областей различных состояний (Рис.2) позволяет предсказывать устойчивость и число состояний равновесия при разных условиях ведения процесса и различных конструктивных параметрах реактора и дает полную картину о рабочих режимах работы реактора.

Анализ реальных условий производства полимеров на промышленных реакторах [4, 5] показал наличие автоколебаний у реакторов, что записано данные с контрольно-измерительных приборов в цехе КИПиА (Рис. 3).

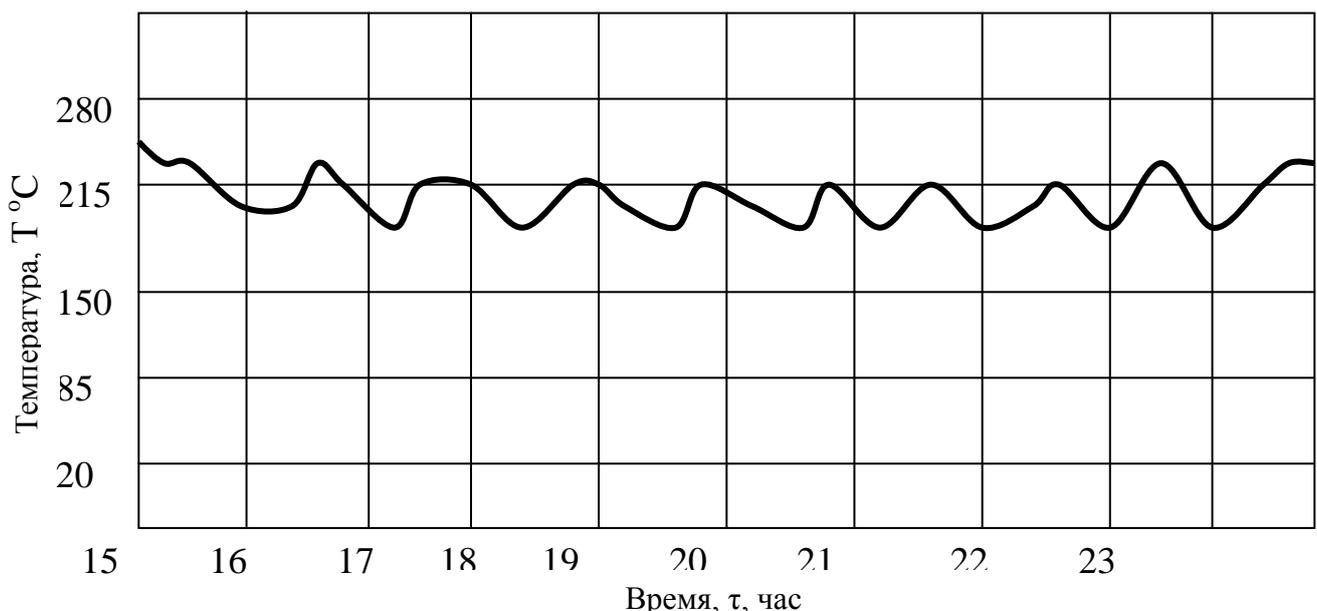


Рис.3. Автоколебания промышленных реакторов

Как видно на рисунке, автоколебания имеют относительно постоянные амплитуду и частоту и являются устойчивыми. Реактор совершает автоколебания при средней температуре порядка 210°C. Колебания температуры происходят в диапазоне 50°C, т.е. от 183°C до 233°C. Такая температура характерна для полимеризации на второй ступени или во втором реакторе.

Правильность выводов относительно наличия в реакторах устойчивых автоколебаний (Рис.2) совпадает с данными с промышленных реакторов (Рис. 3).

Таким образом, с помощью метода фазового пространства исследованы вопросы устойчивых технологических режимов работы основных аппаратов производства полистирола – реакторов.

Представлены режимы устойчивой работы химического реактора, что дает возможность создания оптимальных режимных параметров процесса полимеризации, предотвращения аварийных ситуаций работы химического реактора в промышленных условиях.

Литература

1. Крамерс Х., Вестертеп К. Химические реакторы. М.: Химия, 1967. 264с.
2. Берлин Ал. Ал., Вольфсон С.А. Кинетический метод в синтезе полимеров. М.: Химия, 1973. 360 с.
3. Денбиг К. Г. Теория химических реакторов. М.: Наука, 1968. 120 с.
4. Вольтер Б. В., Сальников Е. Т. Устойчивость режимов работы химических реакторов. – М.: Химия, 1981. – 44с.
5. Оспанова А. О., Жумадилова С. С. – Исследование устойчивости химического реактора для полимеризации стирола. //Республиканский научный журнал «Наука и образование Южного Казахстана». - №23. 2001. с.181-185.
6. Вольфсон С. А., Ениколопян Н. С., Ошмян В. Г. Моделирование полимеризационных процессов в каскаде реакторов полного смешения // Пласт, массы. 1977, №1, С. 9-11
7. Гельперин Н. И., Пибалк В. А., Констанян А. Е. Структура потоков и эффективность колонных аппаратов химической промышленности. М.: Химия, 1977.-273 с.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Бычкова С. М. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Existing software for automation of students' personal rating control process is considered in the paper. The author's experience in creating programs for students' rating control is also described.

Введение

В настоящее время все чаще обсуждается вопрос о введении балльно-рейтинговой системы контроля учебной работы студентов. Введение такого рейтинга преследует следующие цели: поддержание у студентов более высокого интереса к процессу обучения, стимулирование систематической работы студентов в семестре, повышение показателей посещаемости занятий, объективизация оценки знаний обучаемого.

Балльно-рейтинговый контроль учета успеваемости каждого студента – это инструмент управления учебным процессом, предполагающий ранжирование студентов по результатам накопленной оценки их работы [1].

В данной работе не ставилась задача изучения эффективности такого подхода к образовательному процессу. Цель работы – это изучение существующих программных решений для автоматизации учета успеваемости студентов, а также предложение собственных разработок.

Актуальность работы очевидна, поскольку внедрение балловой системы контроля успеваемости требует правильной организации большого объема методического обеспечения. Особого внимания заслуживает контроль количества баллов каждого студента, что является дополнительной нагрузкой в работе преподавателя, учитывая значительное число студентов.

1. Программные решения по учету успеваемости учащихся

Интересным для рассмотрения с организационной точки зрения является сайт www.dnevnik.ru. Данный ресурс является крупнейшей образовательной сетью России, который организован как социальная сеть для учителей, учеников и их родителей. Регистрация осуществляется только по приглашительным кодам, выдаваемым школами. Перечислим основные функции, которыми обладает данное решение и которые могут быть полезны для систем учета рейтинга студентов:

Электронный журнал – учителя в Дневнике могут выставлять оценки в тех классах, в которых они преподают, а при наличии административных прав – в любом классе школы.

Страница урока – у каждого урока есть страница, на которой можно внести все необходимые данные по уроку: тему, описание, домашние задания, перечень работ на уроке, оценки и комментарии к ним.

Электронный дневник – каждому ученику в Дневнике доступны все выставленные ему оценки по предметам и комментарии учителей. Можно просмотреть оценки по предметам за определенный период (неделя, четверть). Также доступны итоговые оценки.

Домашние задания – позволяет учителям выдавать задания и контролировать ход их выполнения, а ученикам – выполнять задания и сразу отправлять результаты учителю. Родители также могут видеть выданные их детям домашние задания. Учителю доступен архив домашних заданий для всей школы. Он может просматривать как свои домашние задания, так и за-

дания тех классов, в которых он замещает другого учителя. Ученику доступны его домашние задания. Отдельно выводятся выполненные и невыполненные задания.

Объявления – Дневник позволяет создавать школьные объявления, адресованные всей школе или только выбранным группам пользователей.

Файлы – в Дневник можно загружать практически все типы файлов: картинки, фотографии, видео, аудио, документы, архивы.

Таким образом, данный сайт хорошо продуман и имеет много дополнительных функций. Нужно отметить, что данный проект круглосуточно оказывает техническую поддержку пользователям. В работе постоянно участвует менеджер проекта, который оформляет приглашения по поданным заявкам. Но и самой школе нужен активист, который станет администратором сайта Дневник [3]. Таким образом, можно сделать вывод, что такие проекты должны постоянно поддерживаться группой специалистов.

Следующее решение, которое интересно рассмотреть – это *Microsoft Class Server* [4,5]. Представляет собой платформу для развития новых форм обучения в одном или нескольких классах или учебных заведениях. Открытая архитектура системы дает возможность использовать Class Server для взаимодействия методистов и преподавателей, преподавателей и учащихся, а также их родителей. Система может использоваться как в школах, так и в высших учебных заведениях. Class Server – это система управления учебным процессом, объединяющая пять функциональных подсистем:

- Управление учебными материалами.
- Управление учебными планами.
- Тестирование и оценка.
- Отчетность по успеваемости учащихся.
- Работа в интернете.

Рассмотрим подробнее, что включает в себя организация пункта 4, а именно отчетность по успеваемости учащихся:

4.1. Успеваемость учащихся можно просматривать по полученным ими оценкам либо по выполнению плана учебной программы.

4.2. Имеется возможность использования нескольких параметров оценки успеваемости.

4.3. Сбор сведений об успеваемости учащихся проводится через интернет в режиме реального времени.

Таким образом, Class Server – представляет собой программное решение, которое автоматизирует управление образовательным процессом. Понятно, что многие вузы являются бюджетными организациями, и их статьи расходов могут не предусматривать закупку таких дополнительных программных средств.

2. Опыт автоматизации балльно-рейтинговой системы контроля успеваемости студентов кафедры ВМ и ПО ЭВМ МГТУ

Для поддержания у студентов направления 230100.62 «ИВТ(б)» более высокого интереса к процессу обучения в течение всего второго семестра в 2011 году по дисциплине «Математический анализ» была введена балловая система. Нами были установлены следующие правила:

Каждая из тем, изучаемая по дисциплине, засчитывается студенту отдельно.

Тема делится на дидактические единицы, за каждую из которых студент набирает определенное количество баллов.

Каждая дидактическая единица темы предполагает индивидуальное задание.

Индивидуальное задание дает возможность выбора уровня сложности задачи (в зависимости от выбранного уровня студент получает определенное количество баллов; или имеет возможность сделать все задачи, получив максимальный балл).

Понятно, что систему балльно-рейтингового контроля необходимо было автоматизировать в силу большого количества электронных материалов, а также в связи с дифференциацией задач по сложности. Преподаватель не мог просто хранить, полученные результаты в своем блокноте или журнале. Из-за большого числа студентов могла произойти путаница с баллами, а также подсчет вручную занимал довольно много времени. Мы считали, что баллы каждого студента должны храниться в свободном доступе.

Для упрощения работы преподавателя было предложено следующее решение.

Необходимая функциональность автоматизации учёта успеваемости реализована в программах MS Excel и MS Word в среде Visual Basic for Applications.

Работа преподавателя начинается со страницы MS Excel, в которой учитываются дидактические единицы одной темы. Преподаватель производит клик по ячейке, находящейся на пересечении строки с Ф.И.О. студента (работа которого проверена по данной дидактической единице, и результат проверки требует фиксации) со столбцом, соответствующим выполняемому заданию. Происходит автоматический переход в документ MS Word с вариантами заданий для каждого студента. Информация в документе MS Word организована согласно таблице 1.

№ вар.	ФИО студента	1.1 (1 балл)	1.2 (2 балла)	1.3 (3 балла)
--------	--------------	--------------	---------------	---------------

Таблица 1. Пример организации информации в MS Word

В документе MS Word выделяется жирным контуром строка в таблице с фамилией и заданиями того студента, с которого началась работа на странице MS Excel. В MS Word разработана форма, которая позволяет преподавателю выделить соответствующую ячейку с заданием нужным цветом: красным – за неверное выполнение, зеленым – за верно выполненное задание, желтым – за задание, выполненное верно не с первого раза (с доработками). Полученные баллы за все решенные задачи суммируются и автоматически записываются в MS Excel. Реализована возможность отмены выделения ячейки таблицы цветом в MS Word, с автоматическим вычетом соответствующего количества баллов в MS Excel.

Отметим, что преподаватель работает с документами MS Excel и MS Word в режиме записи, а студентам должен быть доступен лишь режим чтения.

Положительные стороны предложенного решения автоматизации учета успеваемости:

Доступность (отсутствие необходимости установки дополнительного программного обеспечения на рабочем месте пользователя, т.к. решение базировалось на широко-распространенном пакете MS Office);

Модифицируемость (решение имеет открытый исходный код);

В информационной среде локальной сети кафедры ВМ и ПО ЭВМ за счет разграничения прав доступа пользовательских групп к общим ресурсам, автоматически выполняется требование к организации режимам доступа к документам MS Word и MS Excel преподавателя и студента.

К минусам решения можно отнести следующие:

Настройки безопасности запуска макросов могут помешать правильному исполнению программы. Необходимо разрешить выполнение макросов для документов, образующих собой описываемое решение автоматизации;

Зависимость решения от наличия и правильности настроек пакета MS Office.

По другим дисциплинам преподаватели также могли использовать данное решение. Но им необходимо было бы создавать новые таблицы MS Excel (поскольку каждый делит тему на дидактические единицы по своему усмотрению), создавать документы MS Word со своими заданиями, использовать пример нашего программного кода на языке Visual Basic для создания своего программного решения. Понятно, что это займет много времени, особенно для преподавателя, не имеющего опыт программирования.

В данный момент мы работаем над созданием Web - приложения. В качестве системы управления базой данных предполагается использовать СУБД MySQL. Преимущество такой СУБД – это свободное распространение, открытый исходный код и повсеместное использование в интернете. В качестве языка программирования планируется использовать PHP, поскольку данный язык прост для освоения, является свободно распространяемым и динамично развивающимся. Для существования данного решения необходим активист, который сможет выступать в роли администратора базы данных, а также для осуществления технической поддержки приложения.

Для преподавателя планируется организовать удобный интерфейс, который позволит:

Разбить дисциплину на темы.

Разбить каждую тему на дидактические единицы.

Установить количество баллов за каждую дидактическую единицу.

Загружать файл с заданиями по каждой дидактической единице.

Вести электронный журнал учета успеваемости в баллах по каждой группе.

Рейтинг студентов по дисциплине будет осуществляться автоматически. Студент сможет видеть статус о правильности выполнения каждого задания и полученные баллы.

Заключение

Разработка и внедрение программных средств контроля рейтинга студентов является трудоемкой задачей, а также нуждается в постоянном сопровождении на этапе эксплуатации. Такие средства поддержки учебного процесса требуют от преподавателя большого объема методической работы по созданию заданий в электронном виде, а также поддержки актуальной информации в системе. Необходимо регулярное обновление информации о пользователях Web-приложения и нормативно-справочной информации (дисциплины, темы и т.д.).

При разработке Web-приложения помимо реализации основной функциональности, необходимо решить следующие задачи: разграничение прав доступа пользователей, защита от злонамеренного использования и несанкционированного доступа, обеспечение отказоустойчивости и резервирование.

Литература

1. Солоненко В.А. Балльно-рейтинговый контроль: сущность и способы его осуществления, ftp://lib.herzen.spb.ru/text/solonenko_22_53_390_394.pdf
2. www.dnevnik.ru
3. Интервью с генеральным директором ООО «Дневник.ру» Гавриилом Леви, директором школы № 89 г. Санкт-Петербурга Валерией Васильевной Бартновской и директо-

- ром гимназии № 271 Людмилы Евгеньевны Спиридоновой,
http://school.edu.ru/doc.asp?ob_no=68394
4. <http://www.microsoft.com/Rus/Education/ClassServer/Default.mspх>
 5. Microsoft Class Server 3.0: платформа обучения теперь и в России,
<http://www.thg.ru/business/20041203/onepage.html>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ВОЗБУЖДАЮЩЕЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ МПУ НАКЛАДНОГО ТИПА

Карпухин Э. В., Дюдюкин А. А., Илюхин К. Н. (г. Пенза, Пензенская государственная технологическая академия)

Given article is devoted to mathematical modeling of magnetic fields of plated MCL. Result magnetic field of plated MCL is broken into components, modeling each of them in conditions of influence internal destabilization factors is carried out. The mathematical model of magnetic field of plated MCL is resulted, is drawn a conclusion on a degree of influence considered destabilization factors.

Современные условия развития промышленности привели к наличию большого разнообразия приборов для измерения и контроля уровня. Требования, предъявляемые к таким приборам различны, и зависят от области их применения. Однако главными из них остаются высокая точность и разрешающая способность, возможность работы с агрессивными средами, низкая стоимость и относительная простота конструкции. Всем этим пунктам удовлетворяют магнитострикционные преобразователи уровня (МПУ), в частности, новый класс подобных устройств – МПУ накладного типа [1-4].

В основе работы МПУ накладного типа лежит прямое магнитострикционное преобразование (ПМП) [4], которое является следствием воздействия на звукопровод из магнитострикционного материала геликоидального магнитного поля напряженностью $H_{X,Г}$ с углом закручивания γ , полученного как векторная сумма продольного магнитного поля постоянного магнита напряженностью $H_{0,П}$ и кругового магнитного поля возникающего от импульса тока записи i_x напряженностью $H_{X,К}$.

Искомая напряженность геликоидального поля $H_{X,Г}$ при этом может быть определена в соответствии с выражением

$$H_{X,Г}^2 = H_{0,П}^2 + H_{X,К}^2. \quad (1)$$

При этом на процесс формирования геликоидального магнитного поля оказывают влияние различные внутренние денормализующие факторы, основными из которых являются краевой и поверхностный эффекты, магнитная вязкость материала звукопровода [4].

Для моделирования магнитного поля постоянного магнита может быть использован метод эквивалентного соленоида [4, 5, 6]. Для его применения рассмотрим вертикальный разрез МПУ накладного типа, представленный на рисунке 1.

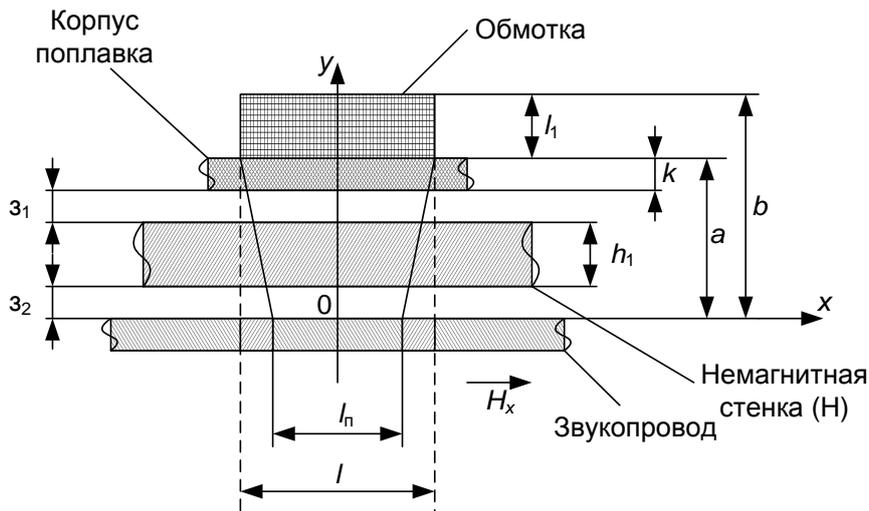


Рисунок 1 – Расчетная схема магнитного поля постоянного магнита МПУ

накладного типа по методу эквивалентного соленоида

На этой схеме, постоянный магнит был заменен эквивалентной ему по размерам катушкой индуктивности с многослойной равномерной обмоткой с числом витков W , по которой пропускается импульсный ток i_x .

Тогда напряженность поля, создаваемого многослойным соленоидом может быть найдена по формуле [4]:

$$H_x = i_x \frac{W}{\pi} \left[b \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{x_0 + l/2}{b} \right) - \operatorname{arctg} \left(\frac{x_0 - l/2}{b} \right) \right) - a \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{x_0 + l/2}{a} \right) - \operatorname{arctg} \left(\frac{x_0 - l/2}{a} \right) \right) + \frac{x_0 + l/2}{2} \ln \alpha_1 + \frac{x_0 - l/2}{2} \ln \alpha_2 \right], \quad (2)$$

$$\text{где } \alpha_1 = \frac{b^2 + (x_0 + l/2)^2}{a^2 + (x_0 + l/2)^2}, \quad \alpha_2 = \frac{a^2 + (x_0 - l/2)^2}{b^2 + (x_0 - l/2)^2}, \quad a = k + z_1 + z_2 + h_1, \quad b = a + l_1.$$

Таким образом, в зоне ПМП l формируется продольное магнитное поле напряженностью H_x . Однако на практике, за счет краевого эффекта, вызванного экспоненциальным законом распределения поля H_x , зона ПМП l сужается до зоны эффективного преобразования $l_{\Pi} < l$, которая может быть определена по формуле [4]:

$$l_{\Pi} = K_{\text{кэ}} l = l e^{-\pi x^2 \sqrt{\frac{a}{(a+l)l^4}}}. \quad (3)$$

Влияние краевого эффекта на напряженность (2) может быть учтено путем введения коэффициента краевого эффекта $K_{\text{кэ}}$, который зависит от геометрических размеров постоянного магнита.

Тогда реальная напряженность продольного магнитного поля постоянного магнита $H_{0,\Pi}$, с учетом (2) и (3) может быть определена в соответствии с выражением [4]:

$$H_{0,\Pi} = H_x K_{\text{кэ}}. \quad (4)$$

Таким образом, можно сделать вывод о существенном влиянии краевого эффекта на границе зоны ПМП и необходимости учитывать его при составлении математической модели продольного магнитного поля постоянного магнита МПУ накладного типа.

При пропускании по звукопроводу из магнитострикционного материала импульсов тока записи i_x на его поверхности согласно закону полного тока [6] будет сформировано круговое магнитное поле напряженностью

$$H_{X.K} = \frac{i_x}{2\pi R}, \quad (5)$$

где R – радиус поперечного сечения звукопровода из магнитострикционного материала.

Напряженность поля (5) повторяет закон изменения тока записи i_x , имеет направление, определяемое согласно правилу правого винта, изменяется обратно пропорционально расстоянию от оси звукопровода.

Однако, на практике на этот процесс оказывают влияние поверхностный эффект и магнитная вязкость материала звукопровода [4].

Поверхностный эффект значительно проявляется на частотах $f \geq 100$ кГц и состоит в неполном проникновении переменного магнитного поля напряженностью $H_{X.K}$ в среду звукопровода из магнитострикционного материала. На частоте $f \geq 100$ кГц условная глубина проникновения поля z определяется следующим выражением [4]:

$$z = \sqrt{\frac{2\rho_3}{\omega\mu}} = \sqrt{\frac{\rho_3}{\pi f\mu}}, \quad (6)$$

где $\rho_3 = \frac{R_3 S}{L}$ – удельное сопротивление звукопровода длиной L и площадью поперечного сечения S , R_3 – омическое сопротивление материала звукопровода, $\bar{\mu}$ – средняя магнитная проницаемость материала звукопровода, $\omega = 2\pi f$ – угловая частота токовых импульсов.

Зависимость условной глубины проникновения поля z от частоты для различных материалов звукопровода приведена на рисунке 2.

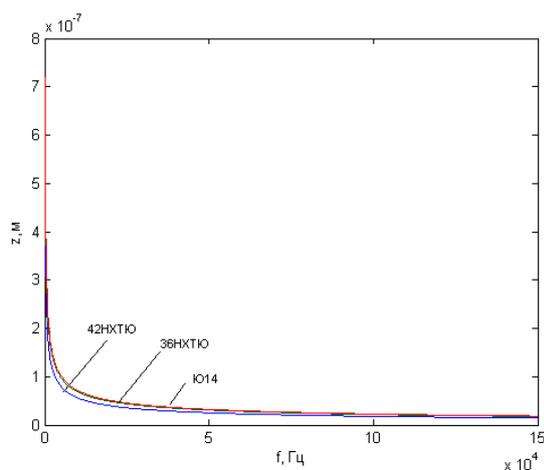


Рисунок 2 – Зависимость условной глубины проникновения поля z от частоты f для различных материалов звукопровода

Магнитная вязкость проявляется в отставании по времени изменения намагниченности магнетика от изменения напряжённости магнитного поля [4]. Учет влияния магнитной вязкости на формирование импульсного кругового магнитного поля напряженностью $H_{X.K}$ может быть осуществлен путем введения коэффициента затухания β_1 .

Таким образом, для моделирования импульсного кругового поля звукопровода МПУ накладного типа в условиях влияния дестабилизирующих факторов, таких как магнитная вязкость и поверхностный эффект, с учетом (5) и (6) может быть получено выражение [4]

$$H_{X.K} = \frac{i_x}{2\pi(R+r)} e^{-\beta_1 \frac{z}{c}}, \quad (7)$$

где r – расстояние от поверхности звукопровода, c – скорость электромагнитной волны (света).

Так как в рассматриваемом случае интерес представляет поле в эффективно проводящем поверхностном слое z , который на рабочих частотах крайне мал, при моделировании выражения (7) можно положить $r = 0$. Зависимость импульсного кругового поля звукопровода от частоты токовых импульсов различной амплитуды приведена на рисунке 3.

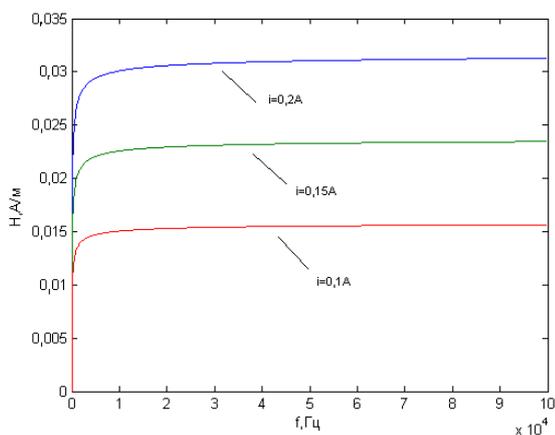


Рисунок 3 – Зависимость напряженности импульсного кругового поля от частоты токовых импульсов

На рисунке 3 видно, что влияние магнитной вязкости на формирование импульсного кругового поля в эффективно проводящем слое звукопровода на рабочих частотах МПУ накладного типа $f \geq 0,1 \text{ кГц}$ является незначительным.

Следовательно, напряженность $H_{X.K}$ результирующего геликоидального магнитного поля звукопровода накладного МПУ, может быть определена из формулы (1) с учетом (2)-(4),(6),(7). В результате моделирования выражения (1) была получена зависимость, изображенная на рисунке 4.

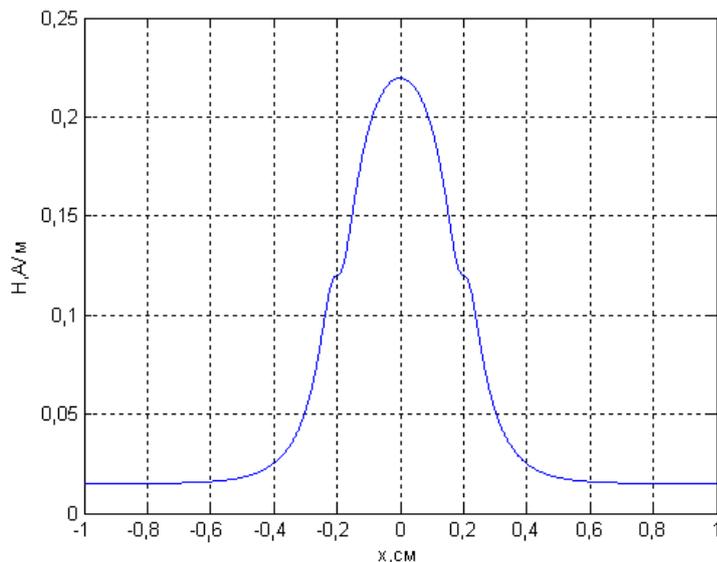


Рисунок 4 – Напряженность результирующего поля накладного МПУ

Таким образом, можно сделать вывод, что в результате математического моделирования магнитных полей МПУ накладного типа, установлено незначительное проявление магнитной вязкости и поверхностного эффекта на рабочих частотах. В то же время, краевой эффект способен оказывать существенное влияние на работу преобразователя и должен быть учтен при проведении моделирования МПУ накладного типа.

Литература:

1. Патент RU №2298154, МПК7: G01F23/28. Ультразвуковой уровнемер/ С.Б. Демин, А.С. Фролов//. Оpubл. 27.04.2007. – Бюл. №12.
2. Карпухин Э. В. Моделирование магнитных полей магнитострикционных преобразователей перемещений/ Э.В. Карпухин, С.Б. Демин, А.А. Воронцов, Н.А. Ермолаев// Наука и образование - 2011: Сб. статей международной НТК. – Мурманск: МГТУ, 2011. – С.85-91.
3. Карпухин Э. В. Моделирование магнитных полей первичного преобразователя магнитострикционного преобразователя перемещений/ Э.В. Карпухин, С.Б. Демин, А.А. Воронцов, Н. А. Ермолаев// Актуальные вопросы современной информатики: Сб. статей международной НПК, апрель 2011, в 2 т. Т.2. – Коломна: МГОСГИ, 2011. – С.24-28.
4. Демин С. Б. Магнитострикционные системы для автоматизации технологического оборудования: Монография. – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2002. – 182 с.
5. Кустов М. С. Расчет магнитных полей однородно намагниченных тел методами эквивалентного соленоида и магнитных зарядов/ М.С. Кустов, Д. В. Друина, О. О. Михайлова, И. Г. Поляков, С. Е. Ильяшенко, Р. М. Гречишкин// Вестник ТвГУ. Серия «Физика». – 2010. – №8. – С.17-35.
6. Кухлинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем./ Под ред. Е.М. Лейкина. – М.: Мир, 1983. – 520 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КЛАССОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ

Карышев А. А. (*г.Калуга, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра Систем автоматизированного проектирования*)

The article substantiates the need for identification and traceability systems in manufacturing plants. The structure of the classes for automated traceability surface mount electronic components. Provides the functionality of the classes included in the structure. Describes the activities and the effect achieved by the introduction of a traceability system in the enterprise.

В международных стандартах менеджмента качества серии ISO 9001 прослеживаемость является одним из ключевых требований и относится как к происхождению материалов и комплектующих частей, так и к истории обработки, распределению и местонахождению продукции после поставки. Система прослеживаемости нацелена на недопущение производственных рисков, например, использования в производстве материалов, не соответствующих технологии, нарушений технологического цикла, отсутствия необходимого количества или избытка необходимых в производстве материалов и комплектующих и тому подобных сбоев, приводящих в итоге к потере эффективности и появлению у заказчиков продукции, не соответствующей стандартам.

В данной работе рассматривается создание структуры классов для автоматизированной системы идентификации и прослеживаемости поверхностного монтажа электронных блоков. Актуальность подобных систем заключается в том, что с их помощью можно избежать множества затрат, сократить временные и финансовые издержки, отслеживать движение, местонахождение и состояние производимой продукции на всех стадиях производства, обработки и распределения. Автоматизированная система прослеживаемости позволяет исключить возможность реализации продукции без проведения установленных контрольных процедур и необходимых технологических операций, а также продукции с браком.

В проектируемой системе идентификация основана на использовании самоклеящихся этикеток и разработана с учетом технологических особенностей производства. В ходе проекта проводился индивидуальный подбор маркировочных материалов и оборудования. Прослеживаемость продукции осуществляется посредством составления документации, в которой делается отметка о проведении необходимых технологических и контрольных операций, указываются обнаруженные дефекты и принятые меры по их устранению. Ввиду большого объема информации (с учетом серийных номеров изделий) и большой трудоемкости полноценное ведение такого учета без средств автоматизации достаточно сложно. Автоматизированный ввод информации в базу данных системы осуществляется при помощи специализированных устройств для считывания штрихкодов.

При проектировании автоматизированной системы сопровождения поверхностного монтажа была разработана система классов, которая представляет собой объектную модель базы данных. Данная модель позволяет наиболее просто работать с информацией, которую программа получает из источника данных. Так, например, одной записи в таблице Employee соответствует объект Employee, а набору записей – объект EmployeeCollection.

Помимо классов, представляющих объектную модель, были также разработаны классы, описывающие процесс выполнения поверхностного монтажа (рис. 1).

Абстрактный класс OperationInfo описывает основную информацию о произвольной технологической операции. Данный класс был назван абстрактным, так как он не содержит полной информации о технологической операции и, следовательно, объектов от него создавать нельзя. Этот класс может служить базовым для полного описания какой-либо технологической операции. Свойствами класса являются

Components – компоненты технологической операции;

Equipments – оборудование технологической операции;

WorkPlaces – рабочие места технологической операции;

PreviousOperations – предыдущие операции для данной технологической операции;

Name – название технологической операции;

Guid – идентификатор технологической операции;

NoticeNumber – номер извещения технологической операции.

Помимо этих свойств в классе реализован конструктор, который получает в качестве входного параметра идентификатор технологической операции, считывает информацию об операции с таким идентификатором из базы данных и заполняет описанные выше свойства полученной информацией.

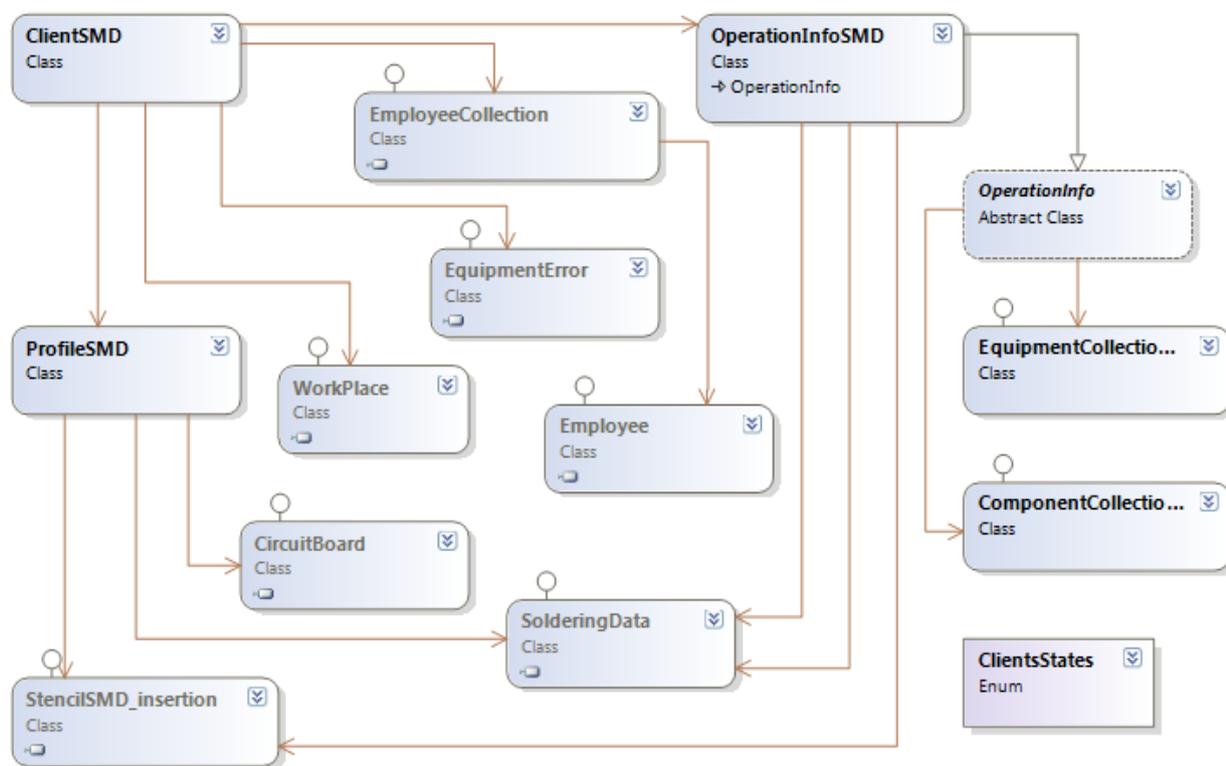


Рис. 1. Схема основных классов автоматизированной системы

Класс OperationInfoSMD является потомком класса OperationInfo. Он полностью описывает информацию о технологической операции поверхностного монтажа.

OperationInfoSMD содержит следующие свойства:

Stencil – информация о трафарете технологической операции;

MinSolderingData и MaxSolderingData – представляют собой интервалы температур для режима пайки;

CircuitBoard – тип печатной платы, используемой в данной технологической операции;

BrazingPaste – тип припойной пасты, используемой в данной технологической операции.

Помимо этих свойств в классе реализован конструктор, который получает в качестве входного параметра идентификатор технологической операции, вызывает базовый конструктор класса OperationInfo для данного идентификатора, а затем считывает информацию из базы данных и заполняет описанные выше поля.

После инициализации в системе создается объект, который хранит всю информацию о технологической операции поверхностного монтажа. В дальнейшем этот объект используется для проверки настраиваемого профиля.

Класс ProfileSMD. Перед началом выполнения операции поверхностного монтажа, операторы должны занести всю информации об операции в систему, которая впоследствии будет заноситься и храниться в базе данных. Для настройки, хранения и занесения информации в базу данных был разработан класс ProfileSMD.

Все методы класса можно разделить на 2 группы: методы, отвечающие за настройку профиля; методы, отвечающие за занесение информации о профиле в базу данных.

Настройка профиля осуществляется вызовом следующих методов:

SetStencil – заносит информацию об используемом в операции трафарете;

SetSolderingData – заносит информацию о режимах пайки;

SetBrazingPaste – заносит или обновляет информацию об используемой припойной пасте;

SetProductionElement – заносит или обновляет информацию об используемых компонентах, а также позициях станка, на которые эти компоненты установлены;

SetCircuitBoard – заносит или обновляет информацию о текущей печатной плате;

Каждый из перечисленных выше методов в конце своей работы вызывает метод IsProfileReady, который проверяет, занесена ли в профиль вся необходимая информация. Если профиль настроен полностью, то вызывается событие ProfileISPrepared, которое сообщает системе о том, что профиль настроен и можно переходить к выполнению операции SMD монтажа.

Занесение информации о профиле в базу данных (основные методы):

CreateProfile – сохраняет настроенный профиль в базу данных;

InsertCircuitBoardToDatabase – сохраняет информацию о печатной плате в базу данных;

InsertProductionElementsToDatabase – сохраняет информацию о наборе компонентов, используемых при поверхностном монтаже печатной платы;

InsertEmployeesToDatabase – сохраняет информацию о сотрудниках, настроивших профиль;

InsertSolderingDataToDatabase – сохраняет информацию о режимах пайки;

CloseProfile – заносит информацию в базу данных о том, что выполнение операции поверхностного монтажа по текущему профилю завершено.

Класс ClientSMD – основной класс подсистемы сопровождения SMD монтажа. Объект этого класса существует все время с момента запуска клиента подсистемы и до момента его закрытия. Он хранит информацию о рабочем месте, на котором запущен данный клиент, и обо всех операторах, зарегистрированных на клиенте.

Также этот класс хранит ссылки на объекты OperationInfo и ProfileSMD, позволяя отслеживать тем самым весь процесс выбора технологической операции и настройки профиля. Необходимо упомянуть, что он содержит ссылку на объект EquipmentError, который хранит всю информацию о сбое оборудования (если он произошел).

Помимо этого ClientSMD содержит группу методов, позволяющих получить информацию об объекте из базы данных по переданному штрихкоду:

GetEquipmentByBarcode – информация об оборудовании;

GetCircuitBoardByBarcode – информация о печатной плате;

GetStencilByBarcode – информация о трафарете;

GetProductionElementByBarcode – информация о компоненте;

GetOperatorByBarcode – информация об операторе.

Спроектированная система классов позволяет достаточно просто и в полной мере отслеживать процесс выполнения работ, связанных с сопровождением процесса поверхностного монтажа и позволит решать следующие задачи:

идентификация поступающих на предприятие печатных плат;

прослеживание использования промаркированных материалов и комплектующих в процессе выполнения операции поверхностного монтажа с последующим занесением всей необходимой информации в базу данных;

обеспечение информацией для своевременного изъятия из производства изделий и материалов, которые не удовлетворяют установленным требованиям.

Внедрение спроектированной автоматизированной системы сопровождения поверхностного монтажа на предприятии позволяет повысить эффективность управления качеством готовой продукции путем реализации прослеживаемости изделий, степень защищенности от контрафактной продукции, что позволит избежать необоснованных претензий по качеству продукции. Помимо этого подсистема сопровождения поверхностного монтажа обеспечивает экономический эффект за счет снижения целого ряда технических, организационных и экономических рисков заказчика.

Литература

1. Мэнгин Ч.-Г., Макклелланд С. Технология поверхностного монтажа: Пер. с англ. – М.: Мир 1990. – 276 с., ил.
2. Сускин В.В. Основы технологии поверхностного монтажа: – Рязань, Изд-во Узорочье, 2001. – 160 с., ил.
3. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем : Учебник. М: «Финансы и статистика», 2002. – 352 с.
4. Проектирование и реализация баз данных Microsoft SQL Server 2000. Учебный курс MCAD/MCSE, MCDBA Пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2003. – 512 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГПА С ДВУХВАЛЬНОЙ ГТУ МЕТОДОМ МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ С УЧЕТОМ ЗАПАЗДЫВАНИЯ

Карышев А. А. (г.Калуга, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра « Систем автоматизированного проектирования»)

Considered statistical analysis of the pumping unit with dvuzvalnoy gas-turbine plant. A mathematical model of the pumping unit with a two-shaft gas turbine plant. Emphasis on the presence of delay in the mathematical model. For statistical analysis methods of the swap matrix operators. To account for the delay using the delay matrix operator.

В последние годы большое развитие получила область теории автоматического управления, которая в своих методах использует теорию случайных процессов. Этот интерес можно объяснить тем, что сигналы некоторых классов систем автоматического управления не являются детерминированными и могут быть описаны лишь статистически.

В данной работе рассматривается статистический анализ системы газоперекачивающего агрегата с двухвальной газотурбинной установкой (ГПА с двухвальной ГТУ) с учетом запаздывания.

Газотурбинная установка с нагнетателем и газопровод представляют собой динамическую систему (объект регулирования), которую можно представить в виде отдельных элементов или звеньев. Уравнения движения элементов ГПА составляют, исходя из условий баланса мощностей (моментов) и законов сохранения массы, энергии или других свойств. Основными характеристиками любого звена являются динамические константы, определяемые расчетным или экспериментальным способом.

Качество работы таких систем во многом зависит от надежной и точной работы автоматической системы управления. Современные ГТУ оснащены системами регулирования, управления и защиты, которые позволяют автоматически управлять агрегатом при пуске и остановке, а также на эксплуатационных режимах. Специфические требования к процессу регулирования ГТУ заставляют создавать достаточно сложные системы управления, содержащие гидравлические, пневматические и электрические компоненты. Характерной чертой этих систем является наличие элементов, вносящих запаздывание в передачу управляющих и измерительных сигналов.

Применительно к решению задач устойчивости и определения качества переходного процесса будем рассматривать только малые колебания динамической системы около равновесного положения. Это означает, что математическая модель включает только линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами представленную ниже.

Рассмотрим математическую модель ГПА с регулятором давления с жесткой обратной связью.

Приведем систему уравнений к одному уравнению высокого порядка.

$$\begin{aligned}
& 0,91 \cdot 10^{-4} \delta_{2\Gamma}^9 t + 0,04 \delta_{2\Gamma} t^8 + 3,29 \delta_{2\Gamma}^7 t + 106,52 \delta_{2\Gamma}^6 t + \\
& + 1652,89 \delta_{2\Gamma}^5 t + 12276,44 \delta_{2\Gamma}^4 t + 37653,38 \delta_{2\Gamma}^3 t + \\
& + 27964,29 \delta_{2\Gamma}^2 t + 7128,69 \delta_{2\Gamma}^1 t + 563,05 \delta_{2\Gamma} t + 1,15 \delta_{2\Gamma}^4 (t - \tau) + \\
& + 438,86 \delta_{2\Gamma}^3 t - \tau + 22784,59 \delta_{2\Gamma}^2 t - \tau + 12490,27 \delta_{2\Gamma}^1 t - \tau + \quad (1) \\
& + 903,47 \delta_{2\Gamma} (-\tau) - 0,95 \cdot 10^{-5} \lambda_1(t) - 0,43 \cdot 10^{-2} \lambda_2(t) \\
& - 0,33 \lambda_1(t) - 10,37 \lambda_2(t) - 151,66 \lambda_1^4(t) - 1032,83 \lambda_2^4(t) \\
& - 2755,47 \lambda_1^5(t) - 1089,11 \lambda_2^5(t) - 112,35 \lambda_1^6(t)
\end{aligned}$$

где

$\delta_{2\Gamma} t$ - регулируемый сигнал;

$\lambda_1 t, \lambda_2 t$ - входные возмущения, причем $\lambda_1(t) = 0, \lambda_2(t) \neq 0$;

Приведем систему уравнений (1) к матричному виду. Матричный оператор левой части уравнения имеет вид.

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_1 = & 0,91 \cdot 10^{-4} \mathbf{I} + 0,04 \mathbf{P} + 3,29 \mathbf{P}^2 + 106,52 \mathbf{P}^3 + 1652,89 \mathbf{P}^4 + 12276,44 \mathbf{P}^5 + \\
& + 37653,38 \mathbf{P}^6 + 27964,29 \mathbf{P}^7 + 7128,69 \mathbf{P}^8 + 563,05 \mathbf{P}^9 + 1,15 \mathbf{P}^5 \mathbf{Del_m} + \\
& + 438,86 \mathbf{P}^6 \mathbf{Del_m} + 22784,59 \mathbf{P}^7 \mathbf{Del_m} + 12490,27 \mathbf{P}^8 \mathbf{Del_m} + \\
& + 903,47 \mathbf{P}^9 \mathbf{Del_m} \quad (2)
\end{aligned}$$

Матричный оператор правой части уравнения имеет вид.

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_2 = & -0,95 \cdot 10^{-5} \mathbf{P} - 0,43 \cdot 10^{-2} \mathbf{P}^2 - 0,33 \mathbf{P}^3 - 10,37 \mathbf{P}^4 - 151,66 \mathbf{P}^5 - \\
& - 1032,83 \mathbf{P}^6 - 2755,47 \mathbf{P}^7 - 1089,11 \mathbf{P}^8 - 112,35 \mathbf{P}^9 \quad (3)
\end{aligned}$$

Матричный оператор системы имеет вид.

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_1^{-1} \cdot \mathbf{A}_2 \quad (4)$$

Тогда матричное уравнение, связывающее вход и выход системы ГПА примет следующий вид.

$$\mathbf{C}^X = \mathbf{A} \cdot \mathbf{C}^Y \quad (5)$$

где

\mathbf{C}^X - вектор размером l искомого выходного сигнала;

\mathbf{C}^Y - вектор размером l входного возмущения;

\mathbf{A} - матричный оператор системы.

Нестационарный сигнал на входе имеет следующие статистические характеристики:

$$m_Y t = 0,1; R_{YY} t_1, t_2 = D_{YY} e^{-\alpha|t_2 - t_1|}; D_{YY} = 0,01; \alpha = 3.$$

Задача статистического анализа заключается в том, чтобы найти зависимость, определяющую автокорреляционную функцию $R_{XX}(t_1, t_2)$ и дисперсию $D_{XX}(t)$ выходного сигнала $X(t)$ и математическое ожидание $m_X(t)$, если на вход системы поступает нестационарный сигнал $Y(t)$ с автокорреляционной функцией $R_{YY}(t_1, t_2)$ и математическим ожиданием $m_Y(t)$.

Формула для вычисления спектральной характеристики $R_{XX}(t_1, t_2)$.

$$\mathbf{C}^{R_{XX}} = \mathbf{A} \mathbf{C}^{R_{YY}} \mathbf{A}^T \quad (6)$$

Таким образом, если известен матричный оператор системы \mathbf{A} и спектральная характеристика $R_{YY}(t_1, t_2)$, получив спектральную характеристику $\mathbf{C}^{R_{YY}}$ корреляционной функции $R_{YY}(t_1, t_2)$ входа $Y(t)$ по формуле (6) можно рассчитать матрицу $\mathbf{C}^{R_{XX}}$ коэффициентов Фурье автокорреляционной функции $R_{XX}(t_1, t_2)$ выходного процесса $X(t)$. Автокорреляционная функция выходного сигнала находится с помощью зависимости.

$$R_{XX}(t_1, t_2) = \Phi^T(t_1) \mathbf{A} \mathbf{C}^{R_{YY}} \mathbf{A}^T \Phi(t_2) \quad (7)$$

Где $\Phi(t) = [\varphi_0(t), \varphi_1(t) \dots \varphi_l(t)]$ некоторый ортонормированный базис.

Аналогичные формулы можно записать относительно математического ожидания.

$$\mathbf{C}^{m_X} = \mathbf{A} \mathbf{C}^{m_Y}, \quad (8)$$

$$m_X(t) = \mathbf{C}^{m_Y}{}^T \mathbf{A}^T \Phi(t) \quad (9)$$

Выражение, для дисперсии выходного сигнала:

$$D_{XX}(t) = \Phi^T(t) \mathbf{A} \mathbf{C}^{R_{YY}} \mathbf{A}^T \Phi(t) \quad (10)$$

Графики статистических характеристик m_{XX}, R_{XX}, D_{XX} ГПА с регулятором давления с гибкой обратной связью показаны на (рис.1 – рис.3) Следует отметить, что во всех случаях число полиномов Лежандра принималось: $l = 25$, а шаг $h = 0.01$. Выбор шага и числа базисных функций, обусловлены особенностями смещенных полиномов Лежандра.

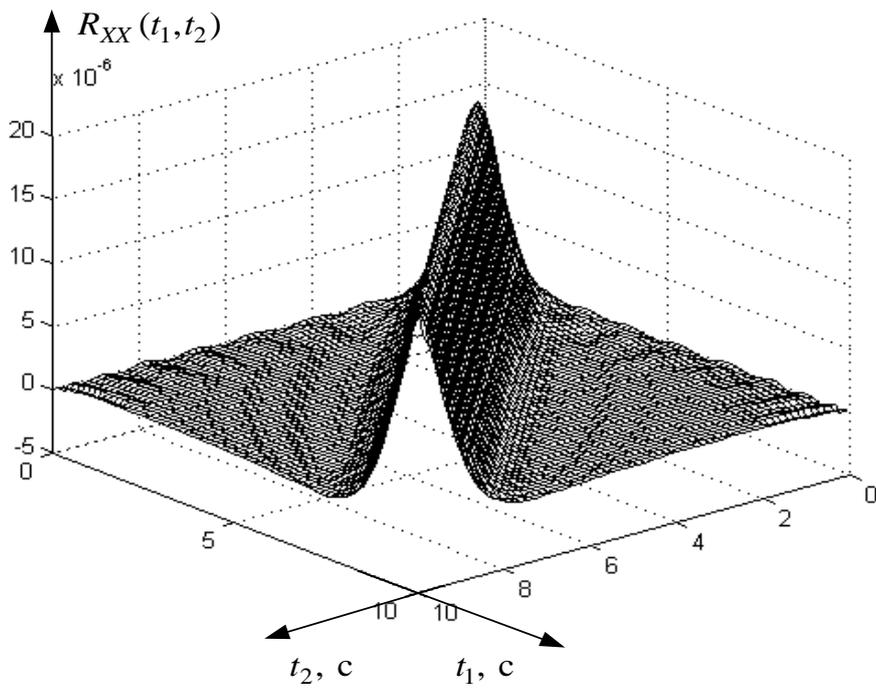


Рис. 1. График автокорреляционной функции $R_{XX}(t_1, t_2)$

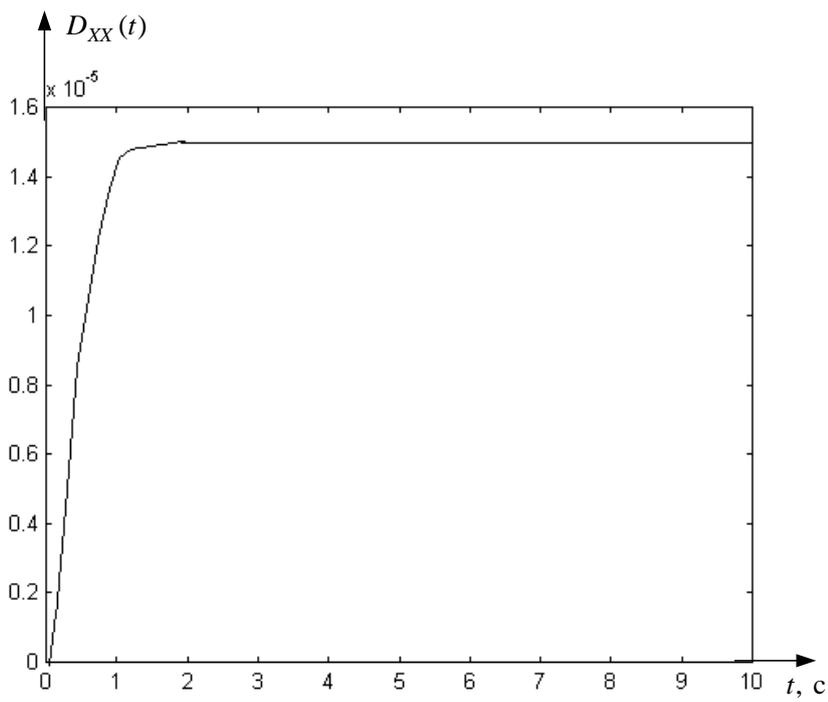


Рис.2. График дисперсии $D_{XX}(t)$

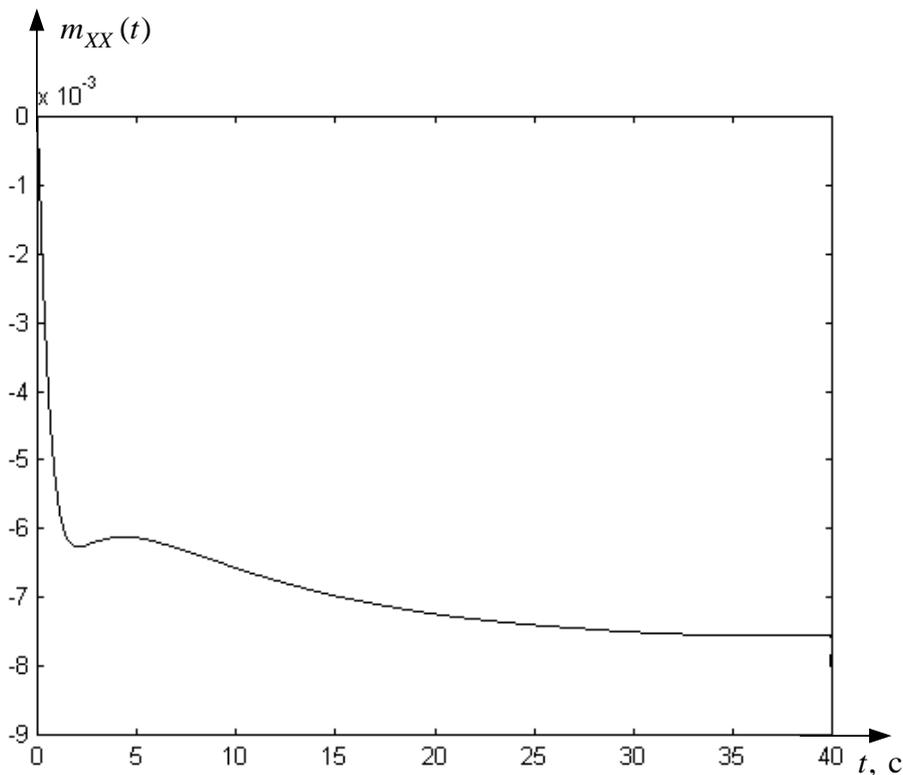


Рис. 3. График математического ожидания $m_{XX} t$

На основании графиков статистических характеристик, можно сделать следующие выводы. Дисперсия выходного сигнала $D_{XX} t$, значительно уменьшается, по сравнению с дисперсией входного сигнала, это может свидетельствовать о том, что при значительном разбросе возмущающего воздействия $\lambda_2 t$ давление в газопроводе изменится на незначительную величину. На статистические характеристики значительное влияние оказывает запаздывание, так при увеличении времени задержки происходит уменьшение дисперсии $D_{XX} t$, например, при $\tau = 0,01c$ $D_{XX} t = 1,6 \cdot 10^{-5}$, а при достижении задержкой величины $\tau = 0,1c$ дисперсия уменьшилась до значения $D_{XX} t = 0,4 \cdot 10^{-5}$, а когда задержка достигает значений от $\tau = 0,3c$ и более, выходной процесс становится расходящимся, а система неустойчивой.

Литература:

1. Карышев А. К. Динамика и управление газоперекачивающими агрегатами. Учебное пособие – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 160 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и т. Т.1.: Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / Под ред. Н. Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. –748 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАПАЗДЫВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ГПА С ДВУХВАЛЬНОЙ ГТУ

Карышев А. А. (г.Калуга, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра систем автоматизированного проектирования)

In this work considered influence of delay on quality of transient of the gas turbine. The method of matrix operators was applied to the analysis.

Системы автоматического управления (САУ), как правило, представляют собой сложные устройства. Каждая система обладает рядом особенностей, на основе которых ее относят к определенному классу. В этой работе будет рассмотрен класс систем содержащих в своей структуре звено запаздывания. Основной отличительной чертой данного класса систем является то, что у них выходная координата и ее производная зависит не только от значений входных и выходных сигналов и их производных в данный момент времени, но и от предыстории их поведения.

Запаздывание возникает практически в любых системах автоматического управления. Например, в камере сгорания газотурбинной установки при подаче с нее топлива, или передаче сигналов от регулятора, и др.

В работе рассматривается влияние запаздывания на работу газотурбинных установок (ГТУ). Они применяются в качестве основного привода нагнетателей природного газа повышающих давление до оптимального в газопроводе.

Оптимальный режим газопровода определяется наибольшим пропуском газа по газопроводу при минимальных энергозатратах. В качестве топлива ГТУ используют природный газ, а окислителем является воздух, что делает подобные системы автономными, маневренными и работающими эффективно в большом диапазоне значений нагрузки.

Математическая модель ГПА с двухвальной ГТУ представлена в виде одного дифференциального уравнения девятого порядка

$$\begin{aligned}
 &0,91 \cdot 10^{-4} \delta_{2Г}^9 t + 0,04 \delta_{2Г}^8 t + 3,29 \delta_{2Г}^7 t + 106,52 \delta_{2Г}^6 t + \\
 &+ 1652,89 \delta_{2Г}^5 t + 12276,44 \delta_{2Г}^4 t + 37653,38 \delta_{2Г}^3 t + \\
 &+ 27964,29 \delta_{2Г}^2 t + 7128,69 \delta_{2Г}^1 t + 563,05 \delta_{2Г} t + 1,15 \delta_{2Г}^4 (t - \tau) + \\
 &+ 438,86 \delta_{2Г}^3 t - \tau + 22784,59 \delta_{2Г}^2 t - \tau + 12490,27 \delta_{2Г}^1 t - \tau + \quad (1) \\
 &+ 903,47 \delta_{2Г} (-\tau) - 0,95 \cdot 10^{-5} \lambda_1(t) - 0,43 \cdot 10^{-2} \lambda_2(t) \\
 &- 0,33 \lambda_1(t) - 10,37 \lambda_2(t) - 151,66 \lambda_1(t) - 1032,83 \lambda_2(t) \\
 &- 2755,47 \lambda_1(t) - 1089,11 \lambda_2(t) - 112,35 \lambda_1(t)
 \end{aligned}$$

где

$\delta_{2Г} t$ - регулируемый сигнал,

$\lambda_1 t, \lambda_2 t$ - входные возмущения, причем $\lambda_1(t) = 0, \lambda_2(t) \neq 0$,

τ - постоянная времени запаздывания.

Матричный оператор левой части уравнения имеет вид.

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_1 = & 0,91 \cdot 10^{-4} \mathbf{I} + 0,04 \mathbf{P} + 3,29 \mathbf{P}^2 + 106,52 \mathbf{P}^3 + 1652,89 \mathbf{P}^4 + \\
& + 12276,44 \mathbf{P}^5 + 37653,38 \mathbf{P}^6 + 27964,29 \mathbf{P}^7 + 7128,69 \mathbf{P}^8 + \\
& + 563,05 \mathbf{P}^9 + 1,15 \mathbf{P}^5 \mathbf{Del_m} + 438,86 \mathbf{P}^6 \mathbf{D} + 22784,59 \mathbf{P}^7 \mathbf{Del_m} + \\
& + 12490,27 \mathbf{P}^8 \mathbf{Del_m} + 903,47 \mathbf{P}^9 \mathbf{Del_m}
\end{aligned} \quad (2)$$

Матричный оператор правой части уравнения имеет вид.

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_2 = & -0,95 \cdot 10^{-5} \mathbf{P} - 0,43 \cdot 10^{-2} \mathbf{P}^2 - 0,33 \mathbf{P}^3 - 10,37 \mathbf{P}^4 - 151,66 \mathbf{P}^5 - \\
& - 1032,83 \mathbf{P}^6 - 2755,47 \mathbf{P}^7 - 1089,11 \mathbf{P}^8 - 112,35 \mathbf{P}^9
\end{aligned} \quad (3)$$

где

$\mathbf{Del_m}$ - матричный оператор запаздывание в базисе полиномов Лежандра,

\mathbf{P} - матричный оператор интегрирования в базисе полиномов Лежандра,

\mathbf{I} - единичная матрица.

Матричный оператор системы имеет вид.

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_1^{-1} \cdot \mathbf{A}_2 \quad (4)$$

Тогда матричное уравнение, связывающее вход и выход системы ГПА примет вид.

$$\mathbf{C}^X = \mathbf{A} \cdot \mathbf{C}^Y \quad (5)$$

где

\mathbf{C}^X - вектор размером l искомого выходного сигнала,

\mathbf{C}^Y - вектор размером l входного возмущения,

\mathbf{A} - матричный оператор системы.

Имея уравнение (5) связывающее вход и выход системы, можно провести детерминированный анализ системы при различном значении запаздывания. В нормальном режиме функционирования ГПА на вход системы подается возмущающее воздействие $\lambda_2 \quad t = 0,1$.

Запаздывание, возникающая при подаче топлива в камеру сгорания, будет равняться $\tau = 0,1c$. Детерминированный анализ проводился с шагом $h = 0,001$ и числе удерживаемых полиномов Лежандра $l = 25$.

На рис.1 – рис.4 представлены графики исследования влияния запаздывания на качество выходного процесса $\delta_{2\Gamma} \quad t$ при $\tau = 0,1c$; $\tau = 0,3c$; $\tau = 0,5c$; $\tau = 1c$. соответственно. В системе используется регулятор с жесткой обратной связью.

Переходная характеристика $\delta_{2\Gamma} \quad t$ получена при числе полиномов Лежандра $l = 20$, шаге $h = 0,001$. Пунктирной линией обозначен график переходной характеристики при запаздывании $\tau = 0c$.

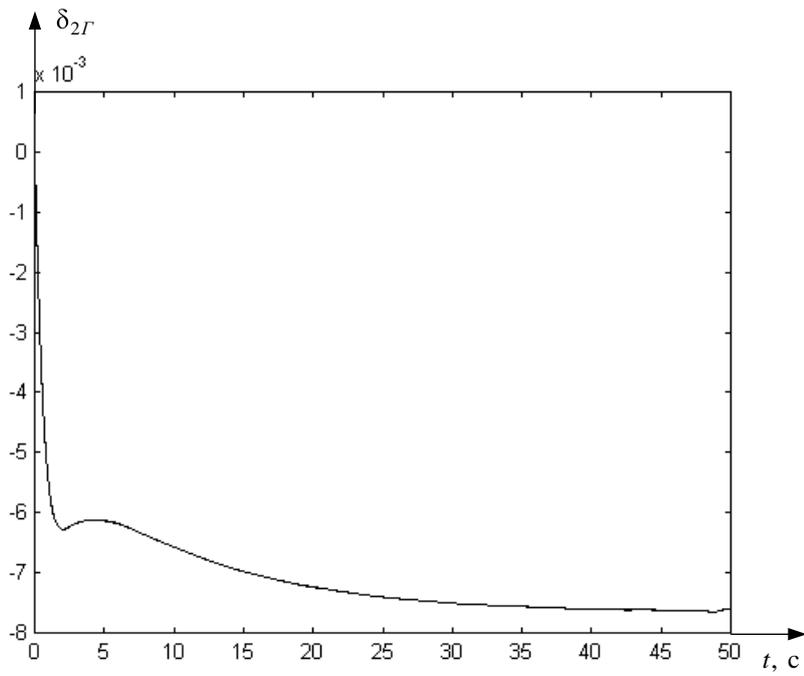


Рис. 1. График переходной характеристики $\delta_{2\Gamma} t$ при $\tau = 0,1\text{с}$.

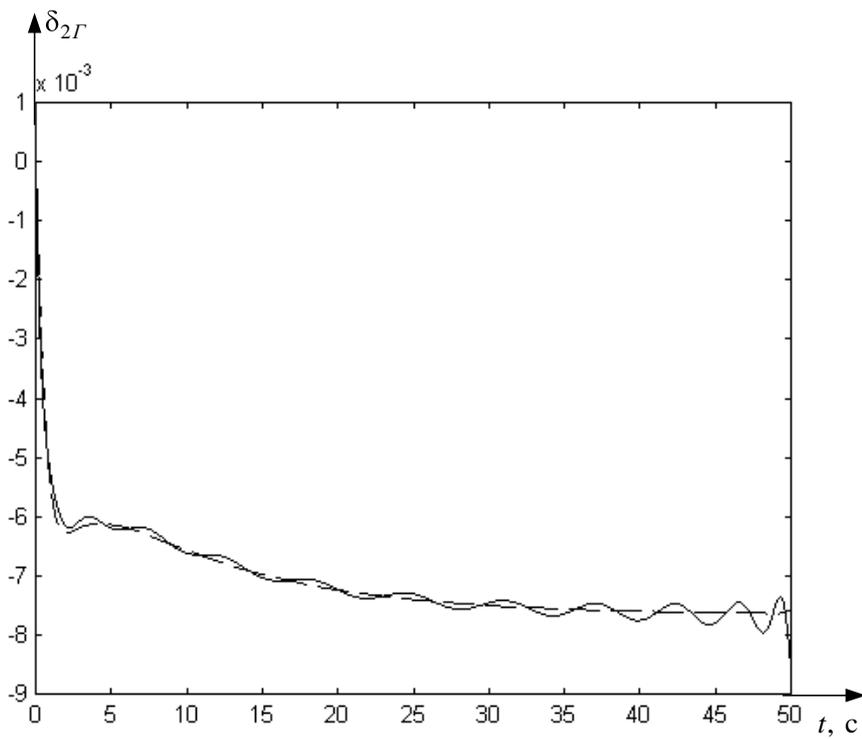


Рис. 2. График переходной характеристики $\delta_{2\Gamma} t$ при $\tau = 0,3\text{с}$.

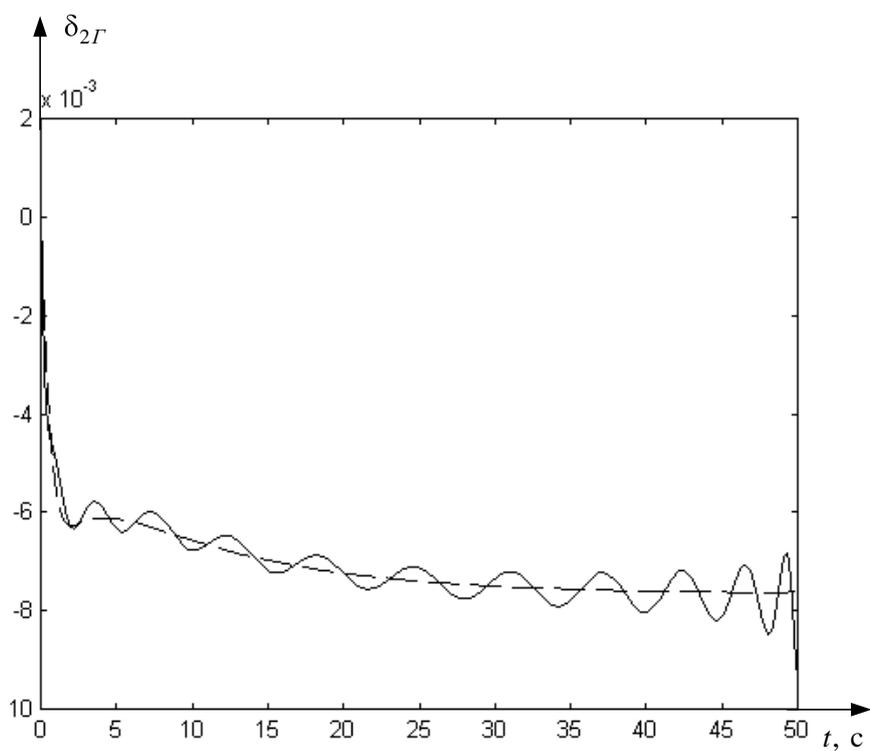


Рис. 3. График переходной характеристики $\delta_{2\Gamma} t$ при $\tau = 0,5c$.

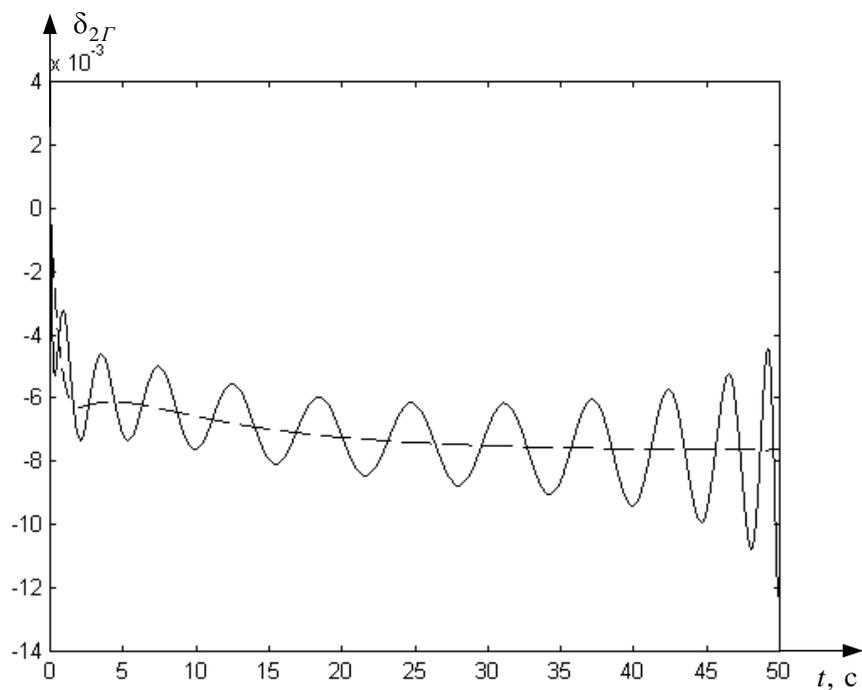


Рис. 4. График переходной характеристики $\delta_{2\Gamma} t$ при $\tau = 1c$.

На основании графиков переходных процессов для выходного сигнала $\delta_{2\Gamma} t$, представленных на рисунках, можно сделать следующие выводы. Давление за нагнетателем при заданном входном воздействии $\lambda_2 = 0.1$ изменилось на 0,766% (без регулятора 2%), этот результат

является приемлемым при заданной величине неравномерности $\delta_p = 0.05$, время переходного процесса составило 20 секунд.

На качество переходного процесса величины $\delta_{2Г} t$ серьезное влияние оказывает запаздывание, возникающее при подаче топлива в камеру сгорания. Так при достижении величины запаздывания $\tau = 0,3с$ и более переходная характеристика выхода $\delta_{2Г} t$ становится расходящейся, а система неустойчивой.

Литература

1. Карышев А.К. Динамика и управление газоперекачивающими агрегатами. Учебное пособие – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 160 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и т. Т.1.: Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. –748 с.

О ТЕОРИИ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПАРОГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА

Коледин В. В. (г. Бирск, Бирская государственная социально педагогическая академия, кафедра математического анализа и прикладной математики)

In this work is represented the linear approximation of the combined-cycle bubble's instability problem.

Известно, что паровой пузырёк в жидкости за счёт действия капиллярных сил на межфазной поверхности всегда неустойчив [1,2]. Будем считать, что в паровом пузырьке находится газовый зародыш. Для анализа развития неустойчивости запишем в линейном приближении основные уравнения, описывающие радиальное движение пузырька в жидкости. Пусть T_0, a_0, p_0, p_{u0} и p_{g0} – температура, радиус пузырька, значение давления жидкости и пара в пузырьке, а также давление газового зародыша при этих параметрах пузырёк находится в состоянии равновесия, тогда имеем [3]:

$$p_{u0} + p_{g0} = p_0 + 2\sigma/a_0, \quad T_0 = T_s \left(\frac{p_0}{p_{u0}} \right)^{\gamma} \quad (1)$$

Здесь σ – коэффициент поверхностного натяжения, $T_s \left(\frac{p_0}{p_{u0}} \right)^{\gamma}$ – равновесная температура фазовых переходов, соответствующая значению давления p_{u0} .

Поскольку, согласно (1) давление в пузырьке всегда больше, чем давление в жидкости, то жидкость в парогазовом пузырьке всегда перегрета по отношению к равновесной температуре $T_s \left(\frac{p_0}{p_{u0}} \right)^{\gamma}$ для давления жидкости вне пузырька $p_0 < T_s \left(\frac{p_0}{p_{u0}} \right)^{\gamma}$.

Рассмотрим малые отклонения радиуса парового пузырька от значения a_0 . Текущее значение радиуса представляем как $a = a_0 + a'$, $|a'| \ll a_0$, где a' – возмущение радиуса. В дальнейшем, как это принято в акустике, знак штрих после линеаризации будем опускать. Запишем уравнение Релея-Ламба для возмущений радиуса a , давления пара p_u и давления газа p_g полагая, что давление в жидкости p постоянно $p = p_0$:

$$\rho_l^0 \left(a_0 \frac{d^2 a}{dt^2} + \frac{4v_l^0}{a_0} \frac{da}{dt} \right) = p_u + p_g + \frac{2\sigma}{a_0^2} a, \quad (2)$$

Исходя из закона сохранения массы, запишем уравнение для изменения массы парового пузырька:

$$\frac{1}{\rho_{u0}} \frac{\partial \rho_u}{\partial t} + \frac{3}{a_0} \frac{\partial a}{\partial t} = \frac{3\lambda_l}{a_0 \rho_{u0} l} \left(\frac{\partial T_l}{\partial r} \right)_{a_0}, \quad (3)$$

Чтобы определить тепловой поток к поверхности пузырька, необходимо записать уравнение теплопроводности жидкости вокруг пузырька:

$$\rho_l^0 c_l \frac{\partial T_l}{\partial t} = \lambda_l \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T_l}{\partial r} \right), \quad (4)$$

где $\rho_l^0, \rho_u^0, T_l, v_l, c_l, \lambda_l, l$ – плотность жидкости, возмущение температуры, коэффициент поверхностного натяжения, вязкость жидкости, теплопроводность жидкости, теплота парообразования, удельная теплоёмкость пара при постоянном давлении, показатель адиабаты.

Граничные условия для уравнения теплопроводности в жидкости примем как

$$T_l = T_a \text{ при } r = a_0 \text{ и } T_l = 0 \text{ при } r = \infty. \quad (5)$$

Решение уравнений (2), (3) и (4) ищем в виде

$$a = A_a e^{\lambda t}, \quad T_u = A_u e^{\lambda t}, \quad T_l = A_T e^{\lambda t}, \quad (6)$$

где λ и A_a, A_u, A_T соответственно инкремент (определяющий характерное время $t = 1/\lambda$, в течение которого амплитуда колебаний возрастает в e раз) и амплитуды колебаний радиуса пузырька, давления пара и температуры жидкости.

Подстановка (6) в уравнения (2), (3) и (4) дает следующие выражения:

$$\left(\rho_l^0 \lambda^2 a_0 + \frac{4v_l \lambda \rho_l^0}{a_0} + \frac{3p_{g0}}{a_0} - \frac{2\sigma}{a_0^2} \right) A_a - \frac{(\rho_{u0}^0 l + p_{g0})}{T_0} A_u = 0 \quad (7)$$

$$\frac{3\lambda}{a_0} A_a + \frac{\dot{\rho}_u}{\rho_{u0}} \lambda A_u - \frac{3\lambda_l}{a_0 \rho_{u0}^0 l} \left(\frac{\partial A_T}{\partial r} \right) = 0 \quad (8)$$

$$r^{-2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dA_T}{dr} \right) = k^2 A_T, \quad k = \sqrt{\lambda / v_l}, \quad v_l = \lambda_l / \rho_l^0 c_l \quad (9)$$

где v_l – коэффициент температуропроводности жидкости.

Общее решение уравнения (9) имеет вид:

$$A_T = \frac{C_1 \exp\left(\frac{r}{a_0}\right) + C_2 \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right)}{r} \quad (10)$$

Из граничных условий (5) получаем

$$C_2 = a_0 \exp\left(\frac{a_0}{a_0}\right) A_u, \quad C_1 = 0. \quad (11)$$

Учитывая выражения (11), вместо (10), имеем:

$$A_T = A_u \frac{a_0}{r} \exp\left(-\frac{r - a_0}{a_0}\right) \quad (12)$$

На основании этого решения имеем:

$$\left(\frac{dA_T}{dr} \right)_{a_0} = -A_u \frac{(+ka_0)}{a_0} \quad (13)$$

После подстановки (13) в уравнение (8), получим:

$$3 \frac{\lambda}{a_0} A_a + \left(\beta v_l \frac{(+ka_0)}{a_0^2} + \lambda \right) A_p = 0 \quad (14)$$

$$\beta = 3 \left(1 - \frac{(\rho_{pu}^0 T_0 / l)^2 (\rho_l^0 c_l / \rho_{u0}^0 c_{pu})}{\rho_{u0}^0 c_{pu}} \right) \quad (15)$$

Система уравнений (8) и (14) для амплитуд возмущений A_a и A_p является линейно однородной. Чтобы система имела нетривиальное решение ($A_a \neq 0$ и $A_p \neq 0$), необходимо равенство нулю определителя, составленного из коэффициентов A_a и A_p . Из этого условия получаем характеристическое уравнение

$$\psi(\lambda) = \rho_l^0 \lambda^2 a_0^2 + 4\rho_l^0 \lambda v_l^0 + \frac{3p_{v0} Y^2 \left(1 + \frac{p_{g0}}{\rho_{v0}^0 l}\right)}{Y^2 + \beta + Y} + 3p_{g0} - \frac{2\sigma}{a_0} = 0, \quad (16)$$

$$Y = a_0 k = \sqrt{a_0^2 \lambda / v_l^0} \quad (17)$$

Видно, что функция $\psi(\lambda)$ при $\lambda \geq 0$ непрерывна и удовлетворяет условиям

$$\psi(0) = -2\sigma/a_0 < 0 \text{ и } \psi(\lambda) \rightarrow +\infty \text{ при } \lambda \rightarrow \infty. \quad (18)$$

Следовательно, уравнение (16) относительно λ всегда имеет положительный корень. В уравнении (16) первое, второе и третье слагаемые выражают эффекты радиальной инерции жидкости, вязкости жидкости и процессов тепломассообмена на развитие неустойчивости.

Чтобы определить при каком условии парогазовый пузырек будет устойчивым, воспользуемся уравнением (1).

Используя малые возмущения для такой системы

$$p_l = p_0 + p'_l, \quad p_v = p_{v0} + p'_v, \quad p_g = p_{g0} + p'_g, \quad a = a_0 + a' \quad (19)$$

причем $p_{v0} = p_s(T_0)$, а возмущением давления пара будем пренебрегать. Поведение газа будем считать изотермическим. Учитывая, что газ не участвует в процессе массообмена, для возмущений p'_g и a' имеет место связь

$$\frac{p'_g}{p_{g0}} = -3 \frac{a'}{a_0} \quad (20)$$

линеаризуя уравнение (1), учитывая при этом (19), получим

$$p_l = \left(\frac{2\sigma}{a_0^2} - 3p_{g0} \right) \frac{a'}{a_0} \quad (21)$$

Здесь знак штриха для возмущений параметров опущены. Из (20) следует, что если паровые пузырьки содержат газ с парциальным давлением p_{g0} , удовлетворяющим условию

$$p_{g0} > \frac{2\sigma}{3a_0} \quad (22)$$

то парогазовый пузырек является устойчивым.

Литература

- Шагапов В.Ш. Об устойчивости пузырьковой парожидкостных сред // Изв. АН СССР, 1986. № 50. С. 516-522.
- Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ ПОЛУЧЕННОЙ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ

Лобейко В. И., Поляков С. В., Старусев А. В. (г.Знаменск, Астраханская область, филиал Астраханского государственного университета, кафедра математики и информатики)

In the report the valuation method of merit figures of the tested technical systems, based on usage of the aprioristic information on laws of allocation of merit figures of tested systems is presented.

Сложную автоматизированную систему управления при проведении трудоёмких исследований обычно разбивают на такую совокупность подсистем, которая реально отражала бы работу и функциональное взаимодействие всех её элементов. При этом соединение подсистем между собой осуществляется с помощью внутренних связей с обязательным указанием того, какой функцией выходов одних элементов являются соответствующие входы других, образуя таким образом иерархическую схему [1][4].

Характеристики i – го уровня иерархии определяются характеристиками средств, подсистем и алгоритмов, соответствующих рассматриваемому уровню, и зависят в общем случае от характеристик низких уровней и от условий работы этих средств и подсистем [3][5]. Последние формируются внешними условиями работы АСУ и её алгоритмом управления. Характеристики низких уровней – это частные параметры и технические характеристики средств, такие, как точностные характеристики радиотехнических средств системы, аэродинамические и другие характеристики управляемых средств.

При оценке характеристик сложных систем весьма важно доказать, что при расчёте показателя эффективности системы

$$\mathcal{E} = \int F(\lambda) \mu d\lambda \quad (1)$$

для условий, характеризуемых вероятностной мерой $\mu d\lambda$ может быть использована априорная информация, полученная на предшествующих этапах испытаний (наземной отработки, стендовых испытаний, математического моделирования). Вектор λ означает условия работы системы. В общем случае компоненты вектора λ влияют как на конечные (выходные) показатели системы, так и на характеристики её средств.

Необходимо объединить всю имеющуюся информацию об испытываемой системе в рамках единого алгоритма оценки.

Реализацию метода рассмотрим для одномерного случая, когда необходимо определить скалярный показатель \mathcal{E} при условии, что на предшествующих этапах испытаний рассчитаны оценки $\mathcal{E}_1^*, \mathcal{E}_2^*, \dots, \mathcal{E}_i^*$ и им соответствующие дисперсии $D_1^*, D_2^*, \dots, D_i^*$ для различных вероятностных мер $\mu_1(d\lambda), \mu_2(d\mu), \dots, \mu_i(d\lambda)$. Обозначим через n_1, n_2, \dots, n_i число экспериментов, проведённых для расчёта оценок $\mathcal{E}_1^*, \mathcal{E}_2^*, \dots, \mathcal{E}_i^*$, а через n_{i+1} - число экспериментов, назначенное на $(i+1)$ – й этап испытаний. Для того чтобы использовать при оценке интеграла (1) имеющуюся априорную информацию представим вероятностную меру в виде

$$\mu(d\lambda) = \sum_{f=1}^i C_f \mu_f(d\lambda) + C_{i+1}(\lambda) \mu_{i+1}(d\lambda), \quad (2)$$

где C_f, \dots, C_i - скалярные коэффициенты; $C_{i+1}(\lambda)$ - скалярная функция аргумента λ ; $\mu_{i+1}(d\lambda)$ - неизвестная вероятностная мера, дополняющая композицию известных вероятностных мер μ_f, \dots, μ_i до заданного распределения μ . Тогда комбинированная оценка интеграла (1) имеет вид

$$\tilde{\Theta} = \sum_{f=1}^i C_f \Theta_f^* + \Theta^*(\mu_{i+1}), \quad (3)$$

$$\text{где } \Theta^*(\mu_{i+1}) = \frac{1}{n_{i+1}} \sum_{i=1}^{n_{i+1}} C_{i+1}(\lambda) f(\lambda_i); \quad \Theta_f^* = \frac{1}{n_f} \sum_{i=1}^{n_f} f(\lambda_i) \quad (4)$$

Из приведённых соотношений следует, что на $(i+1)$ -м этапе испытание должно осуществляться для условий, соответствующих вероятностной мере μ_{i+1} , которая в общем случае отлична от меры $\mu(d\lambda)$. В этом состоит особенность реализации метода, которая подчёркивает характер постановки статистических экспериментов на $(i+1)$ этапе испытаний.

Используя (4), определяем несмещённость оценок вида (5):

$$E\tilde{\Theta} = \int F(\lambda) \left[\sum_{f=1}^i C_f \mu_f(d\lambda) + C_{i+1}(\lambda) \mu_{i+1}(d\lambda) \right] = \int F(\lambda) \mu(d\lambda) = \Theta.$$

Дисперсия комбинированной оценки $\tilde{\Theta}$ будет

$$D\tilde{\Theta} = \sum_{f=1}^i C_f^2 D\Theta_f^* + \frac{1}{n_{i+1}} \int [C_{i+1}(\lambda) F(\lambda) - \Theta(\mu_{i+1})]^2 \mu_{i+1}(d\lambda);$$

$$\Theta(\mu_{i+1}) = \int C_{i+1}(\lambda) F(\lambda) \mu_{i+1}(d\lambda) \quad (5)$$

Так как $E\tilde{\Theta} = \Theta$, то величина $D\tilde{\Theta}$ принята в качестве меры точности комбинированной оценки. Основная особенность метода заключается в выборе коэффициентов C_f и функции $\mu_{i+1}(d\lambda)$ из условия минимизации функционала

$$D\tilde{\Theta} = D[C_1, \dots, C_i, \mu_{i+1}(d\lambda)] = \min_{\substack{C_1, \dots, C_i \\ \mu_{i+1}(d\lambda)}} \quad (6)$$

при ограничении (4).

Выигрыш в точности оценки показателя эффективности $\tilde{\Theta}$ предлагаемым комбинированным методом определяется отношением дисперсий оценок

$$\psi = \frac{D(\Theta)}{D(\tilde{\Theta})}, \quad (7)$$

где $D(\Theta)$ – дисперсия оценки, полученной обычным методом статистических испытаний [2].

Вывод: Применение изложенного метода на этапе испытаний сложных технических систем позволяет использовать всю априорную информацию о системах, полученную на различных этапах их создания.

Предлагаемый метод применим при испытаниях различных сложных систем, что говорит о его универсальности.

Предложенный метод повышает точность оценки показателей качества испытываемых систем, так как позволяет объединить всю информацию от испытываемой системы в рамках единого алгоритма оценок.

Литература

1. Бусленко Н. П. Теория больших систем / Н. П. Бусленко.- М.: Наука, 1969.- 437с., ИЛ.
2. Ван Дер Варден Б. Л. Математическая статистика. Перевод с немецкого / Б. Л. Ван Дер Варден.- М.: Издательство иностранной литературы, 1960.- 431с.
3. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: Учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511с.
4. Гайдес М.А. Общая теория систем (системы и системный анализ). – Винница: Глобус – пресс, 2005. – 201с.
5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. Перевод с английского / Х. Шенк.- М.: Мир, 1972.- 382с., ИЛ.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА

Маслобоев А. В. (г. Апатиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория Региональных информационных систем)

The paper considers research and work out results in the field of computer technologies engineering for regional development global safety management information support. The network-centric architecture multilayer model and functional components of the agent-based integrated information infrastructure for region global safety management support have been developed. The new type of cognitive software agents with simulation-based hybrid architecture has been represented.

Анализ современных тенденций развития науки и технологий показывает, что существенно важной для экономики и обороноспособности нашей страны является проблема обеспечения глобальной безопасности в различных сферах и уровнях организации социума с учетом специфических особенностей, динамики и структурных трансформаций социально-экономической среды. Особую актуальность и высокую значимость данная проблема приобретает для арктических регионов Российской Федерации, превращающихся в одну из основных баз будущего развития страны [1]. На сегодняшний день Арктическая циркумполярная зона РФ (АЗ РФ) – это не только зона столкновения международных интересов на фоне "Клондайка" природных ресурсов, но и «кухня» глобального политического климата.

Исследования отечественных и зарубежных научных школ [2-4] в рассматриваемой проблемной области носят междисциплинарный фундаментальный характер и нацелены, главным образом, на разработку новых и совершенствование существующих структур, механизмов и моделей управления сложными социально-экономическими системами для повышения эффективности и безопасности их функционирования на основе когнитивных информационных технологий, инструментов моделирования и средств телекоммуникаций.

Согласно «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» одной из главных целей государственной политики РФ в Арктике с точки зрения обеспечения национальной безопасности страны является развитие сферы информационных технологий и связи. В связи с этим, генеральной целью исследований, промежуточные результаты которых представлены в данной статье, является разработка мультиагентных моделей и технологий создания и использования открытых одноранговых проблемно-ориентированных распределенных систем информационно-аналитической поддержки управления глобальной безопасностью регионального развития, обеспечивающих возможность формирования виртуальных организационных структур для решения конкретных задач в области обеспечения безопасности функционирования региональных подсистем и их компонентов, а также согласованного информационного взаимодействия субъектов безопасности.

Выделены основные задачи в области управления глобальной безопасностью регионального развития в АЗ РФ:

Создание сетевой информационной инфраструктуры поддержки управления региональной безопасностью и ее интеграция в единое информационное пространство (ЕИП) АЗ РФ. ЕИП представляет собой интегрированную информационную среду, которая рассматривается как

комплекс проблемно-ориентированных, взаимоувязанных и взаимодействующих информационных подсистем.

Информационно-аналитическая поддержка деятельности организационных структур и специализированных когнитивных центров в области обеспечения безопасности функционирования региональных подсистем для защиты территорий, населения и критически важных объектов АЗ РФ от угроз чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Эффективность деятельности региональных организационных структур безопасности во многом зависит от их согласованной работы.

Сетевая информационная инфраструктура управления региональной безопасностью (СИИБР) представляет собой открытую расширяемую многофункциональную информационно-аналитическую среду, ориентированную на управление комплексной безопасностью развития региональной социально-экономической системы, наделенную потенциалом к саморазвитию и способностью адаптации к динамичному стохастическому характеру функционирования внешнего и внутреннего окружения региона. В качестве технологической платформы для практической реализации и развертывания СИИБР предложено использовать современные технологии одноранговых мультиагентных распределенных информационных систем [1] и принципы сетецентрического управления [5].

Мультиагентный подход является адекватным средством создания открытой расширяемой саморазвивающейся информационной среды поддержки управления безопасностью развития региона, учитывая распределенность, динамичность и структурную сложность образующих его подсистем. На интеллектуальных про-активных агентов могут быть возложены функции управления отдельными аспектами безопасности регионального развития, а на основе проблемно-ориентированных коалиционных взаимодействий агентов возможно будет обеспечить эффективное функционирование самоорганизующейся СИИБР и ее отдельных компонентов, а также поддержание приемлемого уровня безопасности на перспективу. В ходе исследований предложен новый класс когнитивных программных агентов с имитационным аппаратом [6], имеющих гибридную InteRRap-архитектуру (рис. 1), что обеспечило базис для разработки новых решений в области создания и использования ситуационных мультиагентных информационных систем поддержки принятия решений.

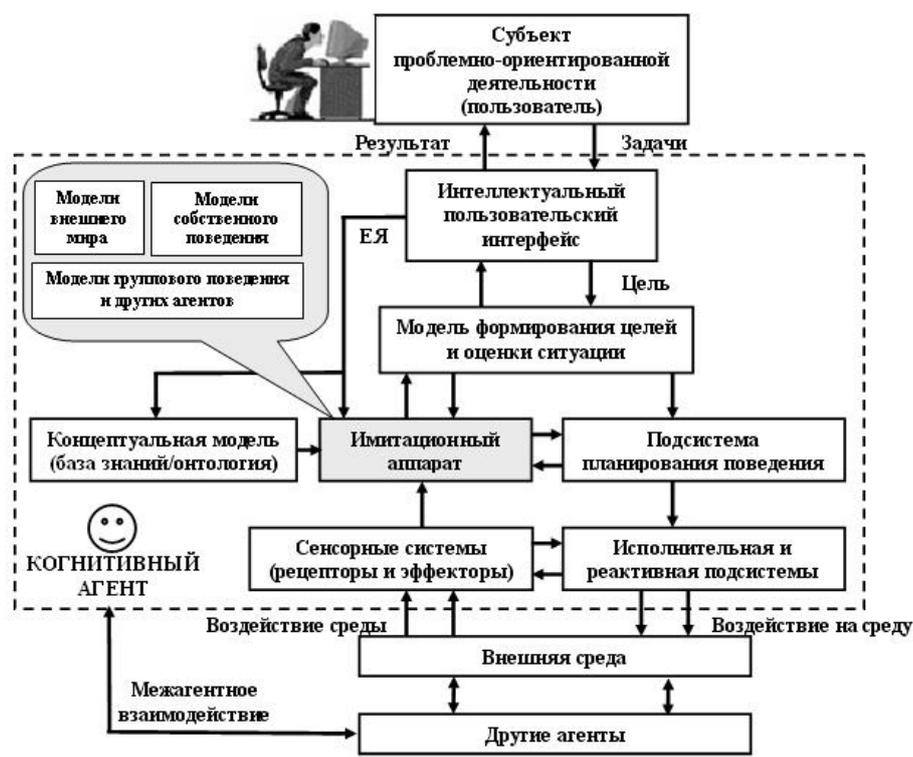


Рис. 1. Архитектура когнитивного агента с имитационным аппаратом

В высокотехнологичной компьютерной среде "центр тяжести" системоформирования смещается от локальных, разрозненных и слабосвязных сетевых архитектур к глобально распределенным и сильно связным, интегрированным в мировое информационное пространство [5]. Реализация в СИИБР принципов сетецентрического управления обеспечивает эффективное взаимодействие многопрофильных подсистем сильно связных стационарных и/или мобильных объектов с программируемым поведением в ЕИП. Основу сетецентрического управления, согласно [5], составляют сквозные модели систем объектов взаимодействующих в едином информационном пространстве, в котором в реальном времени и с высокой надежностью обеспечивается циклическое повторение всех этапов исполнения различных контуров управления.

Основное назначение СИИБР – удовлетворение информационных потребностей и обеспечение согласованного информационного взаимодействия субъектов и организационных структур безопасности посредством оперативного и своевременного предоставления соответствующих информационных ресурсов (данных) и сервисов для решения задач управления региональной безопасностью. Средством коммуникации субъектов безопасности с СИИБР и друг с другом являются их автоматизированные рабочие места (АРМ) и их виртуальные представители в СИИБР - когнитивные программные агенты соответственно, функциональная структура и компонентный состав которых непосредственно и взаимно влияют на архитектуру и функционирование СИИБР. Доступ к ресурсам СИИБР и сотрудничество субъектов безопасности в единой информационной среде осуществляется через унифицированную точку доступа, реализованную в виде интегрированного Интернет-портала по арктической тематике www.ru-arctic.net, который связывает действующие корпоративные порталы ситуационно-кризисных (СКЦ) и когнитивных (КЦ) центров управления безопасностью, а также объединяет в себе разнообразные информационные и аналитические ресурсы арктической направленности. В ходе исследований разработаны многоуровневая модульная структура и функциональные компоненты СИИБР, которые представлены на рис. 2.

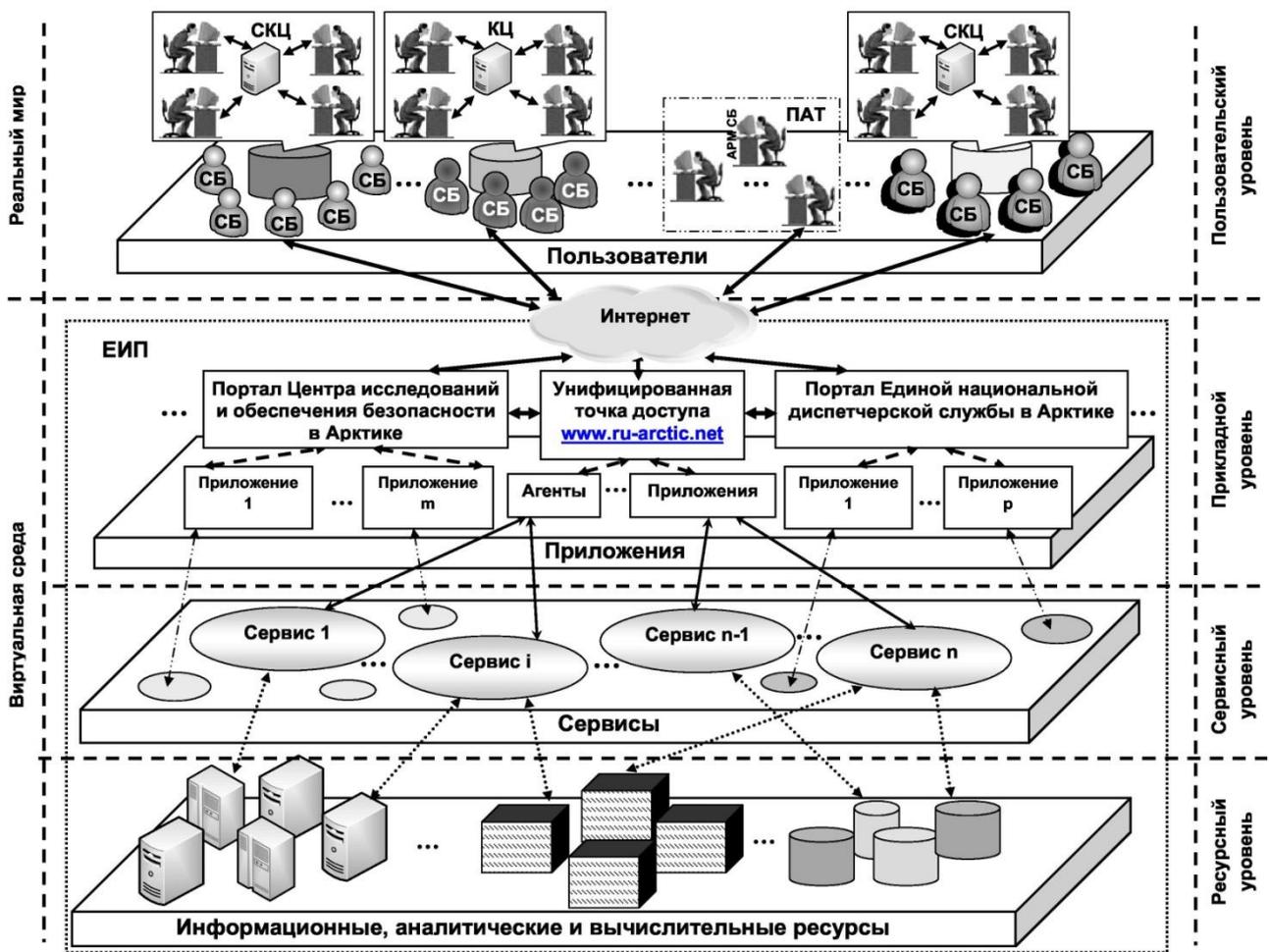


Рис. 2. Логическая архитектура и компоненты СИИБР

Логическая архитектура СИИБР включает четыре основных уровня:

Пользовательский уровень или *уровень прикладных задач* ассоциируется с конкретными субъектами безопасности (СБ) и организационными структурами безопасности (ОСБ), в том числе и с субъектами ЕИП региона, практическая деятельность которых имеет арктическую ориентацию. СБ, в общем случае, используют АРМ для работы и подключения к СИИБР через унифицированную точку доступа. ОСБ представлены на данном уровне СКЦ и КЦ управления различными составляющими глобальной безопасности региона.

Прикладной уровень содержит интегрируемые в пределах единой виртуальной среды веб-ресурсы (Интернет-порталы), обеспечивающие унифицированный доступ к информационно-аналитическим ресурсам и сервисам СИИБР, а также ассоциируемые с ними проблемно-ориентированные приложения и активные программные компоненты (когнитивные агенты - виртуальные представители СБ), ориентированные на решение определенного класса задач управления региональной безопасностью.

Сервисный уровень включает множество информационных услуг (сервисов), предоставляемых в ЕИП с помощью специальных программ, в том числе и программных агентов. Построение архитектуры СИИБР на основе сервис-ориентированного подхода предполагает реализацию принципа агентной ориентации СИИБР, который заключается в использовании в качестве компонентов проблемно-ориентированных распределенных информационных систем, образующих СИИБР, когнитивных мобильных агентов, автономно функционирующих в ЕИП и обладающих целенаправленным поведением. При таком подходе агенты, как правило, реализуются в виде веб-сервисов.

Ресурсный уровень объединяет в себе множество информационных, аналитических и вычислительных ресурсов, необходимых для комплексного решения задач управления безопасностью региона. Информационные ресурсы представлены, как правило, реальными источниками данных - информационными массивами, локальными базами данных и т.д. Аналитические ресурсы (процессоры) представляют собой средства обработки этих данных. Вычислительные ресурсы представлены в виде отдельных суперкомпьютеров, распределенных вычислительных комплексов и кластерных систем, реализующихся соответствующими архитектурами и технологиями и предоставляющих свои вычислительные мощности для распределенной обработки информации и распределенного решения задач на основе Грид-служб и облачных вычислений. На данном уровне содержатся также готовые к использованию наборы данных и полученные на их основе системы знаний, реализованные в виде баз знаний и онтологий предметных областей.

Литература

1. Маслобоев А.В., Шишаев М.Г. Архитектура и технологии формирования интегрированной информационной среды поддержки управления безопасностью развития региона // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО.-2011.-№6(76).-С.98–104.
2. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. 2-е Изд.- СПб.: Наука, 2011.- 369 с.
3. Смирнов А.И., Агеев А.И., Кретов В.С., Котов Н.М., Котов М.Н., Кохтюлина И.Н, Куроедов Б.В., Сандаров О.В. Глобальная безопасность: инновационные методы анализа конфликтов.- М.: Общество "Знание" России, 2011.- 272 с.
4. Десятов И.В., Малинецкий Г.Г., Маненков С.К., Митин Н.А., Отоцкий П.Л., Ткачев В.Н., Шишов В.В. Когнитивные центры как информационные системы для стратегического прогнозирования // Информационные технологии и вычислительные системы.- 2011.- №1.- С. 65-81.
5. Затуливетер Ю.С. Компьютерный базис сетецентрического управления // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения: Тр. конф.- М.: ИПУ РАН, 2010.- С. 492-511.
6. Маслобоев А.В., Горохов А.В. Проблемно-ориентированная агентная платформа для создания полимодельных комплексов поддержки управления безопасностью региона // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.- 2012.- №2(78).- С. 60-65.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРУ

Маурчев Е.А., Балабин Ю. В., Вашенюк Э. В., Гвоздевский Б. Б. (г. Апатиты Полярный геофизический институт КНЦ РАН)

Using the PLANETOCOSMICS simulation framework we simulated galactic cosmic rays transport through the Earth's atmosphere and estimated energy distributions of secondaries (protons, electrons, positrons, muons, photons and neutrons) at various atmospheric levels. As the source spectrum of galactic protons at the boundary of atmosphere the spectrum according to the standard 25645.122-85 has been used. In addition as a result of simulation the histogram of energy deposited by cosmic ray showers in the atmosphere in function of altitude has been obtained.

Введение

В современных исследованиях в области физики космических лучей широко используются различные приложения, основанные на методах численного моделирования. Одним из таких самых современных(новых) инструментов(toolkit) является набор средств моделирования Geant4[1]. С помощью данного пакета, включающего в себя всю известную на данный момент физику электромагнитных и адронных взаимодействий, можно более детально изучать частные случаи взаимодействий элементарных частиц с веществом. Данные расчеты являются ценными в области экспериментальной физики и используются в таких фундаментальных приложениях, как High Energy Physics, astrophysics and space science, medical physics and radiation protection.

Для изучения процессов переноса различного вида излучения и образования ядерных каскадов в атмосфере на сегодняшний день также существуют различные программы, такие как FLUKA, MCNP [2] и т.д. Наиболее современным среди них является основанная на Geant4 рабочая среда моделирования PLANETOCOSMICS[3]. В данной работе нами при помощи рабочей среды PLANETOCOSMICS было смоделировано прохождение галактических космических лучей через атмосферу. В результате моделирования нами были получены энергетические распределения вторичных частиц космического излучения (электроны, позитроны, мюоны, протоны, нейтроны, фотоны) на различных высотах атмосферы, полученные результаты находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными.

1. Методы

В данной работе для расчетов мы используем рабочую среду PLANETOCOSMICS, которая имеет свои встроенные методы задания геометрии и выбора параметров моделирования. Для создания геометрической модели атмосферы была выбрана так называемая «плоская геометрия» (Flat Geometry)[4]. В данном случае атмосфера представляется в виде столба воздуха с градиентным распределением слоев, толщина которых задается пользователем (мы выбрали 5% от общей массы). На определенных высотах были заданы детектирующие слои, позволяющие получать и выводить информацию о потоках частиц в атмосфере. Физические параметры слоев заданы в соответствии с данными модели атмосферы NRLMSISE-00[5]. Высота столба воздуха была выбрана 80 км. Модельный источник частиц задавался на границе атмосферного столба воздуха в виде точечного источника протонов со спектром, соответствующим ГОСТу 25645.122-85. Физические процессы различных взаимодействий частиц с веществом включены в Geant4 в виде готовых моделей и описываются классами физических листов. В данной работе для моделирования адронных взаимодействий использовался физический лист QGSP_BERT_HP. Он включает в себя процессы взаимодействия энергичных частиц (QGSP), неупругого рассеяния протонов, нейтронов, пи-мезонов и каонов ниже 10

ГЭВ (BERT, каскады бертини), а также процессы упругого и неупругого взаимодействия нейтронов с энергией ниже 20 МэВ (НР, модель основана на базе данных сечений взаимодействий ENDF[6]). Для электромагнитной физики доступны как стандартные, так и низкоэнергичные модели.

2. Результаты и обсуждения

Основным результатом данной работы являются энергетические распределения частиц вторичного космического излучения на различных высотах атмосферы. Эти данные могут применяться в таких задачах как вычисление скорости ионизации, а также как исходные спектры источников частиц при моделировании различных эффектов, возникающих в нижних слоях атмосферы. Результаты моделирования для некоторых высот представлены на рис. 1 – рис. 4. Для верификации вычислений модельные данные сравнивались с экспериментальными данными полетов шаров-зондов. Т.к. для вычислений применялся спектр галактических космических лучей соответствующий минимуму четного 11-летнего цикла, то данные были выбраны из полетов 2009 года. На рис. 8 – рис. 9 показано сравнение профиля полета зонда и расчетного профиля суммарного потока заряженных частиц, полученного как:



Где $I(h)_{protons}$, $I(h)_{e^-+e^+}$, $I(h)_{muons}$ и $I(h)_{photons}$ - значения суммарных потоков соответствующих частиц на высоте h (отдельно они представлены на рис. 7). Из рисунков видно, что данные моделирования и данные наблюдений находятся в хорошем согласии. Следует заметить, что ошибки вычислений определяются исключительно внутренними методами вычисления Geant4 [1], а также точностью оценки сечения взаимодействий[6] и не могут быть напрямую оценены пользователем. Поэтому верификация моделей процессов производится непосредственно их разработчиками и интересующиеся их точностью могут найти ее оценку в соответствующем разделе на сайте Geant4 [1].

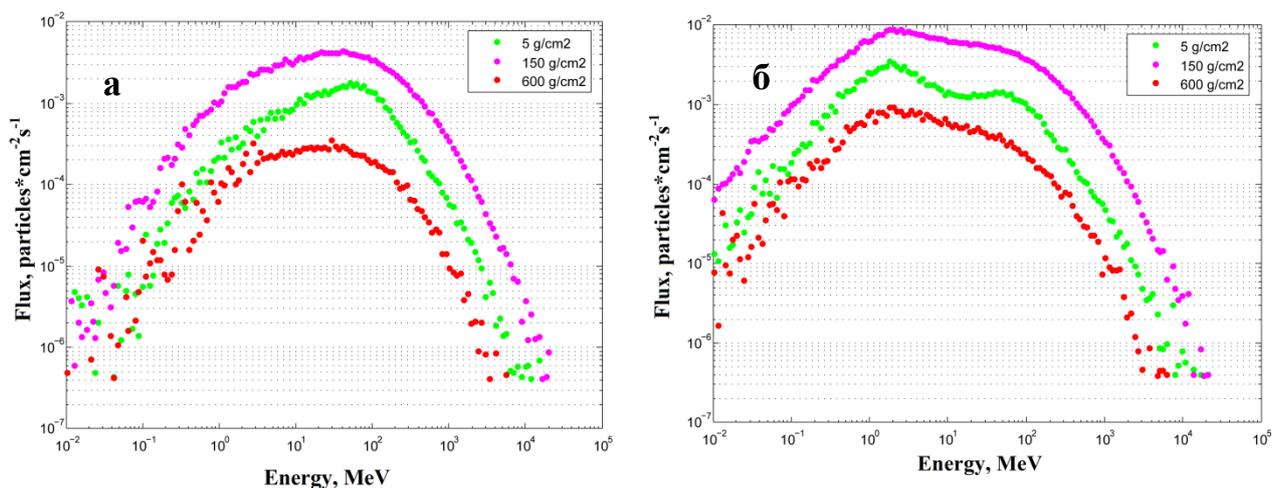


Рис.1. Энергетическое распределение электронов а) и позитронов б) на различных высотах атмосферы, полученное в результате моделирования прохождения протонов галактических космических лучей через атмосферу Земли

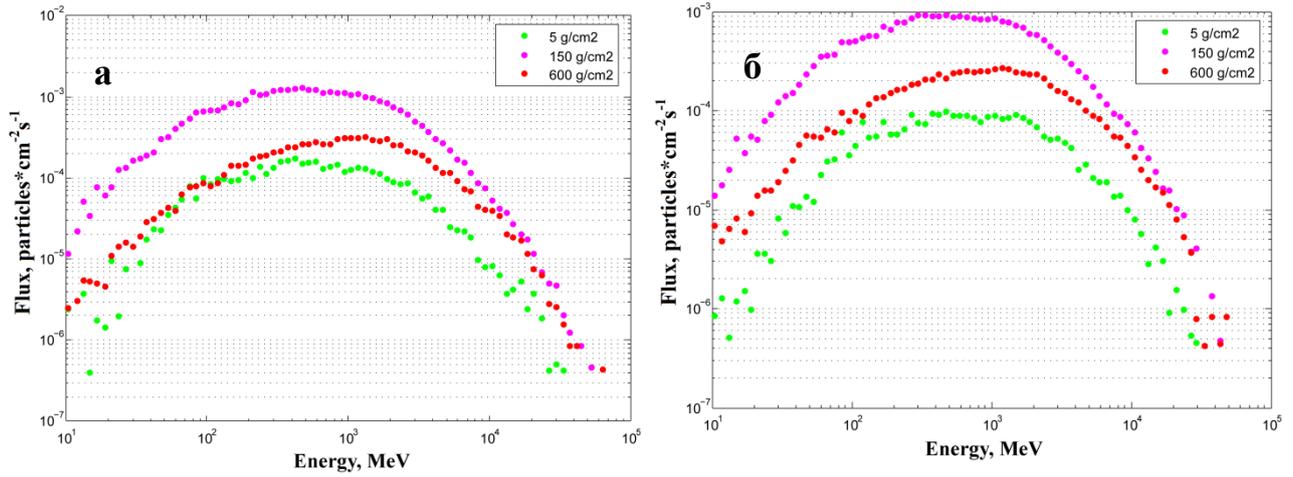


Рис.2. Энергетическое распределение μ^- а) и μ^+ б) на различных высотах атмосферы, полученное в результате моделирования прохождения протонов галактических космических лучей через атмосферу Земли

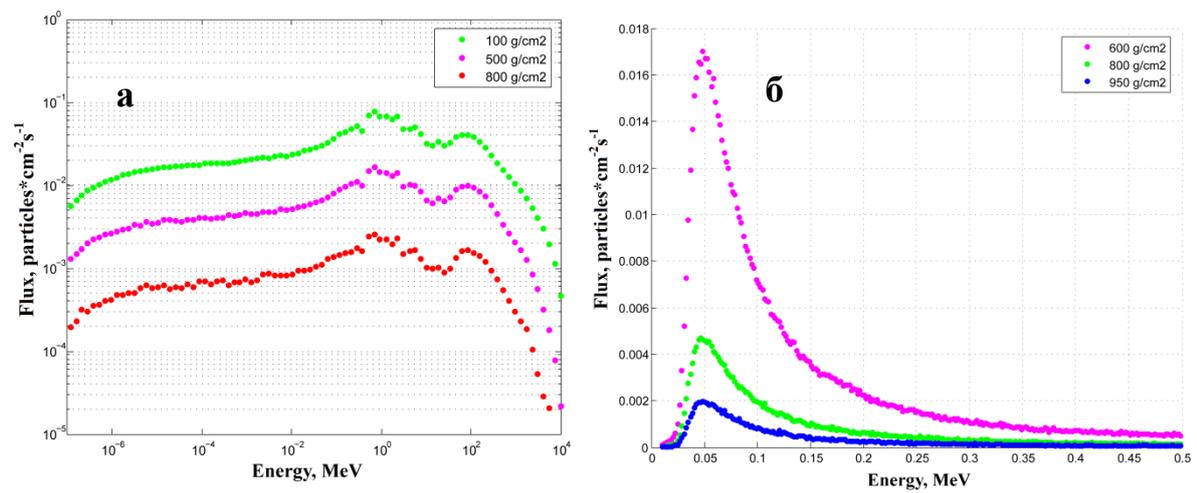


Рис.3. Энергетическое распределение нейтронов а) и гамма-квантов б) на различных высотах атмосферы, полученное в результате моделирования прохождения протонов галактических космических лучей через атмосферу Земли

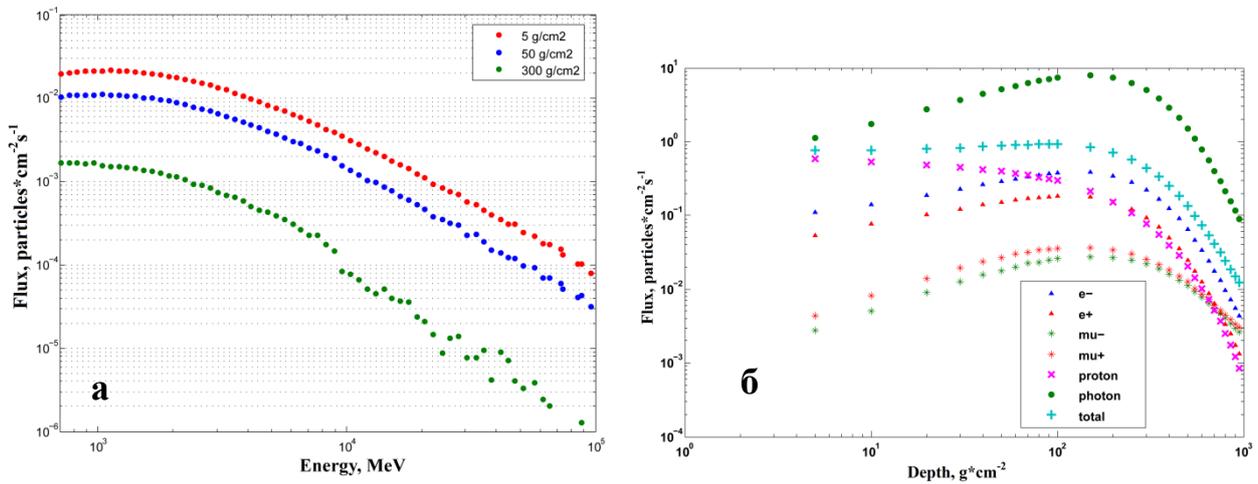


Рис.4. Энергетическое распределение протонов а) на различных высотах атмосферы и профили суммарных потоков различных частиц (электронов, позитронов, протонов, мюонов, нейтронов, фотонов) б), полученные в результате моделирования прохождения протонов галактических космических лучей через атмосферу Земли.

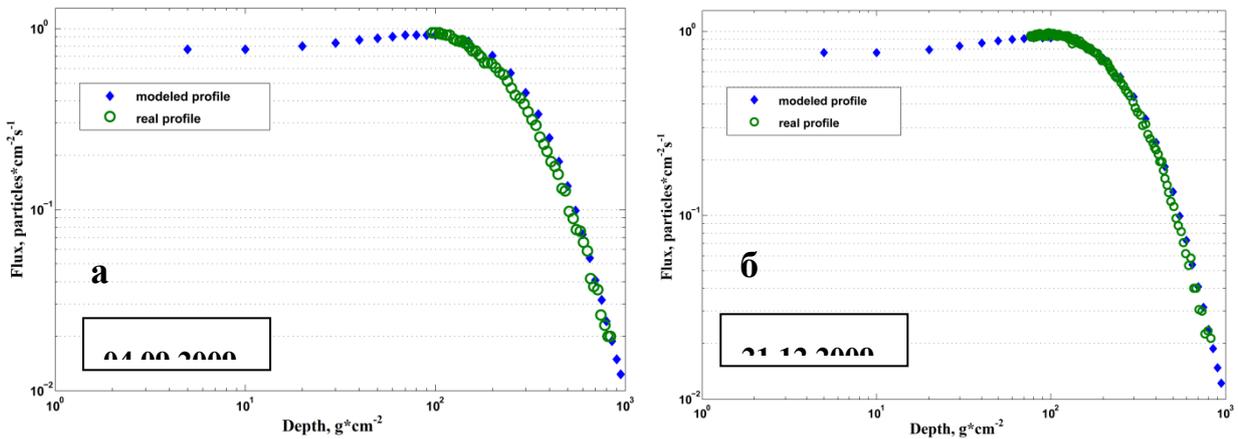


Рис.5. Энергетическое распределение протонов а) на различных высотах атмосферы и профили суммарных потоков различных частиц (электронов, позитронов, протонов, мюонов, нейтронов, фотонов) б), полученные в результате моделирования прохождения протонов галактических космических лучей через атмосферу Земли.

Литература

1. S. Agostinelli et al.: Geant4 - a simulation toolkit, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, vol. 506, 2003, pp. 250-303.
2. T.E. Booth, F.B. Brown, J.S. Bull et al, "MCNP5 1.50 Release Notes", 2008
3. Desorger, L., Fluckiger E.O., Gurtner M., "The PLANETOCOSMICS Geant4 application", 36th COSPAR Scientific Assembly, 2006
4. Planetocosmics Sotware Manual
5. Picone, J. M., A. E. Hedin, D. P. Drob, and A. C. Aikin, "NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues", J. Geophys. Res., 107(A12), 1468, doi:10.1029/2002JA009430.

6. MacFarlane R.E., "Data testing of ENDF/B-VI", International Conference on Nuclear Data for Science and Technology, 1994, Los Alamos Laboratory preprint, LA-UR-94-1541, Gatlinburg, Tennessee.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ «СТРУКТУРА – АКТИВНОСТЬ» В РЯДУ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОТРИЕН А4-ГИДРОЛАЗЫ.

Таипов И.А.1, Хома В.К. 1, Валитов А.Г. 1, Хайруллина В.Р.1, Герчиков А.Я.1, Зарудий Ф.С.2 (1 г. Уфа, Башкирский государственный университет, 2 Башкирский государственный медицинский университет)

The structural descriptors typical for high - medium - and low effectiveness inhibitors of activity of a leukotriene A4 hydrolase are revealed and degree of their influence on target property is estimated. The forecasting model of the inhibition activity among sulfur - nitrogen - and oxygen containing heterocyclic compounds with level of the authentic forecast more than 80 % on two methods of recognition is constructed. The revealed structural descriptors can be used for virtual screening of potential medical products on existence of inhibitory activity to this enzyme which is caused by an expressive inhibition activity concerning leukotriens.

Введение

Лейкотриены являются медиаторами аллергических и воспалительных процессов в живых организмах. Они образуются в результате [окислительного метаболизма арахидоновой кислоты](#) под действием липоксигеназной ферментативной системы. Этот процесс протекает через несколько стадий (рис. 1), причем наибольшую активность среди ферментов этой системы проявляет 5-липоксигеназа. Одним из промежуточных продуктов этих превращений является нестабильный лейкотриен ЛТА4, который содержит аллильный эпоксидный фрагмент. Этот промежуточный лейкотриен служит субстратом для двух различных специфических ферментов: лейкотриен А4-гидролазы и лейкотриен С4-синтазы, которые катализируют образование лейкотриена ЛТВ4 и [цистеинил-лейкотриенов](#) соответственно. Ингибирование активности А4-гидролазы предотвращает образование этих эйкозаноидов. Целью настоящей работы было теоретическое изучение взаимосвязи «структура – активность» в ряду природных и синтетических ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы с целью прогнозирования новых активных ингибиторов этого фермента.

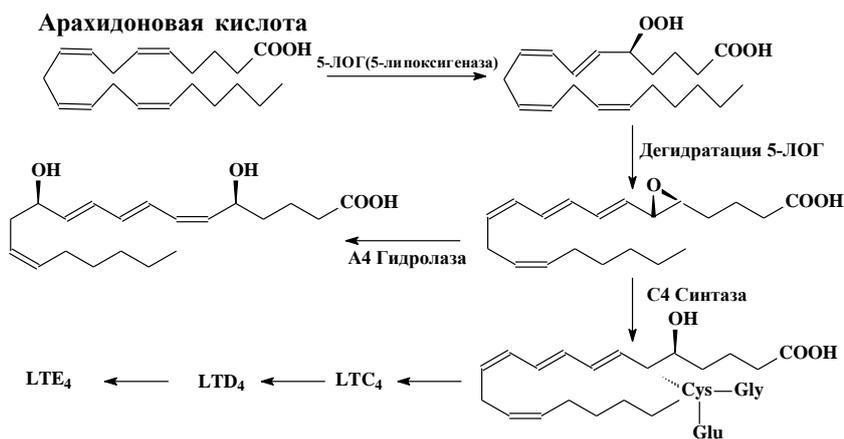


Рис 1. Механизм образования лейкотриенов из арахидоновой кислоты.

В связи с изложенным в настоящей работе изучена взаимосвязь «структура – активность» в ряду природных и синтетических ингибиторов лейкотриен А4 гидролазы методами теории распознавания образов.

Методика эксперимента

Для проведения исследований связи «структура – активность» использована компьютерная система SARD-21 (Structure Activity Relationship & Design) [11]. В рамках основных процедур системы SARD-21 построена модель прогноза и распознавания среднеэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы.

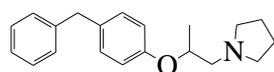
Обучающая выборка для этой модели построена в соответствии с дихотомической процедурой. Классификацию проводили исходя из результатов сопоставления литературных данных об ингибирующей активности различных биологически активных веществ относительно лейкотриен А4-гидролазы. В качестве критерия при отнесении исходных соединений к классу средне- или низкоэффективных соединений использован параметр 50%-ного ингибирования изомерных форм лейкотриен А4-гидролазы (IC_{50}), экспериментально определенных методом связывания на клетках крови человека. Ряд А для модели содержит 57 среднеэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы $IC_{50} \leq 5$ мкмоль/л, (класс А) и 44 низкоэффективных соединений с $IC_{50} > 5$ мкмоль/л (класс В). Типичные структуры соединений, вошедших в обучающие выборки моделей М1 и М2, а также соответствующие им значения IC_{50} представлены в табл. 1.

Таблица 1.

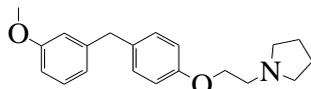
Типичные структуры соединений, вошедших в обучающие массивы для построения моделей М1 и М2

Класс активных соединений

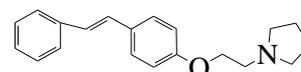
(среднеэффективные ингибиторы А4 - гидролазы)



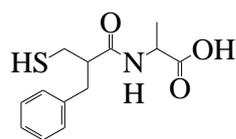
$IC_{50} = 700$ нМ



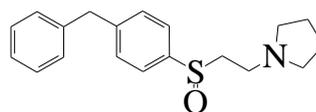
$IC_{50} = 840$ нМ



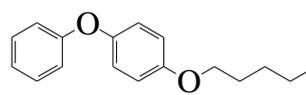
$IC_{50} = 1350$ нМ



IC₅₀ = 3000 нМ



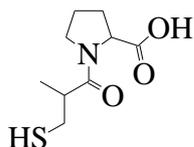
IC₅₀ = 3700 нМ



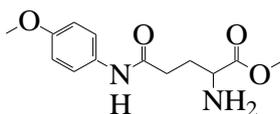
IC₅₀ = 4130 нМ

Класс неактивных соединений

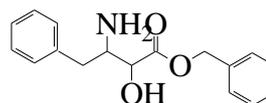
(низкоэффективные ингибиторы лейкотриен А4 - гидролазы)



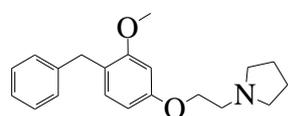
IC₅₀ = 14000 нМ



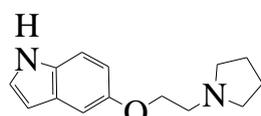
IC₅₀ = 18000 нМ



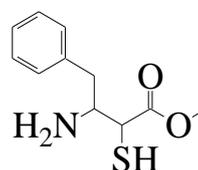
IC₅₀ = 20000 нМ



IC₅₀ = 100000 нМ



IC₅₀ = 234000 нМ



IC₅₀ = 250000 нМ

Тестирование решающего набора признаков (РНП) двух моделей проводили на структурах экзаменационной выборки, содержащей 30 соединений с известным ингибирующим действием в отношении лейкотриен А4-гидролазы соответственно. Структуры ингибиторов А4-гидролазы, вошедшие в экзаменационный массив, характеризуются высоким структурным сходством со структурами обучающего массива. Данные об их ингибирующей активности получены в аналогичных условиях эксперимента методом связывания на клетках крови человека [11-14].

Структуры исследуемых химических соединений представляли на языке фрагментарных дескрипторов (ФД) [11]. Рассматривали следующие виды ФД: 1) исходные фрагменты, в том числе элементы циклических систем и сами циклические системы; 2) субструктурные признаки из нескольких химически связанных исходных фрагментов; 3) логические сочетания (конъюнкции, дизъюнкции, строгие дизъюнкции), сгенерированные на основе дескрипторов первого и второго типов. Характер влияния ФД на эффективность ингибирования А4-гидролазы оценивали по коэффициенту информативности r (корреляции качественных признаков) ($-1 < r < 1$), в соответствии с которым чем выше положительное значение информативности, тем больше вероятность влияния данного признака на проявление целевого свойства (положительного и отрицательного соответственно знаку «+» и «-») [11]. Модели распознавания и прогноза для исследуемого типа активности формировали в результате сочетания правил классификации и решающего набора структурных параметров в виде логических уравнений типа $C=F(S)$, где C – свойство (активность), F – правила распознавания (алгоритм распознавания образов, по которому производится классификация исследуемых соединений, - геометрический или метод «голосования»), S -решающий набор признаков (РНП). Геометрический подход основан на определении расстояний до некоторых эталонов в многомерном пространстве РНП с использованием евклидовой метрики; метод голосования

основан на сравнении числа положительных и отрицательных признаков решающего набора, описывающих каждую анализируемую структуру. Эффективность моделей исследуемых типов активности определяли по результатам тестирования соединений экзаменационной выборки и структур исходного ряда с использованием двух методов теории распознавания образов: геометрического подхода и метода голосования [11].

Результаты и их обсуждение

В решающий набор признаков (РНП) построенной модели при автоматическом отборе в рамках используемого алгоритма, вошли фрагментарные признаки и их логические сочетания, потенциально ответственные за проявление исследуемого типа активности.

В табл. 2 приведены результаты распознавания обучающих массивов с использованием РНП, сформированных для моделей М1 и М2.

Таблица 2.

Результаты распознавания обучающего и экзаменационного массивов с использованием решающих наборов признаков (РНП)

Метод формирования логических признаков	Дизъюнкции			Строгие дизъюнкции		
	Ряд А	Ряд В	Весь массив	Ряд А	Ряд В	Весь массив
Геом.	88,24	86,36	87,30	96,49	72,73	84,61
Голос.	88,24	79,55	83,89	96,49	61,36	78,93

Эти данные свидетельствуют о высоких распознающих способностях построенных нами моделей М1 и М2 и, следовательно, о возможности использования их для прогноза интервальных уровней ингибирующей активности новых соединений в качестве ингибиторов А4-гидролазы. Экзаменационная выборка с результатами распознавания структур представлена в табл. 5.

В результате анализа ФД выявлены циклические и ациклические фрагменты, характерные для высоко- и среднеэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы, а также признаки низкоэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы. Анализ их влияния выполнен с учетом принадлежности к различным функциональным группам.

Установлено, что индивидуально признаки не влияют на ингибирование активности А4-гидролазы. Степень и характер их влияния на проявление антагонистической активности зависит от природы и способа сочетания друг с другом. Так сочетание четвертичного атома углерода с двумя этиленовыми фрагментами встречается преимущественно в классе низкоэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы, а сочетание этих же групп с кислородом для высокоэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы. Сочетание двух этиленовых фрагментов с атомом фтора встречается преимущественно в классе низкоэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы, а сочетание этих же групп с кислородом для среднеэффективных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы.

Использование интервальных моделей прогноза активности позволяет повысить надежность и достоверность найденных закономерностей. Полученные результаты могут служить основой для направленного синтеза потенциальных ингибиторов лейкотриен А4-гидролазы.

Выводы

Выявлены структурные признаки характерные для высоко-, средне- и низкоэффективных ингибиторов активности лейкотриен А4-гидролазы.

Построена модель прогноза и распознавания ингибирующей активности различных классов соединений в отношении лейкотриен А4-гидролазы с уровнем достоверного прогноза более 80% по двум методам теории распознавания образов соответственно.

Литература

1. E.T. Denisov, I.B Afanas'ev. *Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology*,: Taylor & Francis, Boca Raton (2005).
2. A.R. Brash, *J. Biol. Chem.*, 274, 23679-23682 (1999).
3. K. Miyazawa, Y. Iimori, M. Makino, *Japan. J. Pharmacol.*, 38, 199-205 (1985).
4. E.I. Solomon, J. Zhou, F. Neese, E.G. Pavel, *Chem. Biol.*, 4, 795-808 (1997).
5. E. Pontiki, D. Hadjipavlou-Litina, *Curr. Enzyme Inhib.* 1, 309-327 (2005).
6. A.B. Camargo, R.W. Masuelli, J.L. Burba, *Acta Horti*, 688, 309-312 (2005).
7. H. Tapiero, D. Townsend, K. Tew, *Biomed. Pharmacother.*, 58, 183-193 (2004).
8. U. Sing, B. Prithiviraj, B. Sarma, M. Sing., A.B. Ray, *Indian J. Exp. Bid. Indian.*, 39, 310-322 (2001).
9. E. Block, R. Iyer, S. Grisoni, C. Saha, S. Belman, F.P. Lossing, *J. Am. Chem. Soc.*, 110, 7813-7827 (1988).
10. S.T. Prigge, J.S. Boyington., M. Faig, K.S. Doctor, *Biochimie*, 79, 629-636 (1997).
11. Л.А. Тюрина, О.В. Тюрина, А.М. Колбин, *Методы и результаты дизайна и прогноза биологически активных веществ*, Гилем, Уфа (2007).
12. Y. Vasques-Martinez, R.V. Ohri., V. Kenyon., T.R. Holman, *Bioorg Med.Chem.*, 15, 7408-7425 (2007).
13. A.B. Camargo, E.Marchevsky, *J. Agric. Food Chem.*, 55, 3096-3103 (2007).

УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА С ФОРМИРОВАТЕЛЕМ ИМПУЛЬСОВ, ЗАПОЛНЕННЫХ ЗАТУХАЮЩИМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Юмагулов Н. И., Юмагулов Д. И. (г.Бирск, Бирская государственная социально-педагогическая академия, кафедра технологического образования)

This work considers the possibility of technical realization of measuring generators of the given power, ensuring the functioning of control and measuring systems in a constant power mode, the form of an influencing signal represents damped oscillations under the influence on the object of research by the energy of the charged condenser.

На сегодняшний день среди большого числа решаемых задач большое внимание уделяется развитию средств измерений, контроля и управления как источника объективной и воспроизводимой информации о величинах, характеризующих качество производственных процессов, состояние и свойства объектов исследования (ОИ).

Зачастую оценку состояния ОИ осуществляют через электрофизические параметры (ЭП), как наиболее удобные для измерения, передачи и воспроизведения. Общепринятые методы оценки ЭП состоят в том, что в ОИ вводится электрическая энергия в виде заданного значения электрического тока или напряжения. Однако при исследовании тепловых объектов, например электрохимических ячеек, полупроводниковых элементов, биологической ткани и т.д., введение электрической энергии приводит к изменению их термодинамического состояния, проявляющееся в изменении их формы, структуры и ЭП. В свою очередь, изменение ЭП приводит к изменению величины протекающего через него тока или напряженности приложенного электрического поля и, соответственно, рассеиваемой в нем электрической энергии. Неопределенность вносимого возмущения, вызванная нелинейной зависимостью изменения ЭП ОИ от приложенной электрической энергии, отражает существенный недостаток общепринятых методов измерения, выраженный плохой воспроизводимостью полученных результатов измерения и невозможностью их интерпретации.

Для получения однозначных и воспроизводимых результатов при исследовании тепловых объектов в работах [1, 2, 3] предложено использовать измерительные генераторы заданной мощности (ИГЗМ), обеспечивающие постоянство вносимого возмущения и определенность термодинамического состояния ОИ. Однако недостаточная разработанность вопроса технической реализации устройств ИГЗМ и одновременно возросший на сегодняшний день интерес к тепловым объектам объясняет проблему исследования, которая подталкивает к переходу от использования общепринятых методов измерений ЭП к дальнейшему развитию и применению метода, обеспечивающего заданный энергетический режим воздействия на ОИ. Использование ИГЗМ при правильной трактовке и интерпретации полученных результатов открывает потенциальные возможности получения большего объема информации относительно свойств и состояния энергетически зависимых объектов.

В общем случае выражение, описывающее режим работы ИГЗМ, определяется как

$$P = const.$$

С учетом, что нестабильность результатов измерения ИГЗМ, работающего на динамическое сопротивление R_x , определяется временем реакции ОИ на вводимую электрическую энергию, величина которой для каждого исследуемого объекта различна, можно записать

$$\frac{\partial P}{\partial t} = 0 \text{ и } \frac{\partial P}{\partial R_x} = 0.$$

Однако при построении технических средств, предназначенных для измерения ЭП ОИ, термодинамическое состояние которых меняется медленнее, чем процесс установления заданной мощности ИГЗМ, важнейшей характеристикой генератора заданной мощности является зависимость

$$P = f(R_x).$$

В работе рассмотрена возможность технической реализации ИГЗМ, обеспечивающего работу контрольно-измерительных систем в постоянном энергетическом режиме, при воздействии на ОИ энергией заряженного конденсатора, форма воздействующего сигнала которого представляет затухающие колебания. Не рассматривая теорию проектирования, анализа и расчета отдельных функциональных узлов измерительного генератора, основное внимание уделим анализу совместной работы структурных узлов с новыми функциональными связями, влияющими на характеристику функционирования устройства в целом.

Формирование воздействующего на ОИ сигнала, заполненного затухающими колебаниями, происходит в колебательном контуре под действием энергии заряженного конденсатора, величина которой не зависит от значения измеряемого сопротивления R_x :

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_G^2}{2},$$

где U_G – напряжение, подаваемое с управляемого источника напряжения (рис. 1).

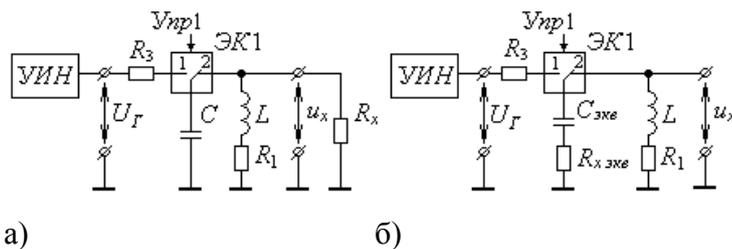


Рис. 1. Колебательный контур (а) и его эквивалентная схема замещения (б)

Процесс заряда и разряда конденсатора C осуществляется импульсами управляющего генератора ($УГ$), длительность которых определяется процессом формирования колебаний в контуре. Затухающие колебания формируются путем коммутации вывода заряженного конденсатора в цепь, содержащую катушку индуктивности L . В результате коммутации в параллельном колебательном контуре возникают затухающие свободные колебания, напряжение на выходе которого определяется выражением:

$$u_x = i\sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \frac{U_G \sqrt{R_1^2 + X_L^2}}{\omega_c L} e^{-\alpha t} \sin(\omega_c t) \approx U_G e^{-\alpha t} \sin(\omega_c t),$$

где $\alpha = \frac{R_1 + R_{x экв}}{2L}$ – коэффициент затухания, R_1 – сопротивление потерь контура,

$\omega_c = \omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{R_1 + R_{x экв}}{2\rho}\right)^2}$ – частота свободных колебаний контура; $\rho = \sqrt{\frac{L}{C_{экв}}}$ – характери-

стическое сопротивление; $R_{x экв} = \frac{R_x}{1 + \frac{1}{\omega_c^2 CR_x^2}}$ – активное сопротивление;

$C_{экв} = C \left(1 + \frac{1}{\omega_c^2 CR_x^2} \right)$ – емкость эквивалентной схемы замещения колебательного контура.

Величина энергии W_n , с которой воздействует колебательный контур на сопротивление исследуемого объекта, определяется как:

$$W_n = W - W_1 = W - \int_0^{t(R_x)} i^2 R_1 dt = W - \int_0^{t(R_x)} \left(\frac{U_\Gamma}{\omega_c} e^{-\alpha t} \sin(\omega_c t) \right)^2 R_1 dt = \int_0^{t(R_x)} \frac{u_x^2}{R_x} dt,$$

где W_1 – энергия потерь, рассеиваемая на активных сопротивлениях контура, электронного ключа и цепи коррекции мощности, $t(R_x)$ – длительность затухающего колебания.

Среднюю мощность, отдаваемую контуром в нагрузку, можно записать как

$$P_{cpn} = P_{cp} \cdot n(R_x) = \frac{W_{cpn}}{t(R_x)} \cdot n(R_x),$$

где $n(R_x)$ – число затухающих колебаний, вырабатываемых контуром, за единицу времени.

Сопротивление резистора R_3 цепи заряда конденсатора C во многом определяется предельным значением тока электронного ключа ЭК1 при максимально допустимой величине которой можно добиться того, чтобы длительность затухающих колебаний будет значительно превышать время заряда конденсатора:

$$t(R_x) \gg \tau_{зар}.$$

Тогда число затухающих колебаний $n(R_x)$, воздействующих на ОИ, будет определяться временем затухания колебаний:

$$n(R_x) = \frac{1}{t(R_x) + 3\tau_{зар}} \approx \frac{1}{t(R_x)}.$$

где $\tau_{зар}$ – постоянная времени заряда конденсатора C ; $t(R_x)$ – длительность затухающего колебания. Очевидно, что минимальное значение $n(R_x)_{min}$ соответствует максимальному значению сопротивления нагрузки $R_{x max}$.

Время затухания амплитуды колебаний зависит от коэффициента затухания контура α , определяемого сопротивлением ОИ:

$$t(R_x) = \ln \varepsilon^{-\frac{1}{\alpha}},$$

где $\varepsilon = U_{он}/U_\Gamma$ – безразмерный коэффициент, определяющий уровень опорного напряжения $U_{он}$ узла измерения сопротивления исследуемого объекта.

На рис. 2 представлен график зависимости времени затухания амплитуды колебания от сопротивления нагрузки, который определен для контура с емкостью $C=0,15$ мкФ, индуктивностью $L=0,17$ Гн и сопротивлением потерь $R_1=6$ Ом. Величина опорного напряжения $\varepsilon = 0,1$ выбрана из условия так, чтобы сравнение амплитуды напряжения колебаний контура осуществлялось с наименьшей погрешностью, с одной стороны, с другой – потеря энергии контура не превышала значения, определяемого погрешностью задания.

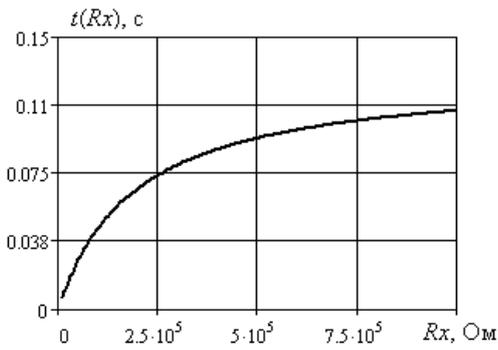


Рис. 2. Зависимость времени затухания колебаний контура от сопротивления нагрузки

Достаточно высокая крутизна полученной зависимости (рис. 2), изменяющаяся в интервале от 18 мкс/кОм до 500 мкс/кОм, позволяет построить таблицу соответствия сопротивления нагрузки и длительности затухающих колебаний $t(R_x)$, величину которой можно выразить выражением:

$$R_x = \frac{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{R_{x_{\text{экв}}}}{\omega_c C} \right)^2}}{2 R_{x_{\text{экв}}} \omega_c^2 C^2},$$

где $R_{x_{\text{экв}}} = \frac{2L}{t(R_x)} \ln\left(\frac{1}{\varepsilon}\right) - R_1$ – эквивалентное сопротивление исследуемого объекта.

По величине измеренного сопротивления нагрузки R_x с заданной точностью можно управлять частотой импульсов управляющего генератора, формирующего сигнал воздействия на ОИ.

Анализ работы измерительного генератора с формирователем импульсов, заполненных затухающими колебаниями показал, что воздействие на ОИ в процессе измерения его электрофизических параметров осуществляется средней энергией W_{cp} , изменение которой относительно величины, накопленной на конденсаторе энергии W , представлено на рис. 3.

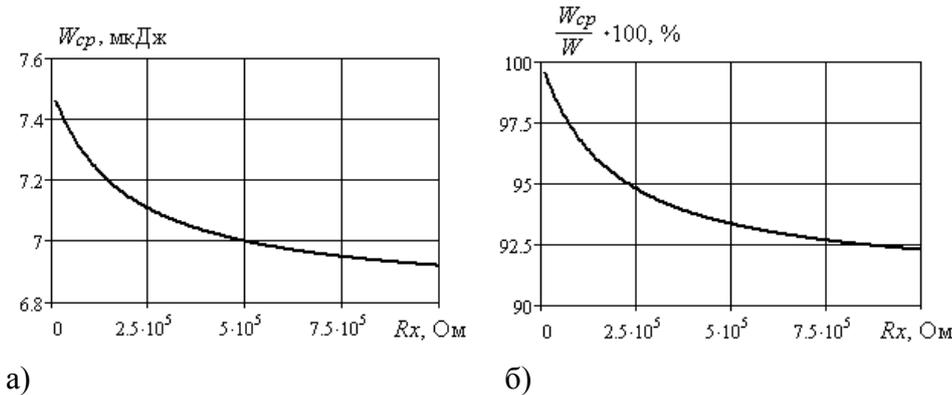


Рис. 3. Абсолютное (а) и относительное (б) изменение средней рассеиваемой энергии в нагрузке от сопротивления ОИ R_x

Согласно представленному графику, средняя энергия импульса воздействия на ОИ, заполненного гармоническими колебаниями, составляет от 92 до 99 % от величины максимальной энергии, запасаемой конденсатором в рассматриваемом диапазоне изменения сопротивления

ОИ. Нелинейный характер изменения энергии, вводимой в объект исследования, объясняется увеличением потерь на активном сопротивлении контура R_1 (см. рис. 3, б).

Таким образом, разработанный формирователь затухающих колебаний постоянной энергии и мощности может работать как измерительный генератор заданной мощности, обладающий высокими метрологическими характеристиками.

Литература

1. Гусев В.Г., Демин А.Ю. Измерительные генераторы малой заданной электрической мощности (для медико-биологических цепей) // Вестник УГАТУ. 2005. Т. 6, №1 (12). С. 88-94.
2. Гусев В.Г., Демин А.Ю., Мирина Т.В. Получение информации о состоянии и параметрах сложных тепловых объектов // Датчики и системы. 2009. №8. С. 66-71.
3. Гусев В.Г., Мирина Т.В. Методы построения точных электронных устройств: учебное пособие / В.Г. Гусев, Т.В. Мирина. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2008. 236 с.

К ВОПРОСУ О СПЕКТРАЛЬНОМ СОСТАВЕ ГЛАСНЫХ ЗВУКОВ.

Голубинский А. Н., Гущина А. А. (г. Воронеж, Воронежский институт МВД России, кафедра радиотехники)

The approach of speaker independent recognition of vowels on the basis of polyharmonic mathematic model of a speech signal is developed. Verification of used mathematic model by synthesis on its basis of vowel sounds is carried out.

На современном этапе развития математических моделей речевых сигналов уделяется большое внимание повышению точности моделей для решения ряда задач, например, таких как аутентификация личности по голосу, синтез речи и др. Следует отметить, что данное направление научных исследований является весьма актуальным в рамках одного из главных направлений государственной политики – информационной безопасности [1], так как речевой сигнал является естественным носителем информации.

Однако, увеличение точности, существующих методов описания речевых сигналов приводит, как правило, к значительному увеличению числа существенных параметров, что влечет за собой соответствующее увеличение систематической ошибки и времени обработки поступивших данных. Повышение эффективности и точности речевых систем возможно за счет усовершенствования существующих методов построения адаптивных математических моделей, выделения признаков речевого сигнала, которые отвечают за конкретный звук. Данные признаки должны однозначно соответствовать математической модели, причем количество параметров должно быть мало при удовлетворительной точности, как распознавания, так и синтеза речи.

Одной из проблем анализа и синтеза речи является распознавание отдельных звуков, детектирование их только по речевому сигналу, без обучения существующих моделей, в том числе на диктора (дикторонезависимое распознавание звуков).

Наиболее часто используются следующие способы параметризации речевого сигнала для распознавания звуков [2]: спектральный анализ, кепстральный, на основе коэффициентов линейного предсказания, с использованием коэффициентов вейвлет-анализа [3]. При этом ни один из возможных наборов не дает явного преимущества, и результат практически зависит от аккуратного набора статистики [2]. Одним из популярных подходов к распознаванию звуков на современном этапе развития речевых технологий является метод, основанный на использовании формантных частот [4,5]. Преимущество данного метода распознавания заключается в том, что у него существует набор явных физических параметров, характеризующих речевой тракт. Таким образом, наблюдается прямое соответствие параметров математической модели речевого сигнала и физической модели речевого тракта.

Распространенными способами оценки формантных частот (ФЧ) являются способы, основанные на измерениях частоты переходов через ноль временного сигнала, расчетах частоты максимума огибающей спектра [6], вычислениях с помощью коэффициентов линейного предсказания. Данные подходы позволяют определить диапазон возможных значений ФЧ, но обладают существенным недостатком: не позволяют однозначно сопоставить конкретные параметры значений ФЧ с соответствующими звуками, так как диапазоны значений ФЧ у многих звуков пересекаются [4]. При этом, на основе базовых методов оценки ФЧ разработаны модифицированные способы, позволяющие повысить точность детектирования звуков.

Один из таких способов базируется на алгоритме «анализа через синтез», основанном на линейном предсказании [7]. В данной модели выходной сигнал представлен в виде свертки возбуждаемого (генерируемого) сигнала и импульсной характеристики речевого тракта. Таким образом, z -преобразование сигнала на выходе речевого тракта:

$$S(z) = V(z) \cdot H(z), \quad (1)$$

где $V(z)$ – z -преобразование возбуждающего сигнала; $H(z)$ – системная функция речевого тракта. Возбуждающий сигнал характеризуется тем, что несет информацию о высоте тона сигнала и его тембровой окраске. Системная функция речевого тракта (модулирующая характеристика), рассматривается как характеристика формирующего звука голосового тракта человека и применяется для задач распознавания речи [8]. Используя форматный анализ, проводят оценку отсчетов сигнала, определяют истинное и предсказанное значение, также рассчитывают ошибку предсказания. Используя z -преобразование, получают следующую математическую модель [7]:

$$A(z) = \frac{1}{H(z)} = 1 - \sum_{k=1}^p a_k \cdot z^{-k}, \quad (2)$$

– системная функция цифрового фильтра, частотная характеристика которого обратна по отношению к частотной характеристике речевого тракта; a_k – коэффициенты цифрового фильтра. Полученные значения $A(z)$ рассматривают как признаки фонемы [7]. Для проверки на фонемную принадлежность используют пределы изменений коэффициентов в условиях разного произношения опорной фразы. При этом расчет значений формант проводится через корни (полюса) характеристического полинома $A(z)$. Предполагается, что полученные данные о формантах, и соответствующий энергетический спектр огибающей анализируемого сигнала, являются непосредственной аутентичной характеристикой фонемы. Несмотря на относительную простоту оценки $A(z)$ для машинной обработки, главным недостатком предложенного способа является его зависимость от артикуляционных характеристик [8]. При плохой дикции и неразборчивости речи, данная модель предполагает понимание фразы из контекста, что приводит обратно к обучаемости модели на диктора или к последующему анализу сказанного.

Другой способ, предложенный В.Н. Сорокиным [4], основан на определении возможной комбинации формантных пиков. В качестве решающим правилом используется критерий, основанный на сумме амплитуд спектрального профиля S , на пиках ФЧ. После предварительной обработки речевого сигнала, осуществляется поиск (в заранее заданном диапазоне) первых четырех формант, отбрасывая потом последнюю ФЧ. Расчеты базируются на вычислении среднего спектра, при этом положение ФЧ соответствует среднестатистическим значениям.

Следует отметить потенциальный недостаток способа – возможность различимости гласных в пространстве формант зависит от пересекаемости смеси нормальных распределений параметров для каждого гласного звука. При этом мерой близости сегмента к гласному звуку считается апостериорная вероятность [4].

По данному алгоритму [4] проводится кластерный анализ, и найденные центры кластеров используются для определения сегмента как гласного звука. Однако, данный алгоритм не дает удовлетворительной точности в различении одного звука от другого, т.е. помимо первого этапа – поиска ФЧ и второго – определения в сегменте наличия гласного звука, необходимо произвести еще и их различение.

Следует отметить, что в каждой конкретной реализации гласного некоторые ФЧ могут по разным причинам определяться с плохой точностью (особенно на фоне шумов), в том числе

за счет дополнительных пиков в спектре [4]. Дополнительные, «ложные» пики, могут появляться, например, из-за особенности индивидуальной характеристики речевого генератора. Также отмечается, что область максимальной концентрации энергии (форманта) не всегда бывает определяющей в формировании слухового ощущения [9].

Таким образом, проведенный анализ существующих методов, основанных на анализе формант, приводит к выводу, что одних формантных частот для различения звуков недостаточно, и по ним нельзя составить определенную физическую закономерность параметризации для каждого звука.

Цель работы – разработка дикторонезависимого способа распознавания гласных звуков на основе математической модели записанной в явном виде; определение набора физически значимых параметров, однозначно характеризующих конкретный гласный звук.

При классификации гласных в задачах распознавания речи, необходимо установить какие из спектральных составляющих имеют «фонетический» смысл. Исследования [9] показали, что определяющим фактором ощущения гласных фонем являются быстрорастущие гармоники основного тона. В качестве существенных параметров, характеризующих фонетический состав вокализованных сегментов речи для дикторонезависимого детектирования гласных звуков, предлагается использовать частоты и амплитуды основного тона и обертонов речевого сигнала. Таким образом, целесообразно использовать полигармоническую математическую модель речевого сигнала.

Предпосылкой для построения данной математической модели является следующая физическая модель – речевой сигнал формируется на выходе параллельно-соединенных резонаторов (характеризующих речевой тракт), на вход которых подается периодический сигнал от генератора (в виде голосовых связок).

Математическая модель, описывающая сигнал на выходе данной системы может быть определена, как решение следующего дифференциального уравнения:

$$\sum_{n=1}^N (y''_{n,l} + 2\alpha_n \cdot \Omega_n \cdot y'_{n,l} + \Omega_n^2 \cdot y_{n,l}) = \sum_{l=1}^L b_l \cdot \sin(l \cdot \omega_0 \cdot t + \varphi_l), \quad (3)$$

где $\Omega_n = 2\pi F_n$; $\omega_0 = 2\pi f_0$; α_n – коэффициенты затухания; F_n – n -я формантная частота; f_0 – частота основного тона (ЧОТ); b_l и φ_l – амплитудные коэффициенты и начальные фазы соответственно, характеризующие сигнал генератора; N – количество резонаторов; L – количество гармоник сигнала генератора.

Уравнение (3) может быть решено на основе принципа суперпозиции, при этом получаются следующие дифференциальные уравнение (ДУ):

$$y''_{n,l} + 2\alpha_n \cdot \Omega_n \cdot y'_{n,l} + \Omega_n^2 \cdot y_{n,l} = b_l \cdot \sin(l \cdot \omega_0 \cdot t + \varphi_l). \quad (4)$$

Следует отметить, что общие решения неоднородных ДУ (4) представляются в виде суммы общих решений однородных ДУ и частных решений неоднородных ДУ:

$$y_{n,l}^{o,h}(t) = y_{n,l}^{o,o}(t) + y_{n,l}^{u,h}(t). \quad (5)$$

Неопределенные коэффициенты можно получить для задачи Коши:

$$y_{n,l}(0) = 0; \quad y'_{n,l}(0) = 0. \quad (6)$$

Таким образом, формально решение уравнения (3):

$$y(t) \equiv y^{o,h}(t) = y^{o,o}(t) + y^{u,h}(t). \quad (7)$$

Если найдены решение уравнения (3), то решение уравнений (3) в общем виде:

$$y(t) = \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L y_{n,l}(t). \quad (8)$$

В связи с громоздкостью записи, решение уравнения (3) в данной работе не приводится. Следует отметить, что решение уравнения вида (3) является полигармоническим колебанием с частотной модуляцией.

Полученная математическая модель речевого сигнала $y(t)$, может быть использована для задач, как анализа, так и синтеза речи.

В работе была проведена верификация полигармонической математической модели путем синтеза гласных звуков с последующей их проверкой «на слух». В таблице представлены результаты синтеза гласных звуков, где указаны амплитуды гармоник в децибелах (дБ), оказывающих влияние на фонетический смысл гласных.

Таблица

Звуки	Амплитуда гармоники														
	f_0 , Гц	U_0 ,	U_1 ,	U_2 ,	U_3 ,	U_4 ,	U_5 ,	U_6 ,	U_7 ,	U_8	U_9	U_{10}	U_{11}	U_{12}	U_{13}
		дБ	дБ	'	'	'	'	'							
А	203,1 3	-9,4	-12	-	-8,3	0	-	-							
				11, 3			3,4 5	18, 2							
И	234,3 8	0	-									-	-	-	-
			18, 1									27. 3	25. 3	27. 3	20, 3
О	214,8 4	-	-	0	-3,7	-	-								
		8,0 5	4,9 9				20, 7	30, 8							
У	183,6	0	-6,6	-	-										
				25, 1	40, 1										
Ы	211,5	0	-	-	-	-	-	-							
			13, 8	29, 7	33, 4	31, 3	28, 2	29, 7							
Э	199,2	-3,4	-1,5	0	-2,6	-	-	-	-	-	-				
						14, 4	17, 4	23, 8	12, 2	6, 2	7, 8				

Частоты обертонов определяются как:

$$f_l = (l+1) \cdot f_0; \quad l = \overline{0;17}. \quad (9)$$

При этом амплитуда основного тона (первой гармоники) – U_0 ; амплитуда l -го обертона (т.е. $(l+1)$ гармоники) – U_l .

В процессе синтеза речи, выбирая амплитуды, соответствующие эмпирической реализации речевого сигнала в виде гласного звука, были сделаны следующие выводы: для звука /а/ наиболее значимой является амплитуда первой гармоники (U_0), повышение ее значения делает звук /а/ явно отличимым от других гласных звуков. Понижение амплитуды пятой гармоники (U_4), делает звук /а/ более похожим на звук /о/, а повышение ее – на слух воспринимается ближе к звуку /э/. Характерно выделяет звук /э/ четвертая гармоника (U_3) и десятая (U_9). Для звука /о/ явно его характеризующей является третья гармоника (U_2). При малых значениях амплитуд первых двух гармоник (U_0, U_1), для звука /у/ могут появляться шумы, лишаящие звук ясности, для данного звука наиболее значимой гармоникой является вторая (U_1), также наблюдается резкий спад в амплитудном спектре после четвертой гармоники (U_3).

Заметим, что немаловажное значение для «фонетического» смысла играет частота основного тона. Например, наблюдался интересный факт – при увеличении ЧОТ на 80-100 Гц для фиксированных амплитуд гармоник, звук /у/ стал восприниматься как звук /о/. Для восстановления слухового восприятия звука /у/ при повышении ЧОТ требуется уменьшать амплитуды U_1 – U_3 .

Следует отметить, что представляет научный интерес определение некоторых оптимальных значений амплитуд, основного тона и обертонов, однозначно характеризующих «фонетический» смысл звуков.

Таким образом, предложен дикторонезависимый способ детектирования гласных звуков, основанный на полигармонической математической модели. Выявлены параметры характеризующие «фонетический» смысл гласных звуков.

Литература

1. Указ президента Российской Федерации «О стратегии национальной безопасности российской федерации до 2020 года» от 12.05.2009 № 537. <http://base.consultant.ru>
2. Галунов В.И. Современные проблемы в области распознавания речи / В.И. Галунов, А.Н. Соловьев // Информационные технологии и вычислительные системы.– 2004. – Вып. 2. – С. 41–45.
3. Патент на изобретение № 2204024 РФ: МПК 8 G 10 L 15/10. Способ дикторонезависимого распознавания ключевых слов в слитной речи/ А.А. Полков, А.А. Миняев, В.Л. Яковлев, В.А. Иванов; Заявл. 18.04.2005; Опубл. 20.02.2007; Бюл. № 5.
4. Сорокин В.Н. Сегментация и распознавание гласных / В.Н. Сорокин, А.И. Цыплихин // Информационные процессы. – РАН. – 2004. – Том 4. – №2. – С. 87–104.
5. Сапожков М.А. Речевой сигнал в кибернетике и связи / М.А. Сапожков – М.: Связьиздат. – 1963. – 452 с.
6. Герасимов А.В. Применение метода формантного анализа для извлечения из акустического сигнала в задачах распознавания речи / А.В. Герасимов // Доклады 5-й международной конференции Цифровая обработка сигналов и ее применение: Сборник докладов. – М., 2003. – Том №2 – С. 334 – 337.
7. Макаров И.С. Об одном алгоритме оценки формантных частот на интервале сомкнутых голосовых складок / И.С. Макаров // Речевые технологии. – 2010. – № 2. – С. 45–65.
8. Венцов А.В. Проблемы восприятия речи / А.В. Венцов, В.Б. Касевич – М.: УРСС, 2003. – 240 с.
9. Дубровский В.В. О проблеме дикторонезависимости при распознавании речи на фонемном уровне / В.В. Дубровский, А.И. Егоров // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Международная конференция ДИАЛОГ'2003: Сборник трудов. – Протвино, 2003. – С. 16–20.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ДВУХВАЕРНОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ МАНЕВРЕ СУДНА

Альтшуль Б. А. (г.Калининград, КГТУ, кафедра высшей математики)

The article offers a brief characteristic of the mathematical model of the movement of a two-warps trawl complex; references are given for a more detailed description.

Как известно, проблема движения траловой системы при криволинейном маневре судна имеет важное значение в практике тралового лова. Математическое исследование этой проблемы проводилось, в частности, в монографии [1]. Стремление достичь разумного компромисса между сложностью математической модели, возможностью вычислительных средств и адекватностью реальному процессу обуславливало принятую в [1] одноваерную схематизацию траловой системы. На базе этой схематизации удалось получить достаточно приемлемое представление о нестационарном движении траловой системы, когда изменяются скорость судна, длина вытравленных ваеров и другие параметры, характеризующие это движение.

Однако одноваерная схематизация траловой системы не давала ответов на ряд вопросов, возникающих при криволинейном движении судна. В связи с этим была разработана более адекватная действительности, так называемая, двухваерная модель движения траловой системы [2,3 4].

Согласно указанной модели траловый комплекс схематизируется исходящими из одной точки (судна) двумя стержнями (ваерами), на концах которых находятся сосредоточенные массы (распорные доски). Из каждой распорной доски выходной стержень (кабель), соединенный с соответствующим стержнем-ваером шаровым шарниром без трения. Оба кабеля сходятся в одной точке, обладающей массой и характеризующей сетную часть трала. Модель учитывает веса и массы всех указанных элементов, а также их сопротивление движению как функции скоростей и конструктивных параметров.

Простейший вариант математической модели построен в предположении, что судно движется в горизонтальной плоскости O_{xy} неподвижной декартовой прямоугольной системы координат. При этом длины вытравленных ваеров в процессе движения – постоянны. В этом случае при заданном законе движения судна положение траловой системы в любой момент времени можно однозначно определить следующими параметрами: углами между проекциями ваеров и левого кабеля на плоскость O_{xy} и одной из координатных осей, например, осью O_y ; углом между левым ваером и его горизонтальной проекцией; углом между левым кабелем и его горизонтальной проекцией.

Относительно этих пяти параметров, рассматриваемых как обобщенные координаты системы, составлены пять дифференциальных уравнений движения, являющихся уравнениями Лагранжа второго рода. Эти уравнения составляют основу математической модели пространственного нестационарного движения двухваерной траловой системы [2,3].

Построенная математическая модель позволяет более полно описать динамику траловой системы. В частности, при криволинейном маневре судна она позволяет не только оценить расстояние между распорными досками, но и рассчитывать скорость каждой из них, давая тем самым возможность предотвращать потерю устойчивости внутренней по отношению к траектории судна распорной доски из-за недопустимого падения ее скорости. Теория позво-

ляет вычислить скорость трала, оценить величину его проседания при криволинейном маневре, а также более эффективно управлять его движением с помощью распорных устройств.

Литература

1. Альтшуль Б.А. Динамика траловой системы/ Б.А. Альтшуль, А.Л. Фридман.-: Агропромиздат, 1990.- 240с.
2. Altschul B.A., Ermakova T.V. Equations of trawl system movement at its schematization by two-warp model// Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems/ Vol.6.-nara, Japan.-2010< p.251-258.
3. Альтшуль Б.А. Математическое описание движения тралового комплекса при его схематизации двухваерной моделью ,Б.А. Альтшуль,, Т.В. Ермакова,, Известия КГТУ. Калининград.- 2011.- № 20.- с. 141-147.
4. Альтшуль Б.А. Учет изменения длины вытравленных ваеров в математическом описании движения тралового комплекса при его схематизации двухваерной моделью, Известия КГТУ. Калининград.- 2011.- № 23.-с. 127-130.

РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИАЛЛИЛИЗОФТАЛАТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СВОБОДНОГО ОБЪЕМА

Фаттахов М.Н., Исмаилов Р.Р., Шакирьянов Э.Д. (г.Бирск, БирГСПА, каф. мат. моделир. и инф. систем)

Abstract: Three-dimensional free - radical polymerization model in the block of the diallylisophthalate (DAIP) up to the limiting degrees of transformation based on a method of Monte-Carlo is considered in this work. The influence of fluctuational free volume on mechanical properties of polymer is investigated. The numerical value of the Poisson's ratio for the diallylisophthalate through its connection with a share of fluctuational free volume, frozen at a glassing temperature, is established.

Введение

Механические свойства материалов из трехмерных полимеров во многом определяются параметрами элементов свободного объема (ЭСО), замороженных в аморфную матрицу полимера.

На сегодняшний день принято разграничивать между собой три вида свободного объема. Это геометрический, флуктуационный и свободный объем, обусловленный тепловым расширением полимера. Однако, экспериментальное определение указанных видов свободного объема очень затруднено, а подчас невозможно, как считает Ферри [1].

Известно, что классический свободный объем по Ван-дер-Ваальсу составляет около 25-30% от общего объема системы, а флуктуационный свободный объем занимает лишь 2-3% от общего объема, т.е. во много раз меньше Ван-дер-Ваальсова свободного объема.[2]

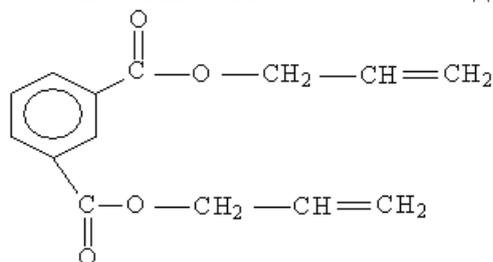
Именно от этого избыточного свободного объема во многом зависят свойства полимерных и простых аморфных веществ. Как уже отмечалось в работе [3], свободный объем полимеров определяет их вязкостные и релаксационные свойства, тепловое расширение, механические свойства.

Одним из параметров, характеризующих механические свойства твердых тел, является коэффициент Пуассона. Диапазон изменения коэффициента Пуассона находится в пределах от -1 до 0,5. Причем если $\mu=0$, то можно утверждать, что тело является пористым. Т.е. оно не изменяет поперечных размеров при растяжении. У твердых тел типа резины коэффициент Пуассона близок к 0,5. Обычно же это значение лежит в пределах 0,2-0,4.

Используя связь между коэффициентом Пуассона и долей флуктуационного свободного объема, замороженного при температуре стеклования, можем вычислить его численное значение для данного вещества.[4]

Объект исследования.

Объектом исследования послужил процесс трехмерной блочной свободно-радикальной полимеризации диаллилизфталата (ДАИФ) (рис. 1) в присутствии перекиси бензоила (ПБ).



Согласно кинетической схеме данного процесса полимеризации была разработана численная модель на основе метода Монте-Карло, имитирующего полимеризацию на кубической решетке [5,6].

Физико-химические свойства мономера и полимера ДАИФ и ПБ приведены в работе [6].

Рис 1. Структурная формула ДАИФ

Описание математической модели и результаты численного эксперимента.

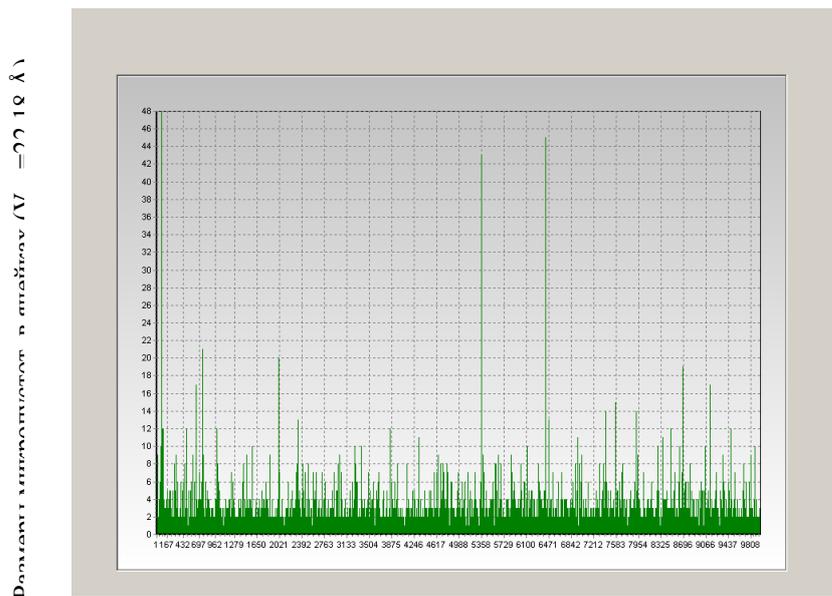
Для расчета распределения ЭСО по размерам проводилось моделирование процесса блочной трехмерной свободно-радикальной полимеризации (ДАИФ) до предельных степеней превращения. В основу модели реакционной системы положен реактор, построенный на кубической решетке 100x100x100. Рост полимерной цепи происходит по ребрам, соединяющим соседние узлы, причем каждое мономерное звено в полимере занимает 14 узлов, согласно числу углерод-содержащих атомных групп. Отметим, что в предыдущей работе [3] по определению свободного объема в полиДАИФ мономерное звено занимало 3 узла и каждый узел содержал только функциональные атомные группы. Предполагалось, что крайние узлы содержат реакционноспособные атомные группы, а в среднем узле сосредоточены инертные атомные группы. Однако, такой подход влечет сильные объемные флуктуации в модельной системе и большие ошибки в определении числа и размеров ЭСО. Увеличение количества атомных групп позволяет повысить разрешающую способность модели и более точно оценить влияние суммарного свободного объема на физико-химические свойства вещества. За минимальный элемент свободного объема v_0 была принята ячейка с размерами 1x1x1, что эквивалентно для данной системы объему, равному $22,18 \text{ \AA}^3$. В таблице 1 приведены исходные параметры реакционной модели.

Таблица 1. Параметры моделируемой реакционной системы

$\frac{m_I}{m_M}$	N_I	N_M	$k_d, 1/c$	$k_p, \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$	$k_t, \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$	$V_R, \text{ л}$
0,05	3617	71170	5,17e-5	200	2,65e+7	2,22e-20

Где $\frac{m_I}{m_M}$ – массовая доля инициатора (где m_I и m_M – массы инициатора и мономера соответственно), N_I – число молекул инициатора, N_M – число молекул мономера k_d , k_p и k_t – константы реакций распада инициатора, роста полимерной цепи и обрыва соответственно, V_R – эквивалентный объем модельного реактора. Численный эксперимент проводился по достижению в системе 50% степени превращения.

По окончании моделирования процесса блочной полимеризации ДАИФ был проведен расчет количества и объема незанятых элементов кубической решетки – геометрического свободного объема «вмороженного» в матрицу полимерного тела.



Объем микропустот в единицах V = 0,01 Q λ³

Рис 2. Структурное распределение микропустот в реакторе.

В результате анализа объемного распределения микропустот в реакторе была получена гистограмма (рис. 2), иллюстрирующая количественный состав разноразмерных ЭСО, заключенных внутри матрицы полимера.

Выводы и определение физических параметров.

В работе Сандитова Д.С. [7] отмечено, что объем флуктуационной дырки рассчитывается по формуле.

$$V_h = \frac{3(1 - 2m)kT_g}{f_c E} \quad (1)$$

Здесь k – постоянная Больцмана, $f_c = \frac{3}{4} \frac{V_f}{V_{f_g}}$ – доля флуктуационного свободного объема, замороженного при температуре стеклования T_g , причем у большинства аморфных полимеров $f_c = \text{const} = 0,025$.

Из этого уравнения найдем коэффициент Пуассона

$$V_h f_c E = 3(1 - 2m)kT_g \quad (2)$$

$$\frac{V_h \Psi f_c \Psi E}{3 \Psi k \Psi T_g} - 1 = -2m \quad (3)$$

$$m = \frac{1}{2} - \frac{V_h \Psi f_c \Psi E}{6 \Psi k \Psi T_g} \quad (4)$$

$$V_h = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{ЭСО}}} u_i}{N_{\text{ЭСО}}} \Psi f_c \quad (5)$$

Где u_i - объем i -го ЭСО, $N_{\text{ЭСО}}$ - число ЭСО в системе.

Таблица 2. Расчетные параметры.

V_h , Å^3	E , МПа	k , Дж/К	f_c	T_g , К
32,7	12000	$1,38 \cdot 10^{-23}$	0,025	464

Подставив расчетные параметры из таблицы 2 в уравнение (4) и вычислив, получим $\mu = 0,367$. Полученное значение сопоставимо с коэффициентами Пуассона для полистирола и поливинилхлорида [4], что позволяет говорить о некотором сходстве физико-химических свойств этих материалов.

Наличие тяжелых и крупных атомов в структурных звеньях полимеров обуславливает рост коэффициента Пуассона. В этом случае мы имеем низкое значение Ванн-дер-Ваальсова свободного объема V_F , но вместе с тем высокий показатель нелинейности межатомных сил (ангармонизма колебаний решетки), что, в свою очередь, сказывается на увеличении флуктуационного свободного объема f_c . Однако, известно, что чем выше доля флуктуационного свободного объема f_c , тем выше значение коэффициента Пуассона для аморфных полимеров.[4]

В самом деле, наличие у диаллилизифталата фенильных групп и групп CH_2 в качестве боковых привесков в каждом повторяющемся звене приводит к росту нелинейности межатомных сил и флуктуационного свободного объема и, как следствие, к высокому значению.

Рассматривая процессы теплового расширения и деформации, исходя из известных экспериментальных данных о свободном объеме, можно оценить прочностные качества полимеров. Рассмотрев труды Сивергина Ю.М., Гришиной И.Н., Хемилека А.Е., Мартена Ф.Л. и Панке Д. были выведены следующие соотношения:

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad (6), \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (7), \quad E = \frac{3(1-2\nu)k}{\nu} \quad (8)$$

где K - модуль объемного сжатия, G - модуль сдвига, E - модуль упругости, μ - коэффициент Пуассона.

Модуль объемного сжатия найдем по формуле (6). Используя данные из таблицы 2 и найденное значение, получим $K=16,66$ ГПа. Для сравнения, объемный модуль упругости стекла $=35-55$ ГПа.

Модуль сдвига связан с модулем упругости через коэффициент Пуассона (7). Используя данные из таблицы 2 и найденное значение μ , получим $G=4,35$ ГПа. Для сравнения G полиэтилена $=0,117$ ГПа.

Литература

1. Ферри Д. Вязкоупругие свойства полимеров. Изд-во иностр. лит., 1963, с.254
2. Ольховик О.Е. Экспериментальное исследование свободного объема и его влияния на некоторые свойства полимеров.// Высокомолекулярные соединения. – 1976. – Т.18(А). –№5. – С.1012 – 1019.
3. Фаттахов М.Н., Занозина Е.А., Исмаилов Р.Р., Шакирьянов Э.Д. Расчет распределения элементов геометрического свободного объема в модельной структуре тела полимера диаллилизифталата.// Наука в школе и ВУЗе: материалы научной конференции аспирантов и студентов. – 2011. – Часть I. – №12. – С.92 –95.
4. Сандитов Д.С., Сангадиев С.Ш. Коэффициент Пуассона и флуктуационный свободный объем аморфных полимеров и стекол.// Высокомолекулярные соединения. – 1998. – Т.40. – №12. – С.1996 –2003.
5. Исмаилов Р.Р. , Шакирьянов Э.Д., Усманов С.М. Модель трехмерной свободнорадикальной полимеризации на основе статистического метода Монте-Карло. // Вестник УГАТУ. – 2009. – Т.12. – №1(30). – С.211 – 217.
6. Э.Д. Шакирьянов, Р.Р. Исмаилов, С.М. Усманов, Ю.М. Сивергин. Моделирование процесса трехмерной свободнорадикальной блочной полимеризации диаллилизифталата методом Монте-Карло.// Химическая физика. – 2011. –Т.30. –№9. – С.75-83.
7. Сандитов Д.С., Сангадиев С.Ш. О природе флуктуационного свободного объема аморфных полимеров и стекол.// Высокомолекулярные соединения. – 2004. – Т.46. – №7. – С.1185 –1190.

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗА И ПРЭСНОЙ ВОДЫ ИЗ ГИДРАТНЫХ ВАЛУНОВ

Чиглинцева А. С., Кунсбаева Г. А. (г. Бирск, Бирская государственная социально-педагогическая академия, кафедра математического анализа и прикладной математики, Сибай, Сибайский институт (филиал) Башкирского Государственного Университета, кафедра прикладной математики и информационных технологий)

This work is devoted to the extraction of gas from the underwater massif of gas hydrate. «Shaft» method of gas production from submarine massif of gas hydrate, involves the production of gas hydrates in the form of boulders, their rise in the containers and the extraction of gas from the hydrates by means of thermal fields.

Гидраты природного газа представляет собой уникальное сырьё не только для получения легких углеводородных источников энергии, но и также для получения экологически чистой пресной воды. Причем запасы такой системы в природе практически неисчерпаемы. При этом только потенциальные запасы метана в газогидратах оцениваются специалистами до $2 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$ [1]. Поэтому, большой интерес в будущем представляет создание способов добычи газогидратов и их переработки, с целью получения газа и пресной воды.

Согласно предполагаемой схеме, реактор сверху постоянно загружается гидратом, а снизу в реактор подается теплая вода некоторым постоянным расходом. Продукты разложения (вода и газ) самотеком удаляются из реактора, при котором уровень воды поддерживается на постоянной высоте.

Полагаем, что все основные параметры течения трехфазной системы, состоящей из частиц гидрата, воды и газа однородны по сечению канала. Уравнение сохранения числа частиц гидрата запишется в виде:

$$\frac{d S n_h v_h}{dz} = 0, \quad S = \pi R^2 \quad (1)$$

Здесь и далее нижние индексы h, w, g относятся к параметрам гидрата, воды и газа, n_h – число частиц гидрата в единицах объема, R и S – радиус и площадь сечения реактора.

Уравнения сохранения масс гидрата, воды и газа имеют вид:

$$\frac{dm_h}{dz} = -J_h, \quad \frac{dm_w}{dz} = -J_w, \quad \frac{dm_g}{dz} = -J_g \quad (2)$$

$$m_h = S \alpha_h \rho_h^0 v_h, \quad m_w = S \alpha_w \rho_w^0 v_w, \quad m_g = S \alpha_g \rho_g^0 v_g$$

где $m_i, \rho_i^0, \alpha_i, v_i$ $i = h, w, g$ – массовые расходы, истинные плотности, объемные концентрации и скорости фаз; J_h, J_w, J_g – интенсивности разложения гидрата, образования воды и газа (за счет разложения гидрата) отнесенные на единицу длины реактора.

Интенсивности разложения гидрата и образования воды и газа связаны как:

$$J_w = 1 - G J_h, \quad J_g = G J_h \quad (3)$$

где G – массовое содержание газа в гидрате.

Уравнение сохранения энергии гидрата и газожидкостной смеси запишем в виде:

$$\frac{d}{dz} m_h c_h T_h = Q_{\sigma h} - J_h c_h T_{\sigma} \quad (4)$$

$$\frac{d}{dz} m_w c_w + m_g c_g T_w = Q_{w\sigma} - J_w c_w + J_g c_g T_{\sigma}$$

Здесь T_{σ} – температура на поверхности частицы гидрата; $Q_{w\sigma}$ и $Q_{\sigma h}$ – тепловые потоки от жидкости к поверхности гидрата и от этой поверхности к гидрату, отнесенные к единице длины реактора. Тепловые потоки, в свою очередь, должны удовлетворить условиям теплового баланса с учетом затрат на фазовые переходы

$$Q_{w\sigma} - Q_{\sigma h} = J_h l_h, \quad (5)$$

$$\alpha_h + \alpha_w + \alpha_g = 1, \quad \alpha_h = \frac{4}{3} \pi a_h^3 n_h \quad (6)$$

где l_h – удельная теплота разложения, отнесенная на единицу массы гидрата, a_h – радиус частиц гидрата. Для объемного содержания гидрата примем, что он равен величине объемного содержания для плотной засыпки сферических частиц. Тогда [2] будем иметь $\alpha_h = 0,64$.

Газ калорически совершенен: $p = \rho_g^0 R_g T_g$

Интенсивности теплообмена, отнесенные к единице длины реактора, представим как:

$$Q_{w\sigma} = S n_h q_{w\sigma}, \quad Q_{\sigma h} = S n_h q_{\sigma h} \quad (7)$$

где $q_{w\sigma}$, $q_{\sigma h}$ – интенсивности теплообмена, отнесенные к одной частице гидрата, которые в свою очередь записываются в виде [3]:

$$q_{w\sigma} = 2\pi a_h \beta_w (T_w - T_{\sigma}), \quad q_{\sigma h} = 2\pi a_h \beta_h (T_{\sigma} - T_h),$$

$$\beta_w = \lambda_w \text{Nu}_w, \quad \beta_h = \lambda_h \text{Nu}_h, \quad (8)$$

$$\text{Nu}_w = 2 + 0,65 \sqrt{\text{Pe}_{wh}}, \quad \text{Nu}_h = 10,$$

$$\text{Pe}_{wh} = \frac{2a_h (v_w + v_h)}{\chi_w}, \quad \chi_w = \frac{\lambda_w}{\rho_w c_w}$$

Здесь β , λ , χ – коэффициенты теплопереноса, теплопроводности, температуропроводности, Nu и Pe – числа Нуссельта и Пекле.

Аналогично предыдущему, скорость разложения гидрата представим в виде

$$J_h = S n_h j_h \quad (9)$$

Здесь j_h – интенсивность разложения, отнесенная к одной частице.

Скорость газовой фазы представим как

$$v_g = v_w + v_{gw} \quad (10)$$

где v_{gw} – скорость миграции газовой фазы относительно жидкости.

Выше представленная система уравнений, дополненная некоторыми гипотезами, позволяющие получить конкретные численные величины для параметров, определяющих интенсив-

ность разложения гидрата и относительное движение газовой фазы, позволяет рассчитывать производство газа и воды при заданной интенсивности загрузки реактора гидратом и теплой водой. Для функционирования такого реактора необходимо обеспечить во всем его объеме условия разложения гидрата. Таким условием является величина температуры воды T_w , контактирующей с гидратом, которая должна быть выше равновесной температуры $T_s(p)$ для значения давления в реакторе p .

Для выявления наиболее выгодных режимов эксплуатации реактора и определение его оптимального размера был проведен параметрический анализ.

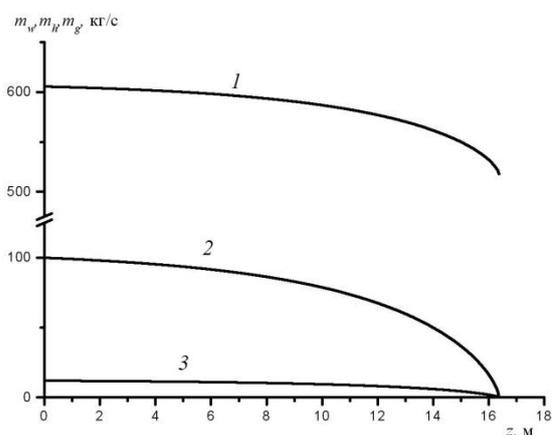


Рис. 1. Распределения массовых расходов: 1 – воды, 2 – гидрата, 3 – газа вдоль реактора.

На рис. 1 представлены результаты расчетов для распределения массовых расходов воды, гидрата и газа вдоль реактора. Видно, что при заданной производительности реактора, его высота должна быть порядка 16 м.

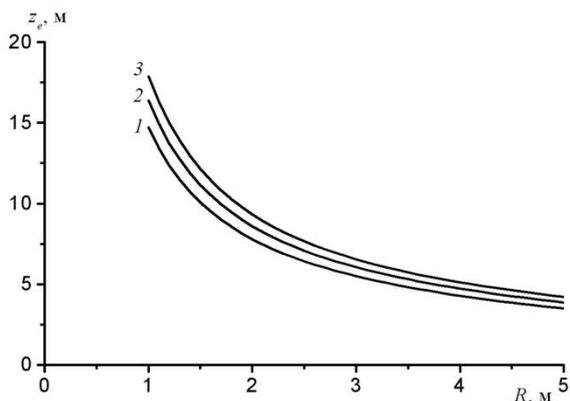


Рис. 2. Зависимость высоты реакторы от его радиуса. Линии 1, 2 и 3 соответствую массовым расходам гидрата $m_{h0} = 80, 100, 120$ кг/ч.

Зависимость высоты реактора от его радиуса показана на рис. 2. Видно, что при увеличении радиуса реактора от 1 м до 5 м его высота уменьшается примерно на 80%.

В работе исследована возможность получения пресной воды и газа из гидрата. Построена соответствующая технологическая схема и описана модель реактора для процесса вымывания газа и воды из гидрата.

Литература

1. Bei Liu, Qing Yuan, Ke-Hua Su, Xin Yang, Ben-Cheng Wu, Chang-Yu Sun and Guang-Jin Chen Experimental simulation of the exploitation of natural gas hydrate // *Energies*. 2012. V. 5. P. 466; doi:10.3390/en5020466.
2. Шагапов В.Ш., Буркин М.В., Воронин А.В., Шатов А.А. К расчету обжига известняка в коксовой печи // *Теоретические основы химической технологии*. 2004. Т. 38. № 4. С. 467.
3. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т. 1. М.: Наука, 1987.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ КЛИНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИПОТЕТИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЫГРУЗКИ ДЕГРАДИРОВАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Наумов А. В. (г. Апатиты, ФГБУ науки РАН Горный институт КНЦ РАН)

Abstract. The radiological consequences from fuel aerosol release of self-sustaining fission chain reaction at a regional spent fuel storage facility were investigated. The region of the contamination includes not only the Kola Peninsula, but also the neighboring countries.

Введение. В Мурманской области давно встала проблема соблюдения ядерной и радиационной безопасности, но для хранения ОЯТ, накопленного в ячейках блоков сухого хранения (БСХ) губы Андреева, она так и не решена.

Представленные ранее автором результаты исследований показали, что потенциально возможный инцидент с возникновением самопроизвольной цепной реакции деления (СЦР) в ячейке хранилища губы Андреевой (1) может привести к быстрому плавлению частиц ядерного топлива на основе UAl_x (2), а затем – к паровому взрыву и выбросу облака радиоактивных аэрозолей в атмосферу. Степень загрязнения природных сред в ближайших и отдаленных районах в результате такого выброса не изучена, как и дальнейшие последствия.

Для учета рассеяния радиоактивного выброса аэрозольного облака при различных метеорологических условиях в Европе и США все чаще применяется модель клина, описывающая временную и пространственную эволюцию радиоактивного облака в условиях устойчивой атмосферы (3). В связи с этим была предпринята описанная ниже попытка адаптировать данную модель к условиям выброса из хранилища в результате потенциально возможной СЦР, рассмотренной автором ранее (2), и получить оценки дозовых нагрузок на население в условиях северной специфики и с учетом новых российских нормативов, в частности, рекомендаций работы (4).

Постановка и решение задачи. Объектом исследования данной работы является радиологическое воздействие на население аварийного выброса ^{137}Cs от СЦР в ячейке БСХ, обусловленное дисперсией облака аэрозолей в атмосфере, процессом выпадения радионуклидов, а также образом жизни местного населения.

Поставлена задача изучить влияние расстояния, погодных условий, включая осадки, на уровень радиоактивного загрязнения местности и на дозы полученные представителями наиболее чувствительной или критической группы населения, а также квалифицировать полученные в течение года после аварии дозы внешнего гамма-облучения от осажденного на землю ^{137}Cs . Данный изотоп обладает наибольшей активностью, составляющей порядка 50% от общей активности ОЯТ (2), а вклад от внешнего облучения в условиях Севера считается наиболее существенным согласно рекомендациям, приведенным в (4) и (5).

Геометрия, принятая в модели клина, показана на рисунке 1, см. работу (3), а уровень загрязнения поверхности земли, σ (Бк/м²), определяется следующим соотношением:

$$\sigma = \frac{Q}{\theta \cdot r \cdot R} e^{-\frac{r}{R}},$$

где Q - количество выделившегося изотопа в Бк, θ - угловой подветренный размер той области клина, где концентрация изотопа в воздухе считается однородной по ширине клина и по вертикали в пределах слоя перемешивания, r - подветренное расстояние (м), а R - длина осаднения (м):

$$R = H \cdot u / v,$$

H - высота облака, (м); u - скорость ветра, усредненная по слою перемешивания (м/с), а v - скорость осаднения аэрозоля (м/с).

В соответствии с описанной моделью подготовлена компьютерная программа и выполнены расчеты загрязнения поверхности земли при выпадении аэрозолей размером порядка одного микрометра для вариации скорости ветра, угла θ и характерных значений скорости осаднения, см. рисунки 2 и 3.

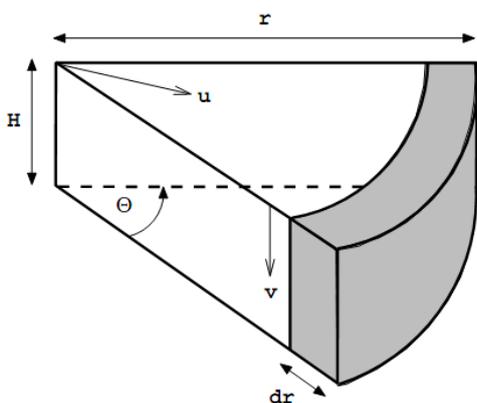


Рисунок 1 Модель клина

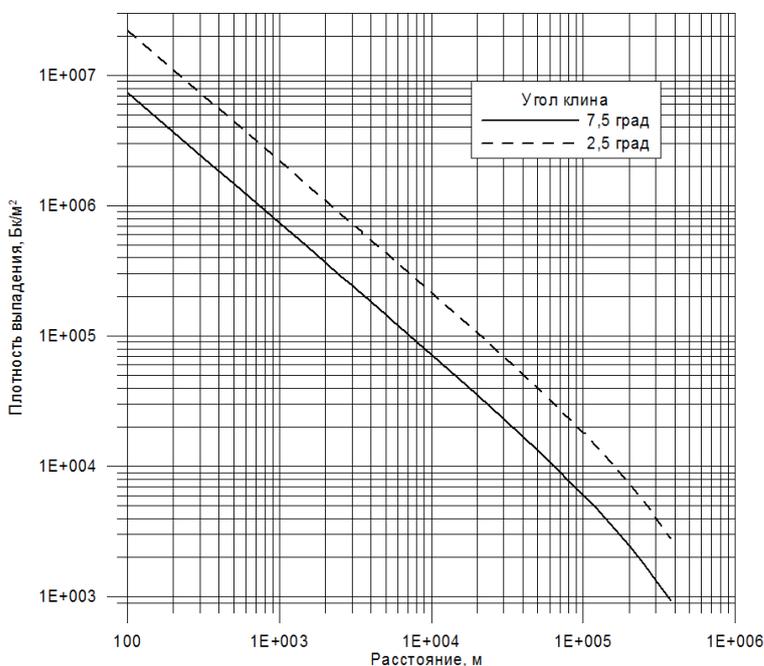


Рисунок 2 Плотность выпадения ^{137}Cs при различных θ .

На рисунке 3 заметно, что большая скорость выпадения осадков, например, с дождем резко повышает плотность осаднения вблизи точки выброса и снижает ее на расстоянии свыше нескольких десятков километров. В проведенных расчетах контролировался баланс активности выброса, при этом величина осаднения радионуклида вычислялась путем интегрирования плотности загрязнения с шагом $dr = 1$ м. Погрешность сведения баланса находится в пределах 0,1%.

Расстояния до территорий трех соседних стран и центральные углы, под которыми «видны» участки ближайших к месту аварии территорий из места выброса приведены в таблице 1. Предполагается, что граница площадки находится от БСХ частично на расстоянии от 350 м,

угол видимости этого участка границы 300° , частично – на расстоянии 1000 м с углом видимости 60° .

Ближайший участок границы территории Норвегии в виде выступа, обращенного к месту аварии, находится от губы Андреева на расстоянии от 53 км, он на карте «виден» под углом примерно 8 градусов. Следующий более широкий участок границы начинается на расстоянии 90 км, он «виден» под углом примерно 40 градусов. Территория Финляндии начинается на расстоянии 120 км, угол «видимости» составляет 33° . Швеция удалена на 370 км, «видна» под углом 36 градусов. Мурманск располагается почти перпендикулярно направлению на губу Андреева и «виден» от нее под углом 18° .

При расчете индивидуальной дозы внешнего облучения за первый год было принято, что на границе территории площадки, на расстоянии 0,35 или 1 км в клиновидной зоне загрязнения, могут находиться только взрослые мужчины, которые проживают в одноэтажных постройках и являются критической группой населения. Предполагается, что представители иных категории населения на площадке отсутствуют.

Начиная с расстояния 3 км, за критическую группу сельского населения принимаются жители Крайнего Севера (оленоводы), проживающие в одноэтажных деревянных постройках. В населенных пунктах, указанных в таблице 1, кроме Малой Лопатки, критическая группа – это дети, проживающие в тех же условиях.

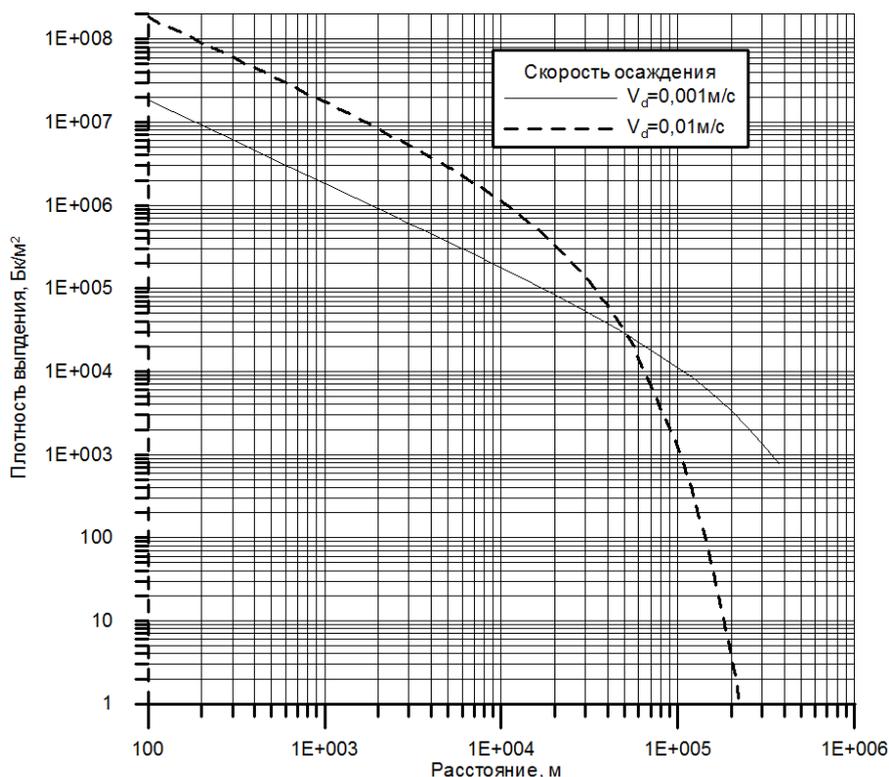


Рисунок 3 Влияние толщины слоя перемешивания на плотность выпадений ^{137}Cs при скорости ветра 6 м/с и скорости осаждения 0,01 м/с

В рамках выполненной оценки дозы внешнего облучения населения на территории зарубежных стран применяются тот же подход, что и для территории РФ. В соответствии с НРБ-99 (5) основной дозовый предел внешнего γ -излучения составляет 50 мЗв для категории А и 1

мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год для ограниченной части населения категории Б. Поскольку мужчины на территории площадки, на которой расположен радиационно-опасный объект, должны быть отнесены к категории А, годовой дозовый предел 50 мЗв при их постоянном пребывании на территории на расстоянии 350 м от места выброса не превышает.

Таблица 1

Расстояние до границы населенных пунктов и территорий

	Площадка	М.Лопатка	Заозерск	Мурманск	Норвегия	Финляндия	Швеция
Расстояние, км	0,35(1)	3,2	5,5	53	56(90)	120	370
Угол, град	300(60)	11	24	18	8(40)	33	36

Этот предел немного превышен для группы оленеводов, находящихся в течение года на расстоянии 3,2 км и получающих 6,9 мЗв, однако ширина и соответствующая площадь недостаточна для проживания населения, так что этот вариант облучения в реальности весьма маловероятен. Наиболее опасны условия для проживания детей на расстоянии, характерном для Заозерска. Могут быть превышены пределы для взрослого населения и, тем более, оленеводов в пределах 10 км от места аварии.

Вариантными расчетами установлено, что оценка радиологического воздействия, на некоторых расстояниях может оказаться не вполне консервативной. Особенно это относится к отдаленным на расстояние более 60 км районам, таким как район Мурманска и ближайшие территории Норвегии, а также Финляндии. Тем не менее, уровень аварийного загрязнения не представляет опасности для какой-либо группы населения соседних стран и сравним с имеющимся глобальным загрязнением от проведения в прошлом ядерных взрывов.

Таблица 2

Плотность выпадений ^{137}Cs и дозы внешнего облучения на все тело за первый год после выброса из БСХ в результате СЦР

Расстояние от места аварии, км	Плотность выпадений, Бк/м ²	Доза, мЗв для указанной критической группы		
		Оленеводы	Дети	Мужчины
0,35	7,89E6	-	-	10
1	2,75E6	-	-	3,7
3,2 (М.Лопатка)	8,51E5	6,9	-	1,3
5,5 (Заозерск)	4,90E5	3,9	1,3	
53 (Мурманск)	4,01E4	0,32	0,11	
56 (Норвегия)	3,73E4	0,31	0,10	

120 (Финляндия)	1,27E4	0,103	0,034	
370 (Швеция)	1,18E3	0,0095	0,003	

Выводы. Населенные пункты, расположенные в пределах от 3 до 10 километров от места аварии, согласно консервативной оценке, при попадании под облако выброса могут подвергнуться опасному загрязнению изотопом ^{137}Cs , в результате чего дозовый предел для ряда категорий населения может быть превышен примерно на порядок.

Для больших расстояний, характерных для расположения территории Мурманска и ближайших районов Норвегии, приведенная в таблице 2 оценка близка к консервативной. Она показывает непревышение дозового предела для всех групп населения.

Литература

1. Васильев А. П., Григорьев А. В. Анализ радиационных рисков для персонала при работах на объектах в губе Андреева и меры по их снижению http://www2.vniitf.ru/downloads/miass/reports_pdf/a_vasiliev.pdf (дата обращения: 28/11/2010).
2. Наумов А.В. Изучение последствий аварии на хранилище ОЯТ в губе Андреева на основе адиабатической модели СЦР // Наука и образование – 2011: тр. Международной научно-технической конференции. 4-8 апреля 2011, Мурманск. –Мурманск: МГТУ, 2011. 1 опт. Компакт-диск (CD-R). - С. 122-127.
3. J. Magill, D. Hamilton, K. Lützenkirchen, M. Tufan, G. Tamborini, W. Wagner, V. Berthou, A. von Zweidorf. Consequences of a Radiological Dispersal Event with Nuclear and Radioactive Sources // Science and Global Security. – 2007. - Vol. 15. Pp. 107-13.
4. Методика разработки нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (ДВ-2010). URL: http://www.gosnadzor.ru/files/4df74fa8e9b0d_tom2.pdf (дата обращения 20.10.2011).
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. - 116 с.

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО
ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА
БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

ОСОБЕННОСТИ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В МОНЧЕГОРСКОМ, МОНЧЕТУНДРОВСКОМ И ФЕДОРОВО-ПАНСКОМ ИНТРУЗИВАХ (Кольский полуостров).

Нерадовский Ю. Н. (г.Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геологии)

Аннотация

В статье проведено сравнение минеральных ассоциаций элементов платиновой группы в месторождениях Мончегорского рудного узла и Федорово-Панского интрузивного комплекса.

The article compared the mineral assemblages of platinum group elements in the Monchegorsk ore deposits of the site and Fedorova-Pansky Intrusive Complex.

Проблема разнообразия благороднометального оруденения в различных породных ассоциациях Кольской платинометальной провинции неоднократно обсуждалась ранее (Митрофанов и др., 1999; Гроховская и др., 2002). Универсального закона распределения и контроля минералов благородных металлов, как и самих металлов, в расслоенных комплексах не установлено. Контролирующими факторами считаются - единый магматический источник платиноносных интрузий и эволюция рудно-магматических систем в ходе становления массивов.

В центральной части Кольского полуострова сосредоточены два крупных рудоносных узла – Мончегорский район и Федорово-Панская интрузия. Федорово-Панская интрузия является типичным месторождением малосульфидных платинометальных руд. Благодаря интенсивным и разносторонним исследованиям оруденения и опубликованным сводкам (Митрофанов и др., 1999; Балабонин и др., 2000_{1,2} ; Субботин и др., 2000) оно имеет наиболее полную характеристику для данного типа и поэтому минеральный состав может рассматриваться эталоном для платинометального оруденения массивов Кольской платиноносной провинции. Мончегорский район известен прежде всего медно-никелевыми месторождениями, связанными с Мончеплутоном (Козлов,1973). Однако район постепенно выходит на второе место по платино-палладиевому сырью, благодаря открытию ряда месторождений малосульфидных платинометальных руд. Они установлены в юго-восточной части расслоенного комплекса Мончеплутона, в габброноритах массива Вуручайвенч, и в двух массивах вблизи юго-западной части Мончеплутона - Южно-Сопчинском и Восточно-Мончетундровском. Массив Вуручайвенч относится к разрезу Мончеплутона и рассматривается как продолжение габброноритов массива Нюд-Поаз (Смолькин и др., 2004). Массивы Южно-Сопчинский и Восточно-Мончетундровский относятся к комплексу пород массива Мончетундра, являющегося фрагментом Габбрового хребта. Ряд детальных исследований минерального состава оруденения различных участков Мончегорского района показывает, что составы платинометального оруденения Мончегорского района и Федорово-Панской интрузии все более сближаются. При этом наиболее близкое сходство обнаруживает оруденение в однотипных породах.

Согласно опубликованным данным (Генкин и др.,1963; Юшко-Захарова, 1966; Юшко-Захарова, Черняев, 1966; Юшко-Захарова и др.,1975; Орсоев и др., 1982; Орсоев и др., 1994; Абзалов и др., 1993; Яковлев и др.,1981; Кривенко и др., 1989; Кривенко и др., 1991; Yakovlev et all 1991; Яковлев, Докучаева, 1994; Изоитко и др., 1998; Балабонин и др., 1998; Балабо-

нин и др., 2000_{1,2}; Субботин и др., 2000; Гроховская, Лапутина, 1988; Гроховская и др., 2000; Гроховская и др., 2002; Dedeev et al., 2002, Нерадовский и др., 2002; Гроховская и др., 2003) в Федорово-Панском интрузиве установлено 95 фаз, из них 23 минералы и 72 неопределенные. В Мончегорском районе установлено 67 фаз, из них 41 минерал и 26 неопределенные фазы. Данные показали, что в Мончегорском районе шире представлены самородные элементы и интерметаллические соединения, а в Федорово-Панском интрузиве в два раза больше фаз сульфидов и теллуридов и в четыре раза больше висмутотеллуридов. Таким образом, наблюдается контрастное различие минерализаций благородных металлов в рассматриваемых районах (Таблица 1).

Таблица №1

Распределение видов минералов и фаз благородных металлов в интрузивах Мончегорского района и Федорово-Панском интрузиве.

Виды минералов и фаз	НКТ, Сопча	Вуручуйвенч	Южно-Сопчинский, Восточно-Мончетундровский	Федорово-Панский
Самородные элементы и интерметаллиды	12	4	7	5
Сульфиды	4	-	4	13
Сульфоарсениды	-	6	4	6
Арсениды	1	7	8	8
Теллуриды, селениды, станниды	8	3	4	25
Висмутотеллуриды	7	4	3	31
Висмутиды	2	1	-	1
Прочие	-	1	3	2
Всего	34	26	34	91
В т.ч. неопределенные	8	4	13	69

Анализ распределения минеральных фаз по типам месторождений показывает, что в Мончеплутоне различие обусловлено прежде всего спецификой оруденения медно-никелевых руд массивов НКТ и Сопчи, а также хромитовых руд Сопчеозерского месторождения. Жильные руды главного рудного поля НКТ и глубинного «медного» оруденения содержат благородные металлы в основном в форме самородных элементов, теллуридов, висмутидов и висмутотеллуридов. Хромитовые руды содержат благородные металлы в форме интерметаллидов и сульфидов, характерно преобладание Ir и Os в минеральных фазах.

Пласт-330 массива Сопча характеризуется в основном рассеянной формой ЭПГ в рудообразующих сульфидах. Во всех этих рудах практически не развиты соединения благородных металлов с мышьяком. Платинометалльные руды участка Вуручуайвенч существенно отличается от рассмотренных типов руд в массивах НКТ и Сопча. Здесь в отличие от НКТ и Сопчи в три раза меньше самородных металлов, отсутствуют сульфиды, широко развиты сульфоарсениды и арсениды. По комплексу минеральных фаз руды Вуручуайвенча сближаются с оруденением Южно-Сопчинского и Восточно-Мончетундровского участков. Данные по Южно-Сопчинскому и Восточно-Мончетундровскому участкам показывают, что они в свою очередь, весьма сходны между собой по комплексу минералов и минеральных фаз благородных металлов. В них представлены практически все группы соединений, но общей особенностью является широкое развитие арсенидов и сульфоарсенидов, что отличает их от медно-никелевых и хромитовых руд.

Различия благороднометалльного оруденения в пределах Мончеплутона обусловлены несколькими факторами. Прежде всего - связью с различными комплексами пород. Влияние этого фактора ранее установлено для главных минералов (Козлов, 1973). Показано, что состав сульфидной массы руд в однотипных породах изменяется в основном за счет изменения содержания никеля, а в разных породах – за счет изменения содержания никеля и меди. Переход из ультраосновных пород в основные сопровождается увеличением в сульфидной вкрапленности доли меди. Эта закономерность связывается с докамерной дифференциацией расплава. Многие факты свидетельствуют о связи благороднометалльного оруденения Мончеплутона с медистыми рудами в основных породах. Вторым фактором, вероятно, является кристаллизационная дифференциация сульфидной массы в жилах. В медистых частях жил и отщепленных дифференциатах - «медных» жилах, установлено наибольшее количество минералов благородных металлов. Возможно, некоторую роль играли и гидротермальные растворы в зонах пострудного метаморфизма.

Федорово-Панская интрузия характеризуется весьма широким набором минеральных фаз благородных металлов, но отличается большим количеством неопределенных соединений, особенно среди теллуридов, станнидов, селенидов и висмутотеллуридов. Возможно, это связано с недоизученностью этого огромного объекта. По опубликованным данным количество установленных минеральных фаз в Мончегорском районе выше. В то же время состав малосульфидного платинометалльного оруденения Вуручуайвенча, Южно-Сопчинского и Восточно-Мончетундровского участков близок составу платинометалльных руд Федорово-Панского интрузива, как по количеству видов минеральных фаз, так и по частоте встречаемости благородных металлов в этих фазах. На примере наиболее распространенных элементов – Pd и Pt установлено, что во всех рассматриваемых объектах Pt входит в 40%, а Pd – в 70-80 % минеральных фаз. Тогда как в НКТ и Сопче эти металлы входят всего в 20 и 50% фаз соответственно.

Заключение.

Рассмотренные данные о минеральном составе платинометалльного оруденения в интрузивных комплексах Кольского полуострова, позволяют констатировать, что между ними имеются определенные сходства и различия. Выделяется две группы месторождений, между которыми имеются более тесные связи.

Во-первых следует отметить комплекс Мончеплутона. В нем наблюдается изменение благороднометалльного оруденения с переходом от медно-никелевых (НКТ, Сопча) и хромитовых (Сопчеозерское) руд в пироксенитах и перидотитах, к собственно платинометалльным (Вуручуайвенч) в габброноритах. Характер изменений характеризуется уменьшением роли интерметаллидов, сменой соединений благородных металлов с серой на соединения с

мышьяком, увеличением активности минералообразования Pt и Pd, снижением активности Ru, Os и Ir.

Во-вторых необходимо отметить сходство оруденения Вуручайвенча с оруденением Южно-Сопчинского и Восточно-Мончегундровского массивов и Федорово-Панского интрузива. Поскольку породы Вуручайвенча относятся к комплексу Мончеплутона, то оруденение в них следует рассматривать как часть эволюционной истории всего плутона. С другой стороны Южно-Сопчинский и Восточно-Мончегундровский массивы являются фрагментами габбрового массива Главного хребта и представляют другую интрузивную фазу, не связанную с Мончеплутоном. Сходство их оруденения с оруденением Федорово-Панского массива свидетельствует о генетическом родстве более высокого уровня.

Сходство благороднометального оруденения, установленное для Южно-Сопчинского и Восточно-Мончегундровского участков, являющихся фрагментами Мончегундровского массива Главного хребта, с оруденением Федорово-Панского интрузива, позволяет сделать выводы о большой перспективности габбро-анортозитового комплекса на благороднометальные руды. Однако для этого необходимы более веские доказательства комагматичности массивов пород Южно-Сопчинского и Восточно-Мончегундровского с интрузивным комплексом Главного хребта.

Литература

6. Абзалов М.З., Веселовский Н.Н., Корчагин А.У., Ражев С.А., Латыпов Р.М., Полежаева Л.И. Минералы серебра в расслоенном интрузивном комплексе Федорово-Панских тундр, Кольский полуостров. // ДАН том 329, №4, 1993, с.497-499.
7. Балабонин Н.Л., Митрофанов Ф.П., Субботин В.В., Корчагин А.У., Войтеховский Ю.Л., Волошина З.М., Пахомовский Я.А., Петров В.П. Минералы платиновых металлов – индикаторы эволюции рудоконтролирующих процессов. // Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. Санкт-Петербург, «Наука», 1998, с. 271-281.
8. Балабонин Н.Л., Корчагин А.У., Субботин В.В., Нерадовский Ю.Н., Карпов С.М., Пахомовский Я.А., Савченко Е.Э. Минералы платиновых металлов и новые данные о главных минералах Федорово-Панского массива. Вестн.МГТУ, т.3, №2, 2000, -с.179-204.
9. Балабонин Н.Л.Корчагин А.У., Субботин В.В., Карпов С.М., Пахомовский Я.А., Савченко Е.Э.Редкие минералы благородных металлов малосульфидных руд Федорово-Панского массива. Вестн.МГТУ, т.3,№2, 2000, -с.205-210.
10. Генкин и др.,1963 Генкин А.Д., Журавлев Н.Н., Смирнова Е.М. Мончеит и котульскит – новые минералы и состав майченерита. –Записки ВМО, ч. ХСII, 1963 вып. 1, с. 33-50.
11. Гроховская Т.Л., Лапутина И.П. Платиновая минерализация некоторых расслоенных интрузивов Кольского полуострова. – В кн.: Никеленосность базит-гипербазитовых комплексов Карело-Кольского региона. Апатиты, 1988, с.69-73.
12. Гроховская Т.Л., Бакаев Г.Ф., Шелепина Е.П., Лапина М.И., Лапутина И.П., Муравицкая Г.Н. Платинометалльная минерализация в габброноритах массива Вуручайвенч, Мончегорский Плутон (Кольский полуостров, Россия).// Геология рудных месторождений, 2000, том 42, № 2, с. 147-161.
13. Гроховская Т.Л.,Бакаев Г.Ф., Лапина М.И., Шолохнев В.В. Платинометальное оруденение Монче-тундры. Материалы Всероссийского Симпозиума «Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов». – М.:ООО «Связь-принт», 2002. с.136-140.
14. Гроховская Т.Л., Бакаев Г.Ф., Шолохнев В.В., Лапина М.И., Муравицкая Г.Н., Войтехович В.С. Рудная платинометалльная минерализация в расслоенном Мончегорском магматическом комплексе (Кольский п-в, Россия). Геология рудных месторождений, 2003, том 45, № 6, с. 329-352.

15. Изoitko B.M., Petrov C.B., Fedorov C.A., Shumskaya E.N. O veshchestvennom sostave i tekhnologicheskikh svoystvakh rud Fedorovo-Panskogo mestorojdeniya. // «Obogasheniye rud», № 6, 1998, c. 31-36.
16. 11. Kozlov E.K. Estestvennyye ryady porod nikelenostnykh intruziy i ikh metallogeniya. L., «Nauka», Leningradskoye otdeleniye, 1973, 283 c.
17. Krivenko A.P., Lavrent'yev Yu.G., Mayorova O.N., Tolstykh N.D. Telluridy platiny i palladiya v Panskom gabbronoritovom massive na Kolskom poluostruve. DAN SSSR, 1989. Tom 308, № 4, c. 950-954.
18. Krivenko A.P., Tolstykh N.D., Veselovskiy N.N., Mayorova O.N. Zolotosoderzhashchie telluridy platinoidov i palladiste zloto v gabbronoritakh Panskogo massiva na Kolskom poluostruve. DAN SSSR, 1991. Tom 319, № 3, c. 725-729.
19. Yakovlev Yu.N., Yakovleva A.K., Neraдовский Ю.Н. и др. Mineralogiya sulfidnykh medno-nikel'evykh mestorojdeniy Kolskogo poluostruva. L., Nauka, 1981. 352 c.
20. Mitrofanov F.P., Balabonin N.L., Bayanova T.B., Korchagin A.U., Lатыпов P.M., Осокин A.C., Субботин В.В., Карпов С.М., Нерадовский Ю.Н. Kolskaya platinometal'naya provintsiya: novyye dannyye. // Platina Rossii. Sb. nauchn. trudov. Tom. III, kn. 1. Moskva, ЗАО «Геоинформ», 1999. c. 43-52.
21. Нерадовский Ю.Н., Рундквист Т.В., Галкин А.С., Климентьев В.Н. K probleme platinonostnosti rudnogo «пласта-330» г. Сопча и ego promyshlennogo ispol'zovaniya (Мончегорский плутон) // Вестник МГТУ, том 5, № 1, 2002. С. 85-90.
22. Орсоев и др., 1982 Орсоев Д.А., Реженова С.А., Богданова А.Н. Сопчеит $Ag_4Pd_3Te_4$ – новый минерал из медно-никелевых руд Мончегорского Плутона. // Записки ВМО, ч. 111, 1982, вып. 1, с. 114-117.
23. Орсоев Д.А., Конников Э.Г., Загузин Г.Н. Оруденение «перидотитового пласта» г. Сопча в Мончегорском районе. – Записки ВМО, ч. СХХIII, 1994, № 3, с. 26-40.
24. Смолькин В.Ф., Федотов Ж.А., Нерадовский Ю.Н. и др. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение. Часть 1. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. – 177 с.
25. Субботин В.В., Корчагин А.У., Балабонин Н.Л., Савченко Е.Э., Карпов С.М., Кулаков А.Н.
26. Минеральный состав новых проявлений платинометалльного оруденения восточной части массива Панские тундры. Вестн. МГТУ. Том 3, №2, 2000, с. 225-234.
27. Юшко-Захарова О.Е., Черняев Л.А. Висмудид палладия из мончегорских руд. DAN SSSR, 1966, т. 170, № 1, с. 183-185.
28. Юшко-Захарова О.Е., Черняев Л.А. O sostave i svoystvakh niggliita iz medno-nikel'evykh rud Мончегорского месторождения. DAN SSSR, 1966, т. 170, № 5, с. 1164-1173.
29. Юшко-Захарова О.Е. Платиноносность рудных месторождений. М., «Недра», 1975. 248 с.
30. 24. Yakovlev Yu.N., Dokuchaeva V.S. Platinometal'lynoye oруденение Мончегорского плутона. // Геология и генезис месторождений платиновых металлов. М., Наука, 1994, с. 79-86.
31. 25. Yakovlev Yu.N., Yakovleva A.K., Neraдовский Ю.Н., Осокин A.C., Balabonin N.L., Dokuchaeva V.S., Orsoev D.A., Distler V.V., Filimonova A.A. Mineralogiya medno-nikel'evykh mestorojdeniy Kolskogo poluostruva. «Nauka», 1981. 352 c.
32. 26. Dedeev A.V., Khashkovskaya T.N., Galkin A.S. PGE Mineralization of the Monchegorsk Layered Mafic-Ultramafic Intrusion of the Kola Peninsula. // The Geology, Geochemistry, Mineralogy and Mineral Beneficiation of Platinum-Group Elements. Edited by Louis J. Cabri. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Special Volume. 54, p. 569-577, 2002 .
33. 27. Yakovlev Yu.N., Distler V.V., Mitrofanov F.P., Razhev S.A., Grohovskaya T.L. and Veselovsky N.N. Mineralogy and PGE in the mafic-ultramafic massifs of the Kola region. // Miner. and Petrol., v. 43, No.3, p. 181-192, 1991.

ДИСКОНФОРМНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ГРАНИЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Пожиленко В. И. (г. Апатиты, Апатитский филиал Мурманского технического университета, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт КНЦ РАН)

Abstract. Modern intracrustal geophysical boundaries (wave guides, velocity discontinuities, M_1 and M_2) in the crystalline crust are unconformable to geological boundaries. They do not reflect the real composition of the crust, but they reflect the physical state of rocks, i.e. heterogeneity of the physical and physicochemical state of the environment, the existence of cataclasis zones, the difference in fluid saturation etc.

Основой для такого совместного анализа данных поверхностной геологии и глубинной геофизики послужили результаты ГСЗ, материалы детальных сейсмических работ, а также сейсмологические оценки глубины границы Мохо. Все эти материалы ранее были использованы для создания некоторой опорной сейсмогеологической модели земной коры и верхней мантии изучаемого региона [Глазнев, 2002; Глазнев, 2003; Glaznev et al, 1996]. Исходная модель среды, заданная на нерегулярной сети некоторых опорных точек, привязанных к конкретным пунктам сейсмических наблюдений, рассматривалась как неоднородно-слоистая, с линейным вертикальным градиентом скорости в слоях.

На схемах глубинных коровых границ и сейсмических скоростей в слоях коры, построенных интерполяцией по всей системе опорных точек, проявляются основные особенности сейсмических неоднородностей коровых структур региона различного масштаба. В пределах Кольского региона мощность гранитно-метаморфического слоя коры изменяется от 7 до 15 км, причем минимальные мощности примерно соответствуют Беломорскому домену.

На основе обширного сейсмического материала было показано, что поверхность Мохоровичича (М) представляет собой наиболее выдержанную сейсмическую границу, которая создает устойчивые отраженные, преломленные и обменные волны. Это обстоятельство дает возможность рассматривать данную поверхность в качестве опорного сейсмического репера и, следовательно, изображать ее на соответствующих картах системой изогипс. Но при этом необходимо учитывать, что граница М не является постоянной непрерывной границей даже в разрезе одного профиля ГСЗ. В ряде случаев в переходной зоне от коры к мантии выделяются не одна, а две-три сейсмические границы, располагающиеся друг над другом с разницей по глубине до 5-8 км. Отмеченные явления сложного перехода от коры к мантии на Европейском Севере затрудняют составление единой схемы изолиний глубин поверхности М [Шаров, 2003].

Построенные схемы рельефа поверхности М [Глубинное строение ..., 2004, рис.2.27] отражают ее строение лишь в самых общих чертах. Фактически при наличии более плотной сети сейсмических наблюдений данная поверхность может быть построена гораздо сложнее, так как в отдельных сечениях зоны ее поднятия и погружения имеют довольно большие амплитуды. Ярким подтверждением этого утверждения являются результаты, полученные в результате проведения комплексных сейсмических работ в районе Северо-Запада Кольского региона и в частности – Печенгской структуры (рис. 1), где была густая сеть наблюдений.

Результаты термического моделирования строения литосферы региона показывают, что мощность литосферы существенно возрастает в области развития ультраосновного-щелочного магматизма Кольской провинции [Глазнев, 2003].

Основываясь на результатах трехмерной комплексной инверсии региональных геофизических данных, рассматривается плотностная модель строения коры [Глазнев, 2002; Глазнев, 2003; Glaznev et al, 1996]. В этой модели устанавливается различие в строении коры Карельского и Кольского доменов. Для Кольского домена в средней части коры отмечается более резкий вертикальный градиент плотности и большая мощность слоя повышенной плотности в нижней коре. Под Баренцевым морем мощность высокоплотного слоя в низах коры еще более возрастает. По результатам плотностного моделирования можно предполагать, что северная граница Мурманского домена проходит на расстоянии примерно 70-100 км к северу от побережья Кольского полуострова. Под Кейвским и, частично, Мурманским доменами на глубине 4-14 км существует область существенно пониженной плотности пород, возможно обусловленная щелочными гранитами, проявленными в этом районе и на поверхности. Центральная часть Имандра-Варзугского пояса погружается на юг под гнейсы Стрельнинского блока. Установлен общий характер погружения пород Беломорского домена в северном направлении под Лапландский Гранулитовый пояс.

На основании результатов комплексного анализа геологических и геофизических данных установлено, что до глубины 7-12 км и иногда до 15 км характерным признаком является сильная латеральная и вертикальная неоднородность, выраженная в сложном блоковом и линзовидно-пластинчатом строении верхней части земной коры с участками однородного строения. Сейсмические коровые границы имеют преимущественно физическую природу, но в ряде случаев согласуются с положением геологических, литологических и тектонических границ (Печенга, Лапландский Гранулитовый пояс и т.д.). Наиболее широко развиты разрывные нарушения листрического типа и разноориентированные зоны ультрамилонитизации и линейаризации пород коры, разделяющие линзы и пластины с неупорядоченным расположением в них отражающих площадок в методе ОГТ. «Гомогенные» участки с однородным волновым полем сложены, вероятно, интрузивными породами. Роль вертикальных разломов имеет подчиненное значение.

На глубинах 15-45 км резко преобладают субгоризонтальные поверхности отражающих площадок, которые фиксируют горизонтальную «слоистость», выраженную и в изменении скоростных характеристик [Строение литосферы ..., 1993; Сейсмогеологическая модель ..., 1997; Сейсмогеологическая модель ..., 1998;]. Кроме того, например, в районе Северо-Запада Кольского региона и Печенгской структуры в верхней и средней коре, регистрировались «слои» (или интервалы) с пониженными скоростями продольных и поперечных волн (волноводы) – верхний интервал на глубине 7.0-7.7 км, нижний – на глубине 10.1 – 11.5 км. Характеризуются они понижением скорости V_p на 0.4-0.5 км/с и V_s – на 0.2-0.3 км/с [Сейсмогеологическая ..., 1997]. Аналогичные волноводы выделяются на подобных глубинах практически везде – на Фенноскандинавском и других щитах [Трипольский, Шаров, 2004]. Большинство исследователей они объясняются наличием на этих интервалах зон трещиноватости и флюидонасыщенности, т.е. зон разуплотнения, а не контрастным изменением вещественного состава пород.

К концу палеопротерозоя в северо-восточной части Балтийского щита были сформированы структуры, основные элементы которых сохранились до настоящего времени. Самые крупные из них - Печенгский и Имандра-Варзугский фрагменты раннепротерозойского палеорифта, а также Лапландский Гранулитовый пояс (ЛГП) и тектонические шовные зоны. К последним относятся: 1 - граница между Мурманским и Кольским доменами, рассматриваемая как Урагубско-Колмозеро-Вороньинская шовная зона; 2 - северная и южная границы ЛГП; 3 - Лапландско-Беломорская шовная зона; 4 - граница между Беломорским и Карельским доменами. Они определяют строение коры до глубины 7-10 км, а также должны бы, вероятно, иметь в грубом приближении конформное отражение в положении внутрикоровых границ – т.е. главные внутрикоровые границы архейской и протерозойской коры должны бы быть в

грубом приближении конформны древним эрозионным поверхностям или смещены по вертикали по зонам основных тектонических границ с учетом вертикальных амплитуд.

Например, подошва (базальные толщи) Печенгского фрагмента раннепротерозойского палеорифта погружается к югу на глубину до 9 км. Глубина же поверхности М в районе Печенги варьирует в интервале 36-41 км по [Строение литосферы ..., 2005]. И на рисунке 1 явно видно несоответствие геологических границ и границы М.

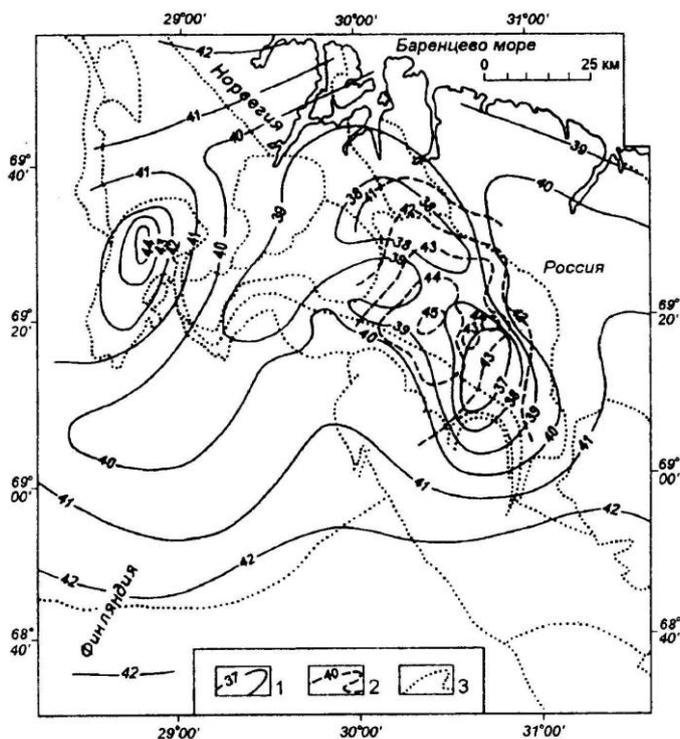


Рис. 1. Схема положения главных геологических границ на поверхности (3) и границ М₁ (1) и М₂ (2) (изогипсы в км) в северо-западной части Кольского региона по данным сейсмических исследований [Сейсмогеологическая модель ..., 1997].

Тектонические покровы Лапландского фрагмента ЛГП, надвинутые на автохтонные образования кандалакшской толщи, погружаются к северу до глубины 8-12 км, а Кандалакшско-Колвицкого – к юго-востоку до глубины 8-10 км, возможно, и глубже. Если учесть величину эрозии в центральной части Кольско-Лапландского коллизии, то разница между палеопротерозойской эрозионной поверхностью и современной будет значительно больше. Вещественное наполнение фрагментов ЛГП находит отражение в физических полях верхней коры и должно бы влиять на положение границы М, но её современное положение здесь меняется только в пределах 39-42 км.

Практически все тектонические границы между главными структурами Северо-Востока Балтийского щита - листрического типа. Они хорошо выражены на геофизических разрезах. Относительно большой масштаб вертикальных составляющих амплитуд смещений подтверждается многочисленными геологическими данными, например, глубина поверхности срыва верхней и средней коры в Кейвском террейне, выходящая ныне на дневную поверхность, оценивается в 20-25 км [Балаганский и др., 2011].

А если ещё учесть примерные величины эрозии пород Печенгской структуры за постпалеопротерозойское время, то разница (в глубинах залегания) между захороненной допалеопротерозойской эрозионной поверхностью под Печенгской структурой и современной в Кольском домене составляет более 10-15 км. Примерно такие же перепады должны бы быть и в положении внутрикоровых границ на северо-западе Кольского региона. Современные же внутрикоровые границы (волноводы, М и др.) дискордантны по отношению к главным геологическим границам и в «грубом приближении» конформны современному эрозионному срезу.

Подошва (базальные толщи) Имандра-Варзугского фрагмента раннепротерозойского палеорифта погружается к юго-западу на глубину до 11 км, а глубина границы М в этом районе меняется только от 35 до 40 км (рис. 2) вкост простирания Имандра-Варзугской структуры [Шаров, 2003], и дисконформна по отношению к остальным структурам (Кейвы, Кандалакшско-Колвицкий фрагмент ЛГП и др.) (рис. 2).

Нахождение на одном гипсометрическом уровне разновозрастных и разноглубинных интрузивных образований в пределах всех структур северо-востока Балтийского щита также свидетельствует о значительных вертикальных составляющих амплитуд перемещений блоков (пластин, покровов) коры, что должно бы как-то отражаться на положении внутрикоровых границ. Кроме того, данные анализа изотопных (Ar-Ar, K-Ar, Rb-Sr, U-Pb) систем [Каталог геохронологических ..., 2002; Пожиленко, Беляев, 2008; и др.] свидетельствуют о том, что ныне находящиеся на дневной поверхности породы выводились с разной скоростью и были выведены на низкотемпературные гипсометрические уровни в разное время и с разной вертикальной составляющей амплитуды смещений. Однако это не отражается ни на скоростных разрезах, ни в положении поверхности Мохо и т.д.

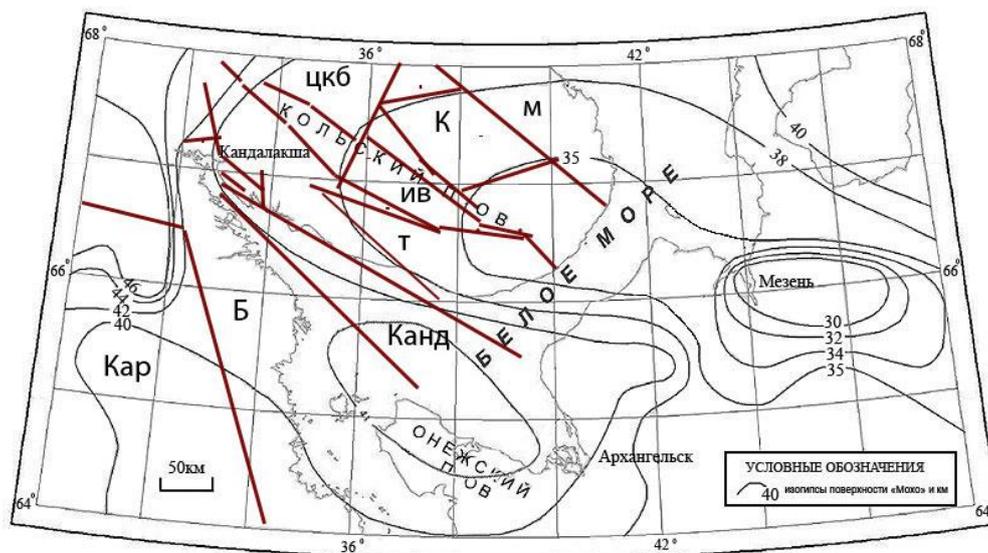


Рис. 2. Схема соотношения основных границ главных (красные линии) структур Юго-Востока Кольского региона (М – Мурманский домен, К – Кейвский террейн, ИВ – Имандра-Варзугская структура, Т – Терский блок, Б – Беломорский составной террейн, Кар – Карельский домен, ЦКБ – Центрально-Кольский блок).

Таким образом, можно утверждать, что в кристаллической коре современные внутрикоровые субгоризонтальные границы (волноводы, скоростные) и границы М (М₁, М₂) отражают не её вещественный состав, а физическое состояние пород, т.е. неоднородность физического и физико-химического состояния среды, существование зон катаклаза, различие в насыщенности флюидами и др.

Литература

1. Балаганский В.В., Раевский А.Б., Мудрук С.В. Нижний докембрий Кейвского террейна, Северо-Восток Балтийского щита: стратиграфический разрез или коллаж тектонических пластин? // Геотектоника, 2011, №2. – С. 32-48.
2. Глазнев В.Н. Комплексная геофизическая модель литосферы Фенноскандии: методы и некоторые результаты // Геология и полезные ископаемые Кольского полуострова. Том 2. «Полезные ископаемые, минералогия, петрология, геофизика». – Апатиты: изд. Полиграф, 2002. – С. 267-283.
3. Глазнев В.Н. Комплексные геофизические модели литосферы Фенноскандии. – Апатиты: изд. ЗАО «КаЭМ», 2003. – 252 с.

4. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления / Под ред. Н.В. Шарова. – Петрозаводск: изд. Кар. НЦ РАН, 2004. – 353 с.
5. Пожиленко В.И., Беляев О.А. Результаты исследования Ag-Ag и K-Ag изотопных систем в амфиболах пород Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) // Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008» – Мурманск: МГТУ, 2008. (<http://vestnik.mstu.edu.ru>). – С. 196-199.
6. Сейсмогеологическая модель земной коры по северному участку профиля I-ЕВ. // Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Баренц регион (отв. редакторы Ф.П.Митрофанов, Н.В.Шаров). – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1998. – Том I 237 с. Том II 205 с.
7. Сейсмогеологическая модель земной коры Лапландско-Печенгского района // Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Лапландско-Печенгский район (отв. редактор Шаров Н.В.). – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1997. – 226 с.
8. Строение литосферы российской части Баренц-региона / Под ред. Н.В. Шарова, Ф.П. Митрофанова, М.Л. Вербы, К. Гиллена. – Петрозаводск: изд. Кар. НЦ РАН, 2005. – 318 с.

ПРОБЛЕМЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ НА ЗАПАДНОМ ФЛАНГЕ АРКТИЧЕСКОГО СЕКТОРА РОССИИ

Скуфьин П. К. (г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

We consider the state and prospects of development of gas and oil deposits of the Russian Arctic, and specifically the fields in the Barents and Kara Seas. This suggests that issues of large-scale development of oil resources Russian Arctic should be considered in the long run. We consider two existing in the scientific world of alternative approaches to the problem of the genesis of petroleum: 1) Oil has a biogenic origin. If so, then mankind in a few decades will spend the oil resources of the planet, and the world's energy crisis broke out brutal; 2) Oil is abiogenic origin and is continuously generated in the bowels of the earth. There is also an "intermediate" approach - to the ancient times formed by the organic oil is constantly added to oil, which is formed by inorganic. If the second approach is valid, it means practically inexhaustible reserves of oil. We present the arguments of the defenders and opposing points of view. On the example of the giant oil fields on the continental shelf of South Vietnam, located in the dislocated granite, it is argued that proponents of abiogenic origin of petroleum have enough solid ground. We also consider the generation of hydrocarbon fluids and the problems of formation of gas-oil deposits in the Early Proterozoic Pechenga-Varzuga zone and the adjacent northern seas.

Сегодня нефть для [человечества](#) является важнейшим [полезным ископаемым](#). Нефть занимает ведущее место в мировом топливно-энергетическом хозяйстве, а также составляет основу нефтехимической промышленности. Мировая добыча нефти удваивается каждое десятилетие. Разведанные запасы нефти составляют (на [2011](#) г.) 265 млрд. т, неразведанные – оцениваются в 52-260 млрд. т. В России запасы нефти оцениваются (2011 г.) в 80 млрд. баррелей. Таким образом, при нынешних темпах потребления нефти в мире, ее разведанных запасов хватит примерно на 40 лет, неразведанных – ещё на 10-50 лет. Многолетняя дискуссия о происхождении нефти не утратила своей остроты и поныне, причем дискуссия эта проходит нередко с ожесточенностью, аналогичной накалу страстей участников религиозных войн. Ставки слишком высоки. В научном мире существуют два альтернативных подхода к решению проблемы генезиса нефти: 1) Нефть имеет биогенное происхождение. Если это так, то человечество в течение считанных десятилетий истратит нефтяные ресурсы планеты, и в мире разразится жестокий энергетический кризис; 2) Нефть имеет абиогенное происхождение и непрерывно генерируется в недрах Земли. Если второй подход справедлив, то это означает практическую неисчерпаемость запасов нефти.

Большие перспективы нефтедобычи прогнозируются специалистами в акватории арктических морей. В 2008 году Географическая служба США опубликовала доклад о подводных богатствах Арктики. Согласно выводам специалистов, Западное (американское) полушарие богато нефтью, а Восточное – газом. По американским данным, за полярным кругом может находиться не менее 30% неразведанных мировых запасов газа и 13% процентов нефти. Правда, большая их часть лежит не на суше (84%). На российские территории из ожидаемых 90 млрд. баррелей нефти и 50 трлн. м³ газа приходится, соответственно, около 30 млрд. баррелей нефти и 33 трлн. м³ газа. В одном только Баренцевом море американские специалисты насчитали 11 млрд. баррелей нефти, что по текущим ценам, эквивалентно \$1,25 трлн. Что касается газа, то его в наших северных морях 11 трлн. м³ – на внешнем рынке за такой объём (в 2010-м средняя цена Газпрома на газ по Европе составляла \$305 за тысячу м³) можно получить ещё \$3,35 трлн. Эти оценки касаются только самого факта наличия запасов – геологи не берутся оценивать вопросы сложности добычи и прочие риски. А они есть – границы в

Арктике по-прежнему спорные, стоимость работ подсчитать тоже затруднительно. Да и технологии извлечения полезных ресурсов для Арктического Севера еще не разработаны. Суровая погода требует, чтобы оборудование было разработано специально, с учётом эксплуатации в экстремально холодном климате. У американцев их рукотворный остров на Аляске – буровая установка NorthStar – обошёлся в \$686 млн. Первый зам. нач. департамента по добыче газа и нефти "Газпрома" Н. Кабанов сообщил, что к бурению первой эксплуатационной скважины на Приразломном месторождении в Печорской губе Баренцева моря холдинг приступил в конце 2011 г., когда на воду была спущена платформа «Приразломная». За первый квартал 2012 г. намечено пробурить 40 эксплуатационных скважин, добыча нефти планируется во втором квартале 2012 г. и к 2019 г. нефтяники хотят выйти на пиковую добычу нефти в 6,6 млн. тонн в год. Разработка нефти на Приразломном нефтяном месторождении станет первым экспериментом России по добыче углеводородов на арктическом шельфе. По разным оценкам, полный ввод в эксплуатацию платформы «Приразломной» обойдётся около \$4 млрд. Кроме того, проект необходимо обеспечить инфраструктурой – строятся два танкера стоимостью по \$120 млн. каждый, два ледокола и береговая база. Но это – только начало. В начале марта 2011 г. «Газпром» объявил о новой концепции, нацеленной на добычу более 200 млрд. м³ газа и около 10 млн. тонн нефти в год в Баренцевом и Карском морях с 2030 г. Для выполнения этих планов, как отметил академик РАН, президент ЦНИИ КМ «Прометей» И. Горынин, нужно построить ещё 10 платформ, аналогичных «Приразломной». При ориентировочной стоимости каждой в \$3-4 млрд. это означает, что на освоение мурманского сектора Арктики будет потрачено не менее \$30 млрд., не считая неизбежных затрат на инфраструктуру. Остаются нерешенными вопросы доставки углеводородного топлива и экологические риски – очевидно, что аварий не избежать, и ликвидировать их последствия будет гораздо труднее, чем в более благоприятном климате. На планете места добычи нефти находятся, в основном, на значительном удалении от мест ее потребления, поэтому нефть и нефтепродукты являются одним из основных грузов для перевозки морем. Доля нефтепродуктов составляет примерно 44% объема всех перевозимых морем грузов, что в количественном выражении в 2010 г. составило около 2,4 млрд. т. В первом десятилетии XXI века на Мурманском транспортном узле (МТУ) была налажена рейдовая перевалка нефти с нефтеперевалочного терминала в районе Росляково. Для этих целей был использован 300.000-тонный плавучий нефтеперевалочный терминал "Белокаменка", который был введен в строй в 2004 г. Через шесть лет через него прошло 11,3 млн. т сырой нефти. Экономический эффект, получаемый от перевалки нефти в Кольском заливе, только на этом танкере, составлял порядка пяти миллиардов рублей в год. Однако эта морально устаревшая отрасль мурманской экономики настоятельно требовала реорганизации. В дальнейшем рейдовая перевалка нефти в структурах МТУ будет полностью ликвидирована. Намерение ведущих нефтяных компаний России – "Лукойла", "Сибнефти" и "ТНК" – общими усилиями построить нефтепровод из Западной Сибири в Мурманск, открывает для этого города серьезные перспективы стать главной нефтеперевалочной базой России. Доставка сибирской нефти в Западную Европу и Северную Америку через Мурманск технически возможна и экономически выгодна. Глубина Кольского залива позволяет принимать здесь супертанкеры грузоподъемностью до 300 тыс. тонн, чего не может ни один другой порт европейской части России. В рамках этого проекта ЗАО «Арктикшельфнефтегаз» (АШНГ) ведет строительство нефтеперевалочного комплекса «Лавна», который войдет в систему МТУ. Мощность первой очереди нефтяного комплекса составит 10-12 млн т. нефти в год, а в дальнейшем может быть увеличена до 30 млн. т. После создания обновленного МТУ грузооборот порта может возрасти в 3,5 раза. По генеральной схеме развития МТУ, капитальные вложения на его реконструкцию до 2015 г. составят около \$2,5 млрд. Грузооборот порта к этому году составит 78 млн. т в год (38 млн. т сухих и 40 млн. т наливных грузов). В целом, мнения экспертов по вопросу освоения западного сектора Русской Арктики достаточно осторожные. Опытные специалисты

считают, что вопросы масштабного освоения нефтяных богатств Русского Заполярья необходимо рассматривать в дальней перспективе.

Вв своей последней статье академик РАН А.А. Маракушев (2006), последовательный «неорганист» в вопросе генезиса нефти, последовательно и убедительно доказывает именно неорганическое происхождение нефти и газа. Весомым аргументом в пользу эндогенного происхождения нефти служат обильные поступления углеводородов на океаническое дно вдоль глобальной системы рифтов Мирового океана, причем без всякой связи с осадочными образованиями. Показательно также присутствие нефтяных проявлений в кимберлитах алмазных трубок (Готтих и др., 2004), причем изотопный состав молекулярно тяжелых эндогенных углеводородов кимберлитов и океанических образований задается этаном (C_2H_6), тогда как термогенный углерод осадков утяжеляется в последовательности (C_1-C_n). К признакам эндогенной природы нефти относится ее металлоносность, иногда приобретающая практическое значение. В составе различных нефтей обычно доминируют такие типичные для эндогенных месторождений элементы, как V, Ni и Zn, причем по преобладанию в нефтях одного из этих металлов выделяют геохимические типы нефти (ванадиевый, никелевый и цинковый), и не только в отдельных месторождениях, но и в целых нефтяных провинциях. Особенно характерны в этом отношении нефти ванадиевого типа. Например, в США 2/3 производства ванадия связано с его получением из нефти. В ванадиеносных нефтях содержание V доходит до 130 г/т, причем в процессе дегазации нефти в образовавшихся битумах содержание V доходит до 520 г/т. Аналогичный парагенезис этих металлов обнаружен в эндогенных битумах кимберлитов, где металлоносные битумы наблюдаются в виде прожилков и жеод (Готтих и др., 2004).

Следует отметить, что в науках о Земле в последнее время наметился переход от ставшей традиционной тектоники плит к глубинной плюмовой геодинамике. Почти по всем моделям, плюмы стадийно отделяются от жидкого ядра на границе с нижней мантией (в слое D") и в виде высокотемпературных газовых и газовой-расплавных флюидных систем проникают в верхнюю мантию, воздействуя прямо или опосредованно на земную кору – идет однопольный процесс "прожигания" мантии восстановленным существенно водородным флюидом, в котором присутствуют также CH_4 , CO и S. В настоящее время известно, что восстановленные водород-содержащие флюиды плюмовых систем можно представить как вещества системы C–H–O, подразделяющиеся на простые (O_2 , H_2 , H_2O , C, CO, CO_2 , CH_4) и сложные – углеводороды и органические соединения (Маракушев А.А., Маракушев С.А., 2006). Парагенезисы простых веществ делятся на 2 семейства, причем по доминирующему в них парагенезису простых веществ первое из них можно назвать водно-углекислым, а второе – водно-метановым. Генерации водно-углекислых флюидов способствовала обстановка *растяжения* земной коры, снижавшая флюидное давление при селективной миграции из флюидов в атмосферу водорода, как наиболее подвижного компонента. В результате кислородные компоненты в них становились доминирующими над водородом, так что диспропорционирование компонентов приводило к генерации водно-углекислых флюидов согласно реакции между компонентами: $H_2 + 2CO = H_2O + 0.5 CO_2 + 1.5C$. Углекислые водные флюиды агрессивны по отношению к сиалическому (гранитному) субстрату земной коры, который выщелачивался под их воздействием, что и приводило к деструкции фундамента и к формированию платформенных депрессий, заполняемых базальтами или вулканогенно-осадочными породами. Вслед за этапом базальтовых излияний и водно-углекислых флюидов, следовал этап *сжатия* земной коры, который препятствовал миграции водорода из восходящих мантийных флюидных потоков. Под воздействием водорода происходило разложение кислотных компонентов флюидов ($4H_2 + H_2CO_3 = 3H_2O + CH_4$), и генерировались водно-метановые, водно-этановые и целая серия других углеводородных флюидных потоков.

Современные успешные нефтепоисковые работы позволили обосновать совершенно новый оригинальный подход к выявлению крупных нефтяных залежей, которые «контролируются в осадочных бассейнах зонами взбросов и надвигов или приурочены к взброшенным блокам кристаллического фундамента» (Арешев, 2004). В продуктивных на нефть депрессиях отложению в них нефтяных углеводородов всегда предшествовал этап гидротермального кислотного выщелачивания гранитного фундамента водно-углекислыми флюидами, создававшими в породах фундамента гигантские полости, что обеспечивало последующую локализацию в них скоплений нефти. Именно такова геологическая обстановка формирования крупных нефтяных месторождений на шельфе Южного Вьетнама. В олигоцен-плейстоценовой впадине Хуэ в бассейнах Кылуонг и Южный Коншон кристаллический фундамент представлен гранитами, взброшенные блоки которых контролируют многочисленные залежи нефти и газа (Рис. 1). Они залегают или в осадочных рыхлых породах вдоль нефтеконтролирующих разломов фундамента, или в породах самого фундамента.

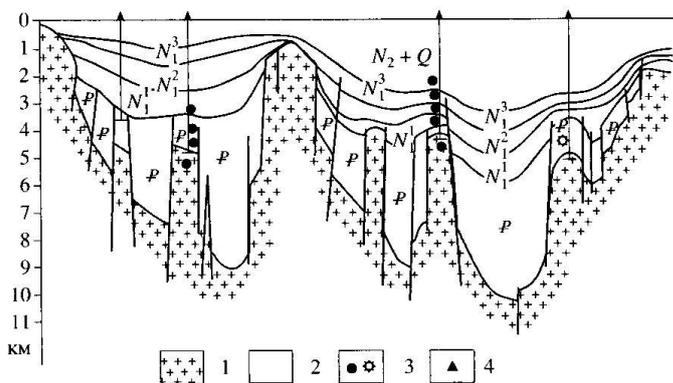


Рис. 1. Геологический разрез через нефтегазоносные бассейны Кылуонг и Южный Коншон на южном шельфе Вьетнама (Арешев, 2004).

1 – гранитный фундамент; 2 – палеогеновые (P), неогеновые (N_2 и N_1) и четвертичные (Q) отложения; 3 – проявления нефти (а) и газа (б); 4 – скважины.

В геологической истории флюидный привнос углеводородов периодически усиливался в определенные интервалы времени, относящиеся к раннепротерозойской, палеозойской и кайнозойской эпохам. Учитывая все вышеизложенное, обратимся к геодинамическим условиям проявления плюм-тектонических процессов в раннем протерозое Кольского геоблока, который по диагонали пересекает с юго-востока на северо-запад крупная рифтогенная структура – Печенгско-Варзугский зеленокаменный пояс (ПВЗП). Если рассматривать ПВЗП не просто как рифтогенную структуру, а как зону проявления долгоживущих протерозойских плюмов, то можно констатировать, что масштабные проявления толеит-базальтового магматизма, сформировавшего многокилометровые разрезы базальтоидных вулканитов ПВЗП, совпадают по времени с этапами тектонических обстановок растяжения, когда площадь распространения протерозойских базальтов охватывала тысячи квадратных километров и была сопоставима с площадями плато-базальтовых областей фанерозоя.

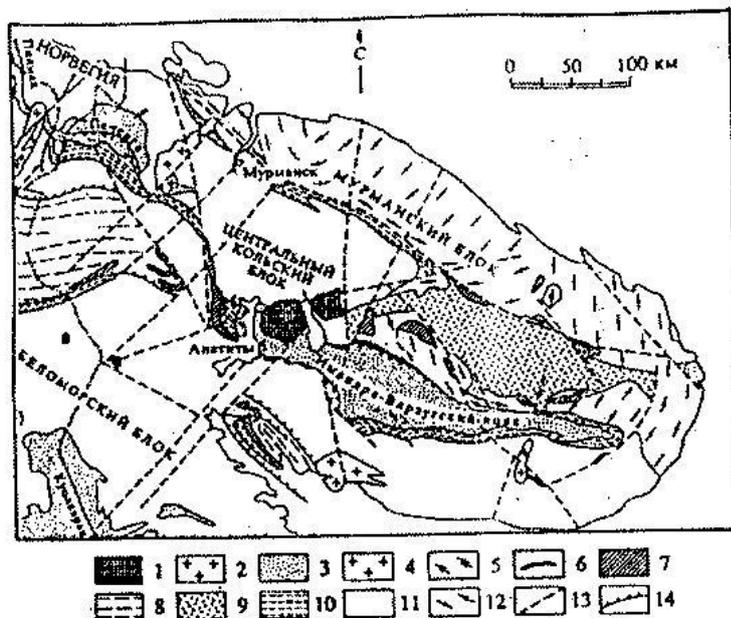


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Кольского геоблока.

1 – Хибинский и Ловозерский плутоны палеозоя. Нижний протерозой; 2 – граниты; 3 – породы карелид ПВЗП; 4 – чарнокиты; 5

– щелочные граниты; 6 – интрузии перидотит-габброноритов; 7 – габбро-анортозиты; 8 – гранулиты. Верхний архей: 9 – гнейсы и сланцы; 10 – амфиболиты; 11 – гранито-гнейсы. Нижний архей: 12 – тоналиты; 13 – разломы; 14 – взбросо-надвиги.

С последующей орогенной стадией развития карелид, характеризующейся преобладанием обстановок сжатия в Кольском геоблоке и его окрестностях, связан флюидный привнос углеводородов в земную кору, приведший к формированию газовых и нефтяных залежей на периферии окраинных депрессий Баренцева и Карского морей. Отложению в них углеводородов предшествовало флюидное кислотное выщелачивание гранитов фундамента, которое приводило к разуплотнению пород и обеспечивало последующую локализацию в них залежей нефти и газа. Происходило участие мантийных воздыманий в зоне окраинных морей в общем процессе разрушения континентальной коры, со смещением нефтеобразования на периферию этой системы, с развитием так называемой центробежной тектоники (Маракушев А.А., Маракушев С.А., 2006), когда напряженное состояние фундамента препятствовало потере водорода глубинными магматическими очагами, связанными с периферийными депрессиями, что и создавало их углеводородную специализацию ($3\text{H}_2 + \text{CO} = \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$). В результате возникла стройная система размещения нефте- и газоносных структур по периферии Баренцева и Карского морей. Из глубинных областей генерации углеводороды поступали в земную кору в метастабильном состоянии. С понижением температуры и давления метастабильные флюидные смеси углеводородов разделялись на газовую и жидкую фазы, что и приводило к формированию залежей нефти и выше расположенных залежей более миграционного газа.

Литература

1. Аршев Е.Г. Нефтегазоносные бассейны тихоокеанского подвижного пояса. М.: АВАНТИ, 2004. 287 с.
2. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Журавлев Д.З. Распределение микроэлементов в системах кимберлит-битум и базальт-битум в диатремах Сибирской платформы // ДАН. 2004. Т. 399. № 3. С. 373-377.
3. Маракушев А.А., Маракушев С.А. РТ-фации простых, углеводородных и органических веществ системы С – Н – О // ДАН, 2006, т. 406, № 4. С. 521-527.
4. Маракушев А.А., Скуфьин П.К. Эволюция плюм-тектоники Кольского региона и углеводородное дыхание земного ядра // Материалы Международной научной конференции “Геологическая среда: пространственно-временные взаимоотношения эндогенных и экзогенных процессов”, Казань, 13-16 ноября 2007. Казань: Каз. ГУ, 2007. С. 148-153.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ Ti-Zr МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЗЕМЛЕПАХТИНСКОЙ СВИТЫ П-ОВА СРЕДНЕГО (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Чикирѐв И.В.1,2, Сушков А.В.1, Басалаев А.А.2 (1 – кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; 2 – Геологический институт КНЦ РАН)

The study showed that the lenses with a Ti-Zr mineralization are confined to the littoral (the beach) facies sediments of Zemlepahtinskaya suite. The last one is most widespread in the western part of the Sredniy Peninsula. It is here in the Late Riphean time, there were favorable conditions for the formation of placer mineralization due to an intensive differentiation of clastic material during the wave activity.

Объектом настоящего исследования являются осадочные отложения кильдинской серии верхнего рифея распространенные в пределах п-ова Среднего и мыса Мотки п-ова Рыбачьего.

Предыдущими работами среди отложений землепахтинской свиты кильдинской серии были установлены повышенные концентрации титана и циркония. Среднее содержание Ti в различных литотипах пород изменялось от 0,60% до 1,89%. В отдельных случаях, в породах отмечались содержания Ti до 41%, а содержание Zr достигало 3% (Негруца и др., 1994).

Цель предлагаемого исследования заключается в установлении литологического контроля Ti-Zr россыпной минерализации в отложениях землепахтинской свиты.

Титан-циркониевая россыпная минерализация приурочена к верхнерифейским алевропсаммитовым породам землепахтинской свиты кильдинской серии.

Мощность отложений землепахтинской свиты не превышает 550 м, ширина выхода на поверхность 5-10 км, протяженность по п-ову Средний почти 20 км, по мысу Мотки п-ова Рыбачьего – не более 10 км. Породы свиты характеризуются субгоризонтальным залеганием с пологими углами падения (5-10°) в северо-восточном направлении (рис. 1).

Разрез землепахтинской свиты представлен в основном однородной толщей желтовато-серых мелко- и среднезернистых аркозовых псаммитов. В незначительном количестве в разрезе присутствуют алевролиты и пелиты. В псаммитах наблюдаются различные типы цемента: поровый и пленочный хлорит-серицитового состава, а также кварцевый регенерационный. Степень преобразования пород землепахтинской свиты не превышает стадии глубинного катагенеза.

Для песчаников землепахтинской свиты характерны различные типы слоистости: горизонтальная, волнистая, однонаправленная косая потокового типа, перекрестная косоволнистая зон мелководья. Все вышеперечисленные признаки свидетельствуют о достаточно мелководном характере бассейна осадконакопления (Митрофанов и др., 1997).

В ходе проведенных исследований, в отложениях землепахтинской свиты была установлена четко выраженная фациальная изменчивость. Западная и центральная часть п-ова Среднего сложена монотонной толщей песчаников, в то время как в пределах восточной части п-ова Среднего и на мысе Мотка п-ова Рыбачьего в разрезах свиты появляются пачки алевролитов и пелитов мощностью до 5-8 м.

Анализ палеообстановок накопления отложений землепахтинской свиты в позднем рифее свидетельствует, что западные разрезы формировались в зоне литорали (пляжа) и отчасти

сублиторали, а восточные – в более глубоководных сублиторальных (шельфовых) обстановках.

Установлено, что линзы с Ti-Zr россыпной минерализацией приурочены исключительно к западному типу разреза пород землепахтинской свиты. Именно здесь, в позднерифейское время в зоне литорали, создавались благоприятные условия для формирования россыпной минерализации, поскольку происходила интенсивная переработка и дифференциация обломочного материала за счет волнового воздействия. Данный вывод согласуется с выводами Н.А. Шило (2002) о концентрации минералов титана и циркония в зоне литорали.

Все рудные линзовидные тела имеют залегают субгоризонтально согласно слоистости с северо-восточным падением под углами 5-10°. Они имеют протяженность от 100 до 500 м при мощности 0,1-0,7 м. Линзы установлены по всему разрезу пород землепахтинской свиты. Строение продуктивной толщи характеризуется кулисообразным залеганием линзовидных пластов. Рудные пласты расположены в виде этажей друг над другом, разделенных безрудными интервалами мощностью от 2 до 3 м.

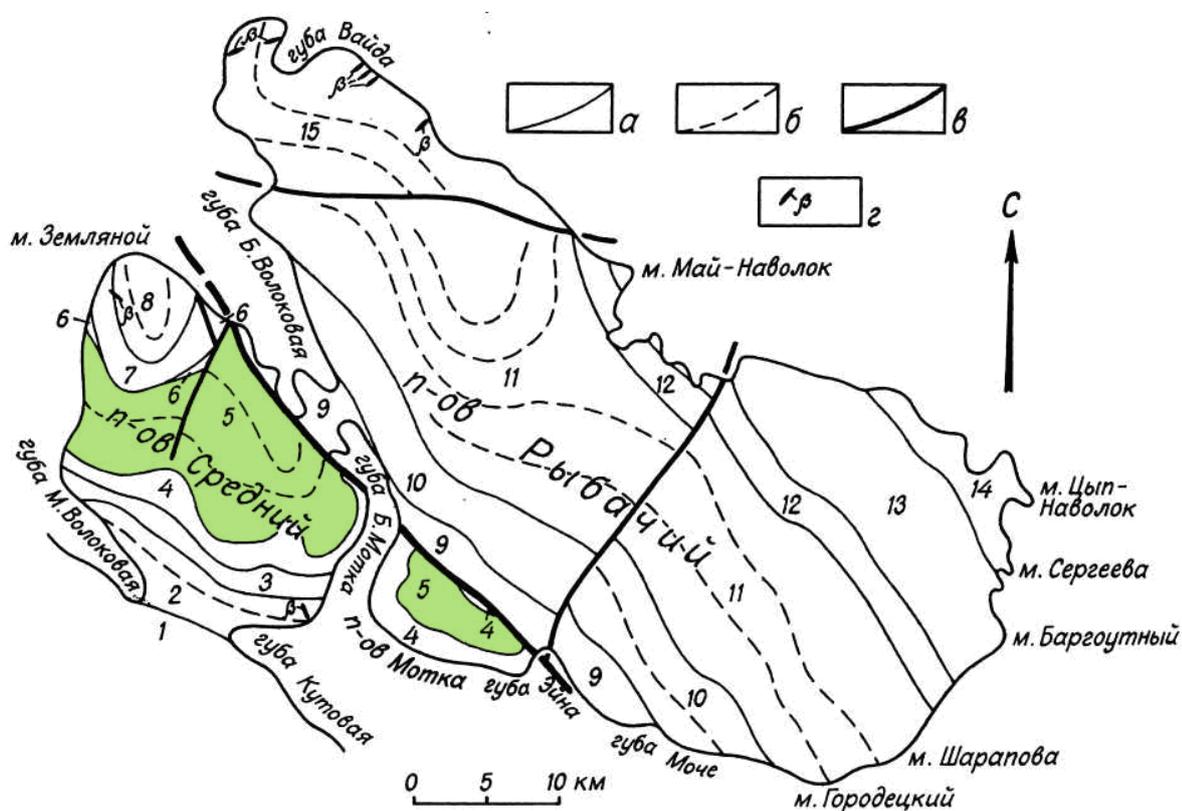


Рис. 1. Схема геологического строения полуостровов Среднего и Рыбачьего.

1. Архей-нижнепротерозойский фундамент. 2-6. Свиты кильдинской серии: 2 – пярярвинская; 3 – палвинская; 4 – поропелонская; 5 – землепахтинская; 6 – каруярвинская. 7-8. Свиты волоховой серии: 7 – куяканская; 8 – пуманская. 9-11. Свиты эйновской серии: 9 – мотовская; 10 – лонская; 11 – перевальная. 12 – 15. Свиты баргоутной серии: 12 – майская; 13 – зубов-

ская; 14 – цыпнаволоцкая; 15 – скарбеевская. Зеленым цветом показаны выходы отложений землепахтинской свиты.

а – геологические границы установленные; б – геологические границы предполагаемые; в – разрывные нарушения; г – дайки долеритов.

Сложность в прослеживании линзовидных пластов по простиранию и определении их ширины обусловлена прежде всего тем, что площадь выхода пород значительно задернована и покрыта многочисленными глыбовыми развалами.

Линзы с Ti-Zr россыпной минерализацией связаны с пачками мелкозернистых псаммитов и алевропсаммитов, сформированных в зоне пляжа (литорали). О мелководности обстановок накопления свидетельствуют многочисленные косоволнистые серии

Ti-Zr россыпная минерализация непосредственно приурочена к серовато-желтым тонкослоистым мелкозернистым песчаникам и алевропесчаникам. С вмещающими песчаниками тонкослоистые разности имеют резкие согласные, иногда эрозионные, контакты. Слоистость обусловлена чередованием рудных и безрудных микрослойков мощностью от 0,5 мм до 5,0 мм.

Титан-циркониевая минерализация обусловлена концентрациями в песчаниках естественного "тяжелого шлиха", впоследствии подвергшегося катагенетическим изменениям. Главные рудные составляющие – лейкоксен и циркон.

Для рудных линз характерны значения радиоактивности от 60 до 160 мкр/ч, в то время как для пород землепахтинской свиты они находятся в пределах от 10 до 20 мкр/ч. Повышенную радиоактивность рудных пластов, по-видимому, следует связывать с цирконом, в котором уран и торий находятся в виде изоморфных примесей.

Таким образом, проведенное исследование показало, что линзы с Ti-Zr минерализацией приурочены к литоральным (пляжевым) фациям отложений землепахтинской свиты, имеющих наиболее широкое распространение в западной части п-ова Среднего. Именно здесь в поздне-нерифейское время существовали благоприятные условия для формирования россыпной минерализации, поскольку происходила интенсивная дифференциация обломочного материала за счет волнового воздействия.

Литература

1. Митрофанов Ф.П., Негруца В.З., Чикирёв И.В. История развития Кольского региона в позднем докембри / Рифей Севрной Евразии. Екатеринбург, УрО РАН, 1997, – с.207-212.
2. Негруца В.З., Басалаев А.А., Чикирёв И.В. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994, – 114 с.
3. Шило Н.А. Учение о россыпях: Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей. Владивосток: Дальнаука, 2002, – 576 с.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ Ti-Zr МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЗЕМЛЕПАХТИНСКОЙ СВИТЫ П-ОВА СРЕДНЕГО (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Чикирёв И.В.1,2, Сушков А.В.1, Басалаев А.А.2, Басалаева В.И.2, Орешкова Н.Г.2, Калачева А.Б.2 (1 – кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; 2 – Геологический институт КНЦ РАН; e-mail: chikiryeviv@afmgtu.apatity.ru)

The study showed that the main carriers of Ti-Zr mineralization in the Upper Riphean alevropsamits of the Zemlepahtinskaya suites are leucoxene and zircon, rutile presents in negligible amount. Apparently, the initial composition of Ti-Zr mineralization was the zircon-ilmenite one. During the leucoxene-forming stage ilmenite was recrystallized in fine rutile-anataz mixture with hydrated iron.

Объектом настоящего исследования является Ti-Zr россыпная минерализация в верхнерифейских отложениях землепахтинской свиты кильдинской серии п-ова Среднего и мыса Мотки п-ова Рыбачьего (Негруца и др., 1994).

Цель предлагаемого исследования заключается в установлении минералов-носителей Ti-Zr россыпной минерализации.

Как показали проведенные исследования, доля тяжелой фракции из рудных пластов с Ti-Zr минерализацией составила от 18 до 68%, при средних значениях около 30%. Главными носителями Ti-Zr минерализации являются лейкоксен и циркон.

Содержание лейкоксена варьирует от 65,1 до 95,5%, при среднем содержании около 85%. По данным рентгенофазового анализа, лейкоксен по составу является агрегатом тонкодисперсных анатаза и рутила. Обычно лейкоксен присутствует как продукт поверхностных изменений титановых минералов, и прежде всего, ильменита (Бергер, 1986; Захарова, 1989; Акцесорные ..., 1986). Лейкоксен в виде плотных, скрытокристаллических землистых масс покрывает зёрна титановых минералов плёнками грязновато-белого цвета. Окатанность зерен лейкоксена средняя, размер их составляет от 0,1 до 0,2 мм, при преобладающих значениях 0,13 мм (рис. 1).



Рис. 1. Зерна лейкоксена из линз с Ti-Zr минерализацией.

Кроме лейкоксена, в тяжелой фракции содержится в незначительных количествах рутил – 0,5-0,7%. Он встречается в виде черных и темно-красных удлинено-призматических и овально-округлых зерен с сильным металлическим блеском. Размер зерен меняется от 0,1 до 0,25 мм, при преобладающем размере около 0,11 мм (рис. 2).



Рис. 2. Зерна рутила из линз с Ti-Zr минерализацией.

Содержание циркона в тяжелой фракции варьирует от 3,2 до 22,0%, при преобладающих значениях около 5%. Кристаллы циркона характеризуются большим разнообразием. Встречаются прозрачные и желтоватые зерна различной формы – от хорошо окатанных до призматических. Характерен алмазный блеск. Размер зерен варьирует от 0,1 мм до 0,25 мм, при преобладающем размере 0,12 мм (рис. 3).

По степени окатанности среди кристаллов циркона выделяется 5 разновидностей: совершенно окатанные, хорошо окатанные (5%), средне окатанные (20%), слабо окатанные (40%) и угловатые (35%). По морфологии кристаллы циркона подразделяются на 3 вида: зональные, незональные и с включениями. Среди зональных выделяются полнозональные и неполнозональные, тонкозональные и грубозональные. Присутствие в рифейских отложениях землепахтинской свиты различных по морфологии и окраске зерен циркона свидетельствует о широком спектре пород, являвшихся поставщиком циркона в осадочный бассейн в позднерифейское (землепахтинское) время.

По-видимому, первоначальный состав Ti-Zr минерализации был ильменит-цирконовый, но в процессе лейкоксенизации происходило изменение ильменита, сопровождающееся образованием мелкоагрегатной рутил-анатазовой смеси с гидратированным железом.

Следует отметить, что для псаммитов землепахтинской свиты, вмещающих рудные линзовидные пласты, в целом характерны высокие содержание лейкоксена (от 32,5 до 53,9%) и циркона (от 18 до 27,5%) в тяжелой фракции. Однако они не могут представлять практический интерес, поскольку доля тяжелой фракции не превышает 0,4%.

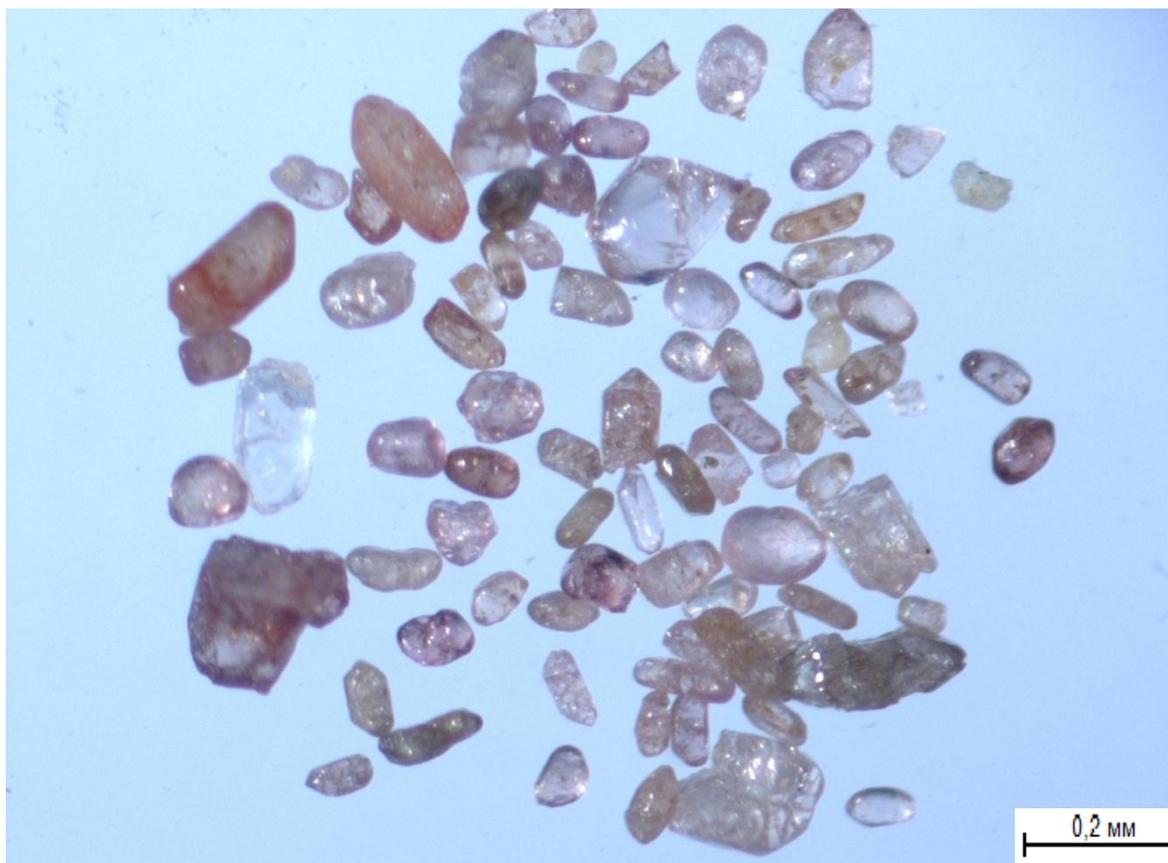


Рис. 3. Зерна циркона из линз с Ti-Zr минерализацией.

Таким образом, проведенное исследование показало, что главными носителями Ti-Zr минерализации в верхнерифейских алевропсаммитах землепахтинской свиты являются лейкоксен и циркон, в незначительных количествах присутствует рутил. По-видимому, первоначальный

состав Ti-Zr минерализации был ильменит-цирконовый, но в процессе лейкоксенизации происходило изменение ильменита, сопровождающееся образованием мелкоагрегатной рутил-анатазовой смеси с гидратированным железом.

Литература:

1. Акцессорные минералы докембрия. – М.: Наука, 1986. – 256 с.
2. Бергер М.Г. Терригенная минералогия. – М.: Недра, 1986. – 227 с.
3. Захарова Е.М. Шлиховой метод поисков полезных ископаемых— М.: Недра, 1989. – 186 с.
4. Негруца В.З., Басалаев А.А., Чикирёв И.В. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994, – 114 с.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ЗОН КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННОГО ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНДИКАТОР ЭВОЛЮЦИИ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ(НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ОЗЕРНАЯ ВАРАКА)

Козлов Е. Н.1,2 (1- Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, 2- Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

In this paper, an attempt was made to identify the main stages of metasomatic recycling, their sequence and geochemical specificity, based on the study of composition and microstructure interactions of mineral phases.

В результате палеозойской тектономагматической активизации (380-360 Ma) на территории Фенноскандии сформировалась одна из самых крупных щелочных провинций мира – девонская Кольская щелочная провинция [1,2]. Внедрение щелочных магм сопровождалось отделением в результате декомпрессии значительного объема флюидной фазы. Контрастность по отношению к флюиду химических составов вмещающих докембрийских пород и термальное воздействие на них самих интрузий привели к формированию вокруг щелочных плутонов широких ореолов метасоматически переработанных пород. Присутствие различных типов метасоматических образований и их сложные геологические взаимоотношения обуславливаются не только фаціальными переходами в следствии гетерогенности пород рамы, но и эволюцией состава флюида как на магматическом, так и на постмагматическом этапах развития щелочных комплексов. Именно многостадийность метасоматического воздействия, а также изменчивый анионный состав флюида [3] и отсутствие в имеющихся современных базах данных термодинамических величин ряда специфических для щелочных метасоматитов минералов [4] создают сложности для расчета химических взаимодействий с применением специализированных вычислительных программных комплексов (таких как Селектор и HCh). В настоящей работе предпринята попытка на основании исследования составов и микроструктурных взаимодействий минеральных фаз определить основные этапы метасоматической переработки, их последовательность и геохимическую специфику.

Массивы Озерная Варака, Африканда и Лесная Варака объединяется в Хабозерскую группу интрузий, приуроченную к зоне сочленения Беломорского мегаблока и Имандра-Варзугского пояса карелид (юг Кольского полуострова). В качестве объекта исследования была выбрана зона экзоконтакта щелочно-ультроосновного массива с карбонатитами Озерная Варака, обладающего многофазным строением, которое определяется последовательным внедрением щелочных ультрамафитов – фойдолитов – карбонатитов (Рис. 1). При очень небольших размерах самой интрузии (её диаметр ~0,5 км), площадь, занимаемая экзоконтактовыми метасоматитами, сопоставима с площадью интрузивных образований (0,66 и 0,8 км² соответственно) [5,6]. Полнопроявленные метасоматиты (с замещением субстрата >80%) слагают узкие зоны, шириной первые десятки метров вблизи интрузии и первые метры около тел жильных карбонатитов, а также развиваются вдоль разрывных нарушений.

На западе массива породы экзоконтакта были вскрыты поисковой канавой (на Рис. 1 – «Детальный участок»). Петрографическое исследование выявило три типа метасоматических пород в пределах данного разреза, минеральные составы которых приведены в Таблице 1.

При переходе от фенитизированных гнейсов к клинопироксен – полевошпатовым фенитам породы утрачивают гнейсоватость, текстура становится грубополосчатой, с чередованием лейко- (существенно полевошпатовых) и меланократовых (со значительным содержанием

эгирин-авгита) слоев. По минеральному составу переход фиксируется исчезновением кварца, олигоклаза, биотита и щелочных амфиболов, изменением состава клинопироксена, увеличением содержания К- и Na- полевых шпатов.

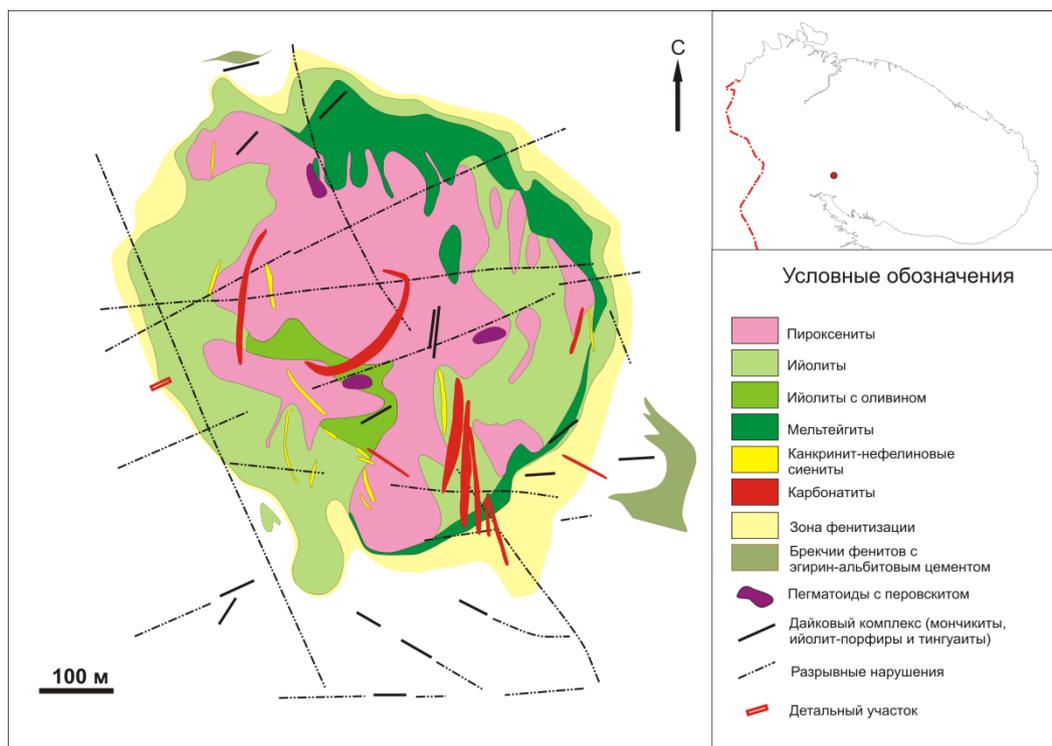


Рис.1. Схема геологического строения массива Озерная Варака (по Арзамасцев А. А. и др., 2009 с упрощениями) с обозначением местоположения детального участка

Порода	Фенитизированный гнейс	Срх-Fsp апогнейсовый фенит	Ар-Срх-Wo породы
Образцы	S07-60A	S07-60B,C,D,E	S07-60E, F
Минеральный состав	<p><u>Породообразующие минералы:</u></p> <p>Альбит К-полевой шпат Кварц Плагиоклаз №20 Геденбергит</p> <p><u>Второстепенные минералы:</u></p> <p>Биотит Феррорихтерит</p> <p><u>Акцессорные минералы:</u></p>	<p><u>Породообразующие минералы:</u></p> <p>Альбит Эгирин-авгит К-полевой шпат</p> <p><u>Второстепенные минералы:</u></p> <p>Кальцит Диопсид К-Na-полевой шпат</p> <p><u>Акцессорные минералы:</u></p>	<p><u>Породообразующие минералы:</u></p> <p>Волластонит Эгирин-авгит Апатит</p> <p><u>Второстепенные минералы:</u></p> <p>Кальцит</p> <p><u>Акцессорные минералы:</u></p>

	Титанит Апатит Пирротин Барит Циркон	Титанит Апатит Цельзиан Барит Пирит Пирротин Сфалерит Пирохлор *Карбонаты REE, Ca, Ba	Титанит Анортоклаз Пирротин *Карбонаты REE, Ca, Ba	Sr, Sr,
--	--	--	--	------------

Табл. 1. Минеральные ассоциации пород экзоконтактной зоны массива Озёрная Варака в районе детального участка (диагностика минералов производилась оптическими и электронно-микроскопическими методами).

Апатит-клинопироксен-волластонитовые породы характеризуются неоднородностью текстуры, обуславливаемой присутствием в апатит-волластонит-эгирин-авгитовом матриксе множества маломощных (до 2х см) волластонитовых прожилков, в которых наблюдается существенное количество апатита. Данный тип пород приурочен к контакту интрузии и пород рамы. Граница с приконтактовыми ийолитами резкая, секущая. Примыкающие клинопироксен-полевошпатовые фениты (образец S07-60E) пронизаны сетью тонких прожилков, сложенных волластонитом, клинопироксеном, карбонатом и апатитом. Во всех образцах из зон апогнейсовых фенитов и клинопироксен-волластонитовых пород по трещинам проявлены альбитизация и карбонатизация. Карбонат (кальцит состава $(Ca_{0,97-0,98} Sr_{0,02-0,03})_{1,00} (CO_3)$) заполняет интерстиции между идиоморфными пластинчатыми зёрнами альбита и короткопризматическими эгирином-авгита, формируя на границе с К-шпатом реакционные каймы, также сложенные альбитом. К этим же прожилкам приурочены скопления апатита, который, наряду с кальцитом, часто формирует включения в краевых частях зёрен эгирином-авгита.

Исследование изменения содержания главных элементов (Рис. 2) вдоль детального участка показало, что при переходе от фенитизированных гнейсов к клинопироксен-полевошпатовым фенитам происходят плавное увеличение содержания Na и Al, сопряжённое со слабой десиликацией пород. Апатит-клинопироксен-волластонитовые породы и примыкающие к ним приконтактовые ийолиты характеризуются минимальным содержанием щелочей и алюминия, меньшим чем в фенитах содержанием кремнезёма при интенсивном накоплении оснований (в первую очередь – Mg и Ca). Таким образом апатит-клинопироксен-волластонитовые гидротермально-метасоматические породы являются базификатами, сформировавшимися в результате кальций-магнезиального, а не щелочного метасоматоза, затронувшего как ранние метасоматиты экзоконтакта, так и породы интрузии.

На основании оптического исследования шлифов все зёрна пироксенов из апогнейсовых фенитов можно разделить на 2 морфотипа: очень мелкие (0,05-0,3 мм) неравномерно окрашенные ксеноморфные зёрна с корродированными краями, часто собирающиеся в гроздевидные сегрегации (Srx_1), и более крупные (0,2-0,5 мм и более) оптически однородные идиоморфные призматические кристаллы, формирующие в породе цепочки зёрен (Srx_2 на Рис. 3). Первый тип неравномерно рассеян в породе, тяготея к участкам, богатым К-полевым шпатом, второй приурочен к альбит-карбонатным прожилкам. По результатам анализа BSE-

изображений в зернах первого типа была выявлена зональность, обусловленная резким изменением состава. Определения химического состава минералов были выполнены методом волновой дисперсии на микроанализаторе Cameca SX-46 (Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты). Центральная часть ксеноморфных зерен по номенклатуре IMA [7] соответствует группе Quad – пироксенов, к которой принадлежат и все проанализированные пироксены фенитизированных гнейсов, с которыми пироксены первого типа схожи и формами выделения. Таким образом, центральные участки зерен для апогнейсовых фенитов являются реликтовыми фазами. Постепенное изменение по направлению к интрузии состава от магнетитового геденбергита ($Wo_{47}Fs_{31}En_{22}$) к железистому диопсиду ($Wo_{49}En_{42}Fs_9$) может свидетельствовать о постепенном падении активности магния и росте активности двухвалентного железа во флюиде на начальном этапе эволюции метасоматической системы. Центральные и краевые части идиоморфных зерен, а также краевые части ксеноморфных зерен относятся к группе Ca-Na пироксенов и по составу соответствуют эгирин-авгиту ($Ac_{44-26}Jd_{3-1}Q_{53-73}$), при этом в центральных частях идиоморфных зерен – несколько менее щелочному, что свидетельствует о росте активности натрия.

В экзоконтакте вблизи интрузии резко возрастают содержания высокозарядных и редкоземельных элементов. Главными минералами-концентраторами REE в изученных образцах являются титанит и апатит. Исследование апатита выявило в зернах присутствие 2х резко различных по составу зон (Рис. 4). Центральная часть, практически не содержащая включений, на BSE-изображениях обычно представляет собой округлую или угловатую зону с гладкими краями.

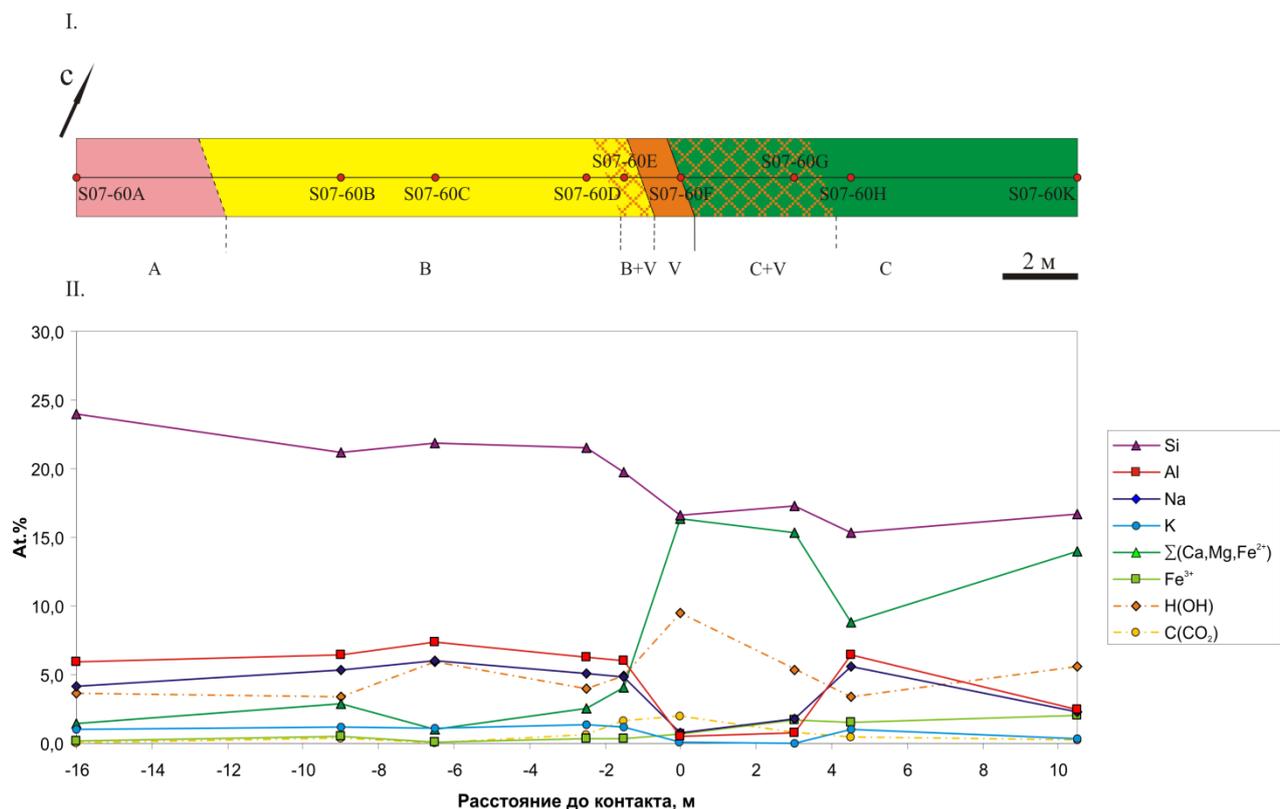


Рис. 2. I - схема отбора образцов: А - фенитизированные гнейсы, В - апогнейсовые фениты, С - приконтактные ийолиты, V - апатит-клинопироксен-волластонитовые породы; II - изменение содержания главных элементов (атомн.%) вдоль детального участка (элементы с содержанием >30% (O) и < 1% (Cl, F, P, Ti, Mn) на графике не указаны).

Краевая часть зерен резорбирована, часто образует сростания с зернами альбита и пироксена поздних генераций. Апатит того же состава залечивает внутренние трещины. Во внешней зоне несколько увеличивается содержание SiO_2 и SrO , содержание LREE_2O_3 возрастает с 0-0.9 до 1.6-3.8 вес. процентов.

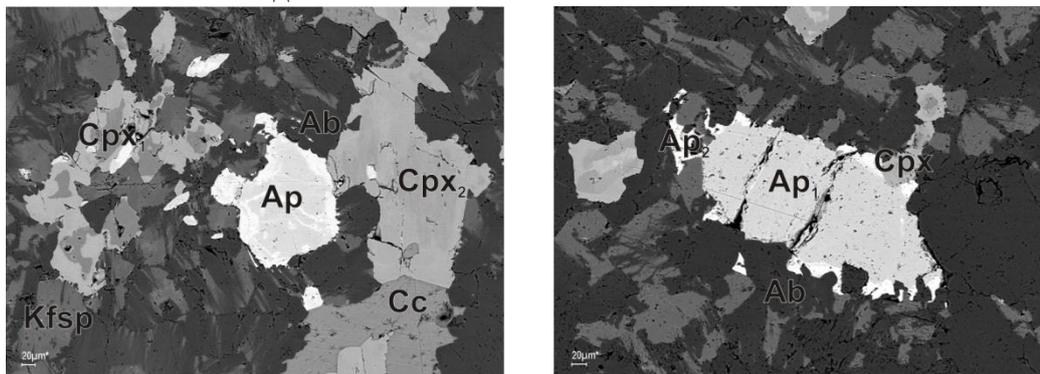


Рис. 3. Типы зерен клинопироксена из апогнейсовых фенитов.

Рис. 4. Зональность в зернах апатита из апогнейсовых фенитов.

На основании исследования составов и микроструктурных взаимодействий минеральных фаз можно предполагать, что на ранних стадиях метасоматической переработки флюид отделялся при внедрении фойдолитов (об этом говорит «ийолитовый» тренд изменения составов пироксенов [8]). Позже вдоль контакта интрузии оказывает воздействие значительно менее щелочной флюид, характеризующийся очень высокой активностью Ca, богатый CO_2 , F, P и несущий редкоземельную нагрузку. Под влиянием данного флюида из зоны контакта выносятся щелочи, алюминий, кремнезем и переотлагаются на некотором удалении от интрузии, что фиксируется альбитизацией, которой сопутствует карбонатизация. Этим можно объяснить сходство составов пироксенов клинопироксен-волластонитовых пород и максимально альбитизированного образца апогнейсовых фенитов S07-60C.

Полученные первые результаты автор рассматривает как предварительные. Возможна корректировка выводов после изучения большего числа образцов из различных разрезов пород экзоконтакта.

Литература

1. 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. Vol.30, P. 33-44.
2. Bulach A.G., Ivanikov V.V., Orlova M.P. Overview of carbonatite-phoscorite complexes of the Kola Alkaline Province in the context of a Scandinavian North Atlantic Alkaline Province. In: Wall F., Zaitsev A.N. (Eds.). *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine*. Mineralogical Society Series, London. 2004. Vol.10, P.1-44.
3. Арзамасцев А.А., Арзамасцева Л.В., Зарайский Г.П. Контактное взаимодействие агапитовых магм с гнейсами фундамента: на примере Хибинского и Ловозерского массивов // *Петрология*. 2011. Т.19, №2, С.115-139.
4. Holland T.J.B. and Powell R. An improved and extended internally consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest, involving a new equation of state for solids // *J. Metamorphic Geol.* 2011. Vol. 29, P. 333-383.
5. Арзамасцев А.А., Федотов Ж.А., Арзамасцева Л.В. Дайковый магматизм северо-восточной части Балтийского щита. – СПб.: Наука, 2009. 383 с.

6. Кухаренко А.А., Орлова М.П., Булах А.Г. и др. Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии. – М.: Недра, 1965. 772 с.
7. Morimoto N. Nomenclature of pyroxenes // Canadian Mineralogist. 1989. Vol.27, P.143-156.
8. Morogan V., Woolley A. R. Finitization at the Alno carbonatite complex, Sweden; distribution, mineralogy and genesis // Contrib. Mineral. Petrol. 1988. Vol.100. P. 169-182.

ВОЗМОЖНОСТЬ УЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАНТИИ В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Мартынов Е. В.^{1,2}, Козлов Н. Е.^{1,2}, О. Сорохтин Н. О.^{1,2,3}, (1-Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН, 2- Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, 3- Москва, Институт Океанологии РАН)

The technique, which allows for the reconstruction of the geodynamic regime of formation of protoliths of Precambrian formations to take into account the chemical evolution of the mantle and, accordingly, its products. The method is tested on objects Kola region.

Моделирование параметров геологических процессов, петрогеохимическая реконструкция природы древнейших супракрустальных комплексов и геодинамических обстановок формирования их протолитов, активно начавшие развиваться еще в середине прошлого столетия, не потеряли актуальности и по сегодняшний день. Данные о направленной эволюции состава мантии и, соответственно, ее продуктов, полученные рядом исследователей, в том числе и авторами данной работы [3,5], накладывают определенные ограничения на применение к исследованию древнейших образований принципа актуализма. В этой связи значительный интерес при решении перечисленных выше задач представляют теоретические данные, количественно описывающие химическую эволюцию мантии.

Задачу реконструкции можно формализовать, т.е. описать с помощью следующей математической модели. Имеется исследуемый объект $X = \{x_i\}_{i=1}^n$ (x_i - p -мерный вектор) и система эталонов для описания различных геодинамических обстановок $\{V_j\}_{j=1}^m$. Структура каждого из эталонов (совокупностей наблюдений, представленных p -мерными векторами) V_k может быть описана следующим образом: $V_k = \bigcup_{t=1}^r g_t$, где g_t – однородная группа при выбранном уровне значимости α .

В данной постановке задачи ключевую роль имеет выбор критерия однородности группы. В качестве такового выберем следующий критерий. А именно, будем считать группу g_t однородной, если для любого разбиения $g_t = \{f_{ts}\}_{s=1}^q$, при выбранном уровне значимости α , выполняется статистическая гипотеза $H_0: \mu_{t1} = \mu_{t2} = \dots = \mu_{tq}$ при альтернативе $H_1: \mu_{tu} \neq \mu_{tv}$ хотя бы для одной пары (u, v) , где $u \neq v$.

Для выбора аналога объекту X из системы эталонов $\{V_j\}_{j=1}^m$ необходимо ввести разумную меру близости эталона к объекту. Для этого сначала определим расстояние от элемента объекта x_i до эталона V_k следующим образом: $\rho(x_i, V_k) = \min_t \rho(x_i, co(g_t))$, где $co(g_t)$ - выпуклая оболочка g_t . Выбор аналога осуществляется на основе выполнения условия $M\rho(x_i, V_k) = \min_j M\rho(x_i, V_j)$. При этом при выбранном уровне значимости α должна приниматься гипотеза $M\rho(x_i, V_k) \neq M\rho(x_i, V_r) \forall r \neq k$ (рис. 1).

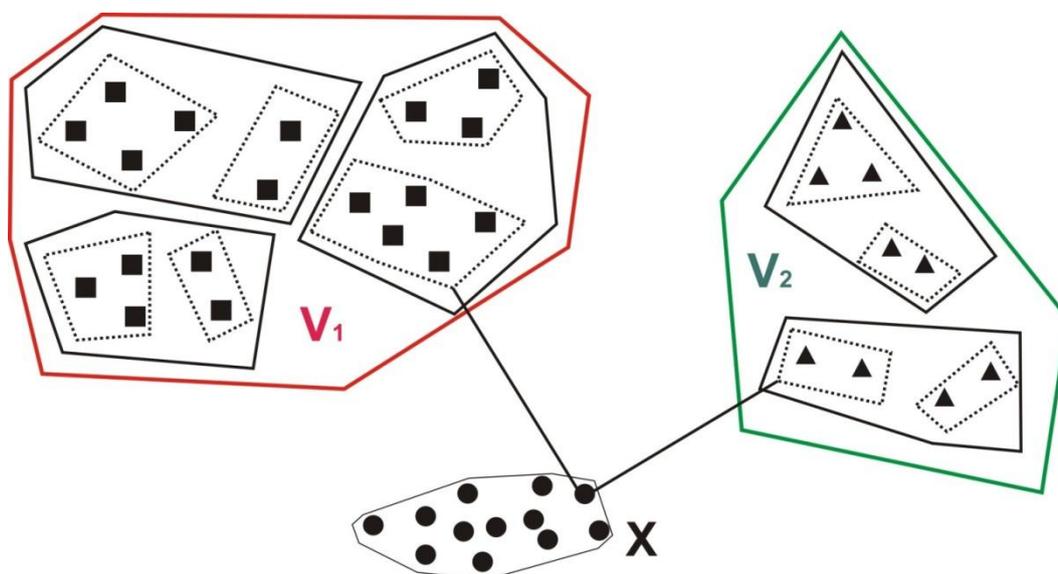


Рис. 1. Иллюстрация к задаче оценки близости элемента объекта X до эталонов V_1 и V_2 .

Результаты распознавания обстановок на основе химических составов породных ассоциаций при различных выбранных уровнях значимости α без учета эволюции химического состава мантии оказались (таб. 1) следующими (различные уровни значимости были использованы для получения устойчивого решения).

Таблица 1.

Результат распознавания геодинамических обстановок без учета изменения химического состава мантии

$\alpha=0.01$	рифты	2.2	
	юные дуги	6.88	2.71
$\alpha=0.05$	рифты	2.21	
	юные дуги	6.32	2.74
$\alpha=0.1$	рифты	2.21	
	юные дуги	6.46	2.78

на диагонали – расстояние от исследуемого объекта до эталонов, красные числа - статистики Пури-Сена-Тамуры. Критическое значение статистики при уровне значимости 0.01 равно 6.635, при уровне значимости 0.05 равно 3.841 и при 0.1 – 2.706

Для учета изменения химического состава мантии в процессе эволюции Земли при реконструкции геодинамических обстановок формирования геологических объектов рассмотрим характер эволюционных изменений химического состава мантии в фанерозое и протерозое [5]. В этих целях удобно воспользоваться понятием эволюционного параметра, отражающего относительную массу ядра Земли, введенного [1,2] для описания эволюции химического состава

ва мантии Земли: $x = \frac{M_c}{C_0 * M}$, где $M=5.977*10^{27}$ г – масса Земли, $C_0=0.376$ – суммарная концентрация «ядерного» вещества в Земле (Fe+FeO+FeS+Ni) и M_c – масса ядра. Эволюционный параметр в фанерозое и протерозое можно вычислить одним из следующих способов.

Во-первых, из уравнения:

$$\dot{x} = \frac{1}{\tau} \left(C_0 * \frac{1-x}{1-C_0*x} - C^* \right) * x,$$

где $\tau=0.635$ – постоянная с размерностью времени и $C^*=0.027$ – значение предельной концентрации насыщения окислами железа твердых силикатных растворов на подошве мантии.

Во-вторых, с помощью квадратичной аппроксимации решения вышеуказанного уравнения: $x = -0.0203 * t^2 + 0.0719 * t + 0.8644$ с коэффициентом адекватности $R^2=0.9999$ (рис.2).

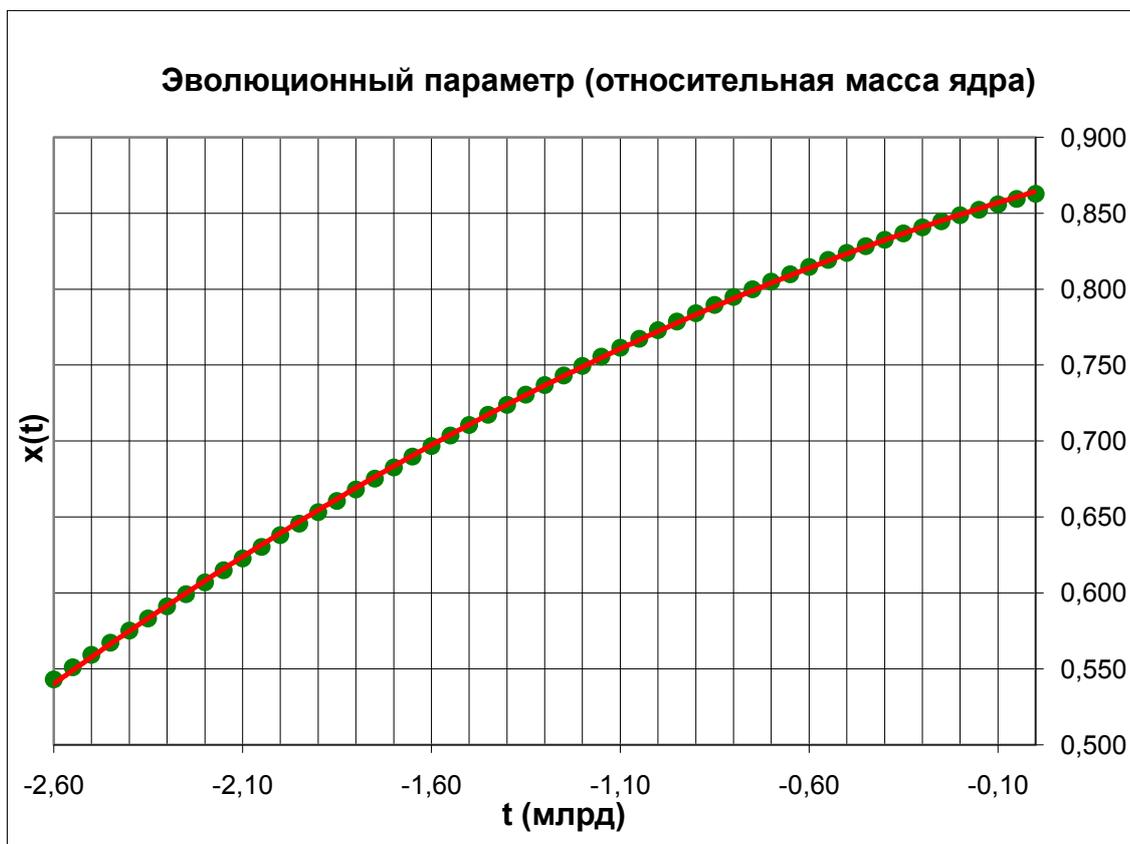


Рис.2. Регрессионная зависимость эволюционного параметра относительно массы ядра Земли (коэффициентом адекватности $R^2=0.9999$)

В-третьих, с помощью аппроксимации решения вышеуказанного уравнения многочленом 3-й степени: $x = -0.0026 * t^3 - 0,0306 * t^2 + 0.0613 * t + 0.8622$ с коэффициентом адекватности $R^2=1.0$ (рис 3).

Эволюционный параметр (относительная масса ядра)

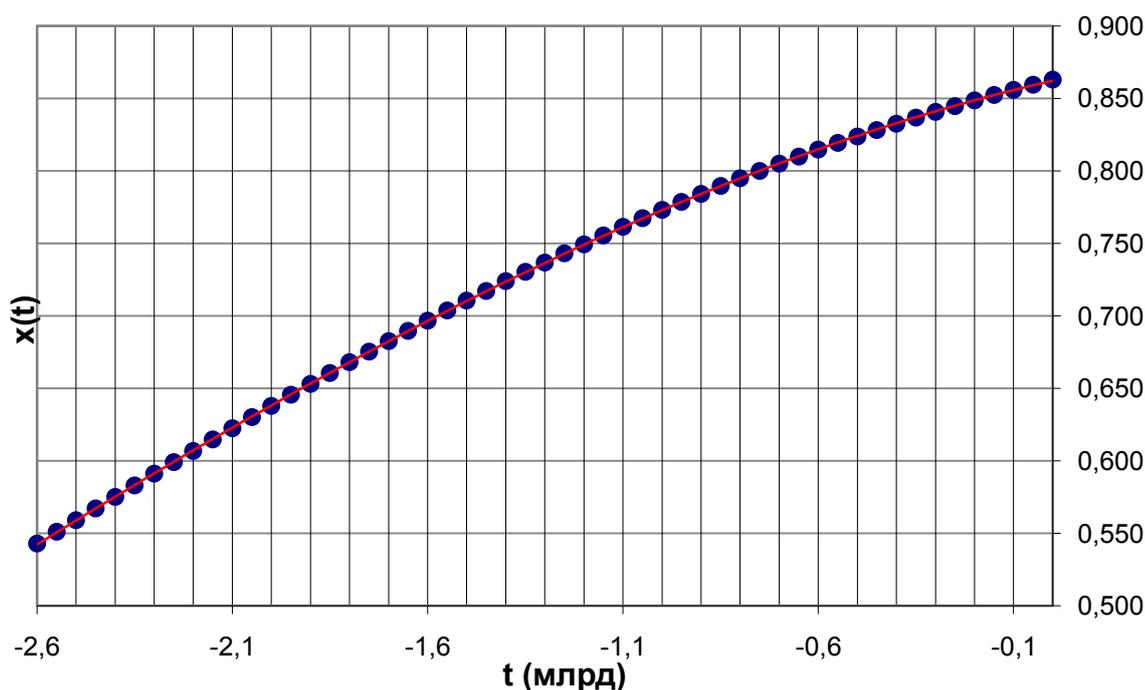


Рис.3. Регрессионная зависимость эволюционного параметра относительно массы ядра Земли (коэффициент адекватности $R^2=1.0$).

Исследуемый объект $X^* = \{x_i + \beta * v\}$, где v – вектор «смещения» химического состава мантии и β – некоторый коэффициент. Использование коэффициента β необходимо в связи с тем фактом, что химические составы базальтов и магмы различны (вероятно состав магмы имеет, в соответствии с выбранной моделью) более меланократовый характер). Предложенный подход был проверен на примере реконструкции геодинамического режима формирования Северо-Печенгской структуры, для metabазальтов которой ранее многими исследователями, в том числе и нами [4] было показано существенное сходство с базальтами рифтов. Действительно, при введении предложенных «поправок на химическую эволюцию мантии» достоверность такой интерпретации существенно повышается (см. табл. 1, 2).

Таблица 2.

Результаты распознавания геодинамических обстановок с учетом эволюции химического состава мантии при $\beta=0.05$.

$\alpha=0.01$	рифты	2.181	
	юные дуги	8.506	2.75
$\alpha=0.05$	рифты	2.181	
	юные дуги	7.741	2.75

$\alpha=0.1$	рифты	2.181	
	юные дуги	7.741	2.75

на диагонали – расстояние от исследуемого объекта до эталонов, красные числа - статистики Пури-Сена-Тамуры. Критическое значение статистики при уровне значимости 0.01 равно 6.635, при уровне значимости 0.05 равно 3.841 и при 0.1 – 2.706

Таким образом, подобный подход существенно расширяет возможности геохимических реконструкций, особенно при изучении наиболее древних породных ассоциаций. В то же время необходимо подчеркнуть, что данное направление является во многом поисковым и полученные по нему первые результаты авторы рассматривают как предварительные. Особенно это относится к поиску оценки коэффициента β .

Литература

1. Кеонджян В.П., Монин А.С. Модель гравитационной дифференциации недр планет // Докл. АН СССР, 1975. Т.220. № 4. С. 825-828.
2. Кеонджян В.П., Монин А.С. Расчет эволюции недр планет // Изв. АН СССР. Физика Земли, 1976. № 4. С. 3-13.
3. Козлов Н.Е, Мартынов Е.В., Иванов А.А. Черты петрогеохимических различий основных пород энсиалических и энсиматических комплексов (сравнительный анализ фанерозоя и докембрия). Геохимия, 1999. № 6. С. 582-588.
4. Козлов Н.Е, Мартынов Е.В., Козлова Н.Е., Иванов А.А., Смирнов Ю.П., Колодкина А.В. Геолого-геохимические особенности и метаморфизм архейских пород северо-восточного обрамления Печенги как критерий выбора их в качестве гомологов глубинных пород разреза СГ-3 // Вестник МГТУ, 2002. Т. 5. № 1. С. 75-84.
5. Сорохтин О.Г., Чилингар Г.В., Сорохтин Н.О. Теория развития Земли (происхождение, эволюция и трагическое будущее). М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований; НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» 2010, 751 с.

ЖИЛЬНЫЕ ПОРОДЫ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОНЧЕГОРСКОГО ПЛУТОНА И ИХ ОКСИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Рундквист Т. В.¹, Мокрушин А. В.¹, Мирошникова Я. А.², Базай А. В.¹, Савченко Е.Э.¹
(¹2. Анапиты, ГИ КНЦ РАН, ²АФ МГТУ)

Abstract. Among the metapyroxenites of the Moroshkovoe lake and South-Sopchinsky regions (at the southeastern part of the Monchepluton) are found pyroxene, plagioclase-pyroxene and plagioclase-amphibole veins with oxide and rare sulphide dissemination. Oxide mineralization is presented by chrommagnetite, ilmenite and rarely – by magnoalumochromite. The thin epigenetic chalcopyrite and halenite dissemination is common in the veins.

Инфраструктура Мурманской области сложилась в XX веке именно такой, какой мы видим ее сегодня, во многом благодаря тому, что в ультраосновных породах Мончегорского комплекса были найдены сульфидные месторождения меди и никеля. Эти находки положили начало строительству комбината «Североникель» и города Мончегорск. Несмотря на хорошую изученность Мончеплутона, некоторые частные вопросы, касающиеся геологического строения и рудоносности ряда участков, еще требуют внимательного изучения. Один из интересных участков расположен в юго-восточной части Мончеплутона, в долине между горами Сопча, Нюд и Вурэчуайвенч, вблизи небольшого озера Морошкового, а также к юго-востоку от него, на участке Южносопчинский. Наиболее распространенный здесь тип пород - амфиболитизированные ортопироксениты (ортопироксеновый кумулат с интеркумулульными плагиоклазом и моноклинным пироксеном). В породах присутствуют единичные выделения оксидов и сульфидов. Метапироксениты и метанориты пересечены пироксеновыми, плагиоклаз-пироксеновыми и плагиоклаз-амфиболовыми жилами с оксидной и редкой сульфидной вкрапленностью. Видимая мощность наиболее крупных жил достигает двух метров, мощность большинства жил не превышает одного метра. Мощные жилы имеют северо-западное простирание и крутое падение – от 70° на СВ до субвертикального. Многочисленные апофизы, отходящие от мощных жил во всех направлениях, имеют сложную, извилистую форму (рис. 1).

Жильные тела ультраосновного состава были обнаружены среди пород Мончегорского района еще в начале 30-х годов прошлого столетия. Уникальные богатейшие сульфидные

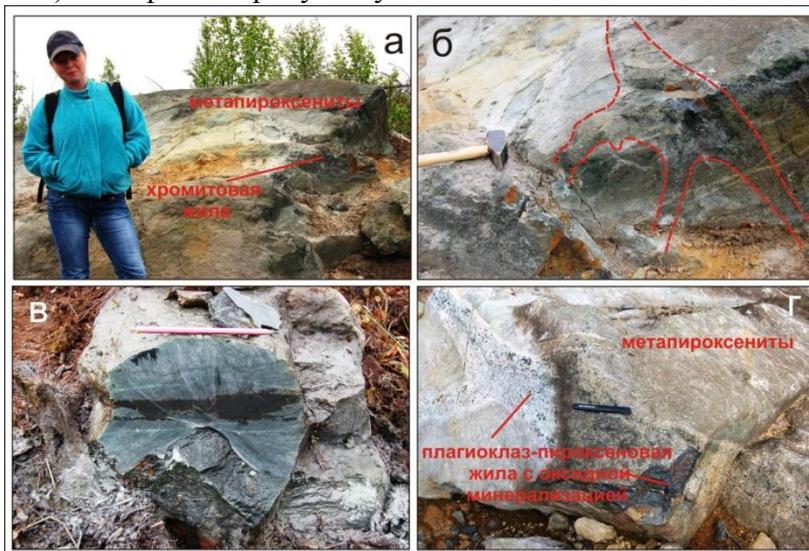


Рис. 1. Обнажения жильных пород, залегающих в метапироксенитах. Юго-восточная часть Мончеплутона. а - общий вид обнажения с хромитовой жилкой, участок Морошковое озеро; б – хромитовая жила сложной формы в метапироксенитах, фрагмент обнажения на рис. 1а; в – хромитовая жила (темное) в глыбе близкоренного залегания, участок Морошковое озеро; г – плагиоклаз-пироксеновая жила с вкрапленной оксидной минерализацией, в метапироксенитах, участок Южносопчинский.

жилы массива Ниттис-Кумужья-Травяная (НКТ) были полностью отработаны в течение двух десятилетий. Месторождение состояло из 51 рудной жилы. Жилы были сложены сплошными сульфидными рудами, состоящими главным образом из пирротина, пентландита, халькопирита и магнетита.

Однако жилы рудного поля НКТ сложены не только сульфидным веществом. В.А. Масленников и П.В. Лялин (Геология и рудные...,1956) указывают, что в направлении на юг по простиранию жил, в их составе появляются плагиоклаз, роговая обманка, биотит, апатит и сульфидные жилы по простиранию переходят в плагиоклазовые, магнетитовые жилы и габбро-пегматиты. Таким образом, возможно сопоставление жил участков Морошковое озеро и Южносопчинский с жилами юго-западной части НКТ, не содержащими богатой сульфидной руды. По минералогическому составу данные жилы сходны также с образованиями Сопчинского жильного поля (Расслоенные интрузии..., 2004). По мнению большинства исследователей, крутопадающие жилы сформировались на заключительных стадиях развития МРК путем заполнения тектонических трещин, образовавшихся после затвердевания интрузии.

Оксидная и сульфидная вкрапленность амфиболизированных пироксенитов, вмещающих жильные тела, на участках Морошковое озеро и Южносопчинский и жильных тел была изучена в полированных шлифах с помощью микроскопа Аxioplan. Химический состав исследованных минералов представлен в таблице.

Таблица

Результаты анализа Cr-Fe-Ti минералов

Компоненты, мас. %	1	2	3	4	5	6	7	8
	Пр 1	Пр 2	Пр 2	Аю 1	Аю 1	Пр 1	Пр 1	Пр 2
MgO	-	-	0.95	1.59	1.26	-	-	-
Al ₂ O ₃	5.78	5.35	5.22	15.44	12.85	1.23	0.49	1.32
SiO ₂	0.51	-	0.73	0.60	0.68	0.36	0.49	-
CaO	0.17	-	0.22	0.24	-	0.14	-	0.21
TiO ₂	4.62	4.50	1.07	0.78	0.52	3.39	0.42	4.55
V ₂ O ₅	-	-	1.23	-	-	-	1.07	-
Cr ₂ O ₃	34.05	28.18	51.02	37.28	37.83	9.69	2.50	10.63
MnO	1.07	1.34	1.37	-	-	-	-	0.84
ΣFeO	52.55	58.79	41.23	44.01	42.11	79.98	91.32	83.40
ZnO	0.55	0.72	0.78	1.51	2.23	0.12	-	0.12
NiO	-	-	-	-	-	-	0.20	-
Сумма	99.31	98.89	103.82	101.45	97.47	94.91	96.49	101.08
	9	10	11	12	13	14	15	16

	Пр 2	Аю 6	Пр 1	Аю 6	Аю 7	Аю 7	Аю 7	Аю 7
MgO	-	1.81	1.44	0.83	-	0.73	-	0.28
Al ₂ O ₃	1.02	1.17	-	0.30	0.49	0.38	1.49	4.44
SiO ₂	-	0.88	0.49	0.26	0.51	0.62	28.86	28.75
CaO	-	0.48	-	0.36	0.74	0.80	28.40	28.07
TiO ₂	2.59	1.33	51.35	50.60	50.78	51.64	35.49	31.95
V ₂ O ₅	0.96	1.41	-	1.02	-	-	-	-
Cr ₂ O ₃	9.51	5.63	1.42	0.32	0.28	-	0.38	-
MnO	0.53	-	1.05	-	2.31	2.20	-	-
ΣFeO	83.18	95.38	49.39	48.69	47.47	46.33	1.13	1.29
ZnO	0.11	-	0.19	-	-	-	-	-
NiO	0.11	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	98.03	108.08	105.33	102.39	102.59	102.68	95.75	94.78

Примечание: 1 – 5 – хромиты; 6 – 10 – магнетиты; 11 – 14 – ильмениты; 15,16 – титаниты. Анализы 1,2,3,6,7,8,9,11 выполнены на микрозондовом анализаторе Cameca MS-46 (аналитик Е.Э. Савченко); оценка состава минералов 4,5,10,12 – 16 выполнена при помощи энергодисперсионной приставки Röntec к сканирующему электронному микроскопу Leo-1450 (аналитик А.В. Базай). $\Sigma\text{FeO} = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Оксиды представлены редкой вкрапленностью, размер выделений достигает 2-3 мм, однако практически все зерна представляют собой тонкие сростки нескольких минералов (размер минеральных выделений менее 1 мкм). Оксидная минерализация амфиболизированных пироксенитов, вмещающих жильные тела, представлена хромитом (рис. 2а); в большинстве зерен наблюдаются тонкие структуры распада, где матрицу слагает хромит, а в сростки сложены также хромитом, но более железистой разновидностью (рис. 2б). Хромит амфиболизированных пироксенитов по составу близок к аксессуарным хромитам из норитов Мончеплутона и других раннепротерозойских расслоенных комплексов Кольского региона. В интерстициях между зернами амфиболизированного ортопироксена встречен сульфидно-оксидный сросток сложного состава (рис. 2г).

Ранее в двух плагиоклаз-амфиболовых жилах были ранее установлены шлировидные скопления густовкрапленных хромитов (Мокрушин и др., 2011). Хромит в шлировидных выделениях представлен овальными зернами без четких кристаллографических очертаний, края зерен резорбированы. Характерный размер зерен от 100 до 400 мкм. По своему внутреннему строению зерна хромита представляют собой продукт распада твердых растворов и сложены ильменитом, магнетитом и собственно хромитом. Акцессорный хромит из пироксенитов значительно более глиноземистый и менее железистый по сравнению с жильным хромитом. Магнетит из жил, не содержащих хромита, также представлен хроммагнетитом. В образце жильного пироксенита с вкрапленной оксидной минерализацией были изучены крупные (до 5 мм) скелетные кристаллы (рис.2д, е), сложенные главным образом ильменитом и титанитом, в сростаниях с ними также присутствуют в небольшом количестве амфибол тремолит-актинолитового ряда, кальцит и кварц. В этом же образце были обнаружены необычные зональные сростания титанита с ильменитом и кварцем (рис. 2ж, з).

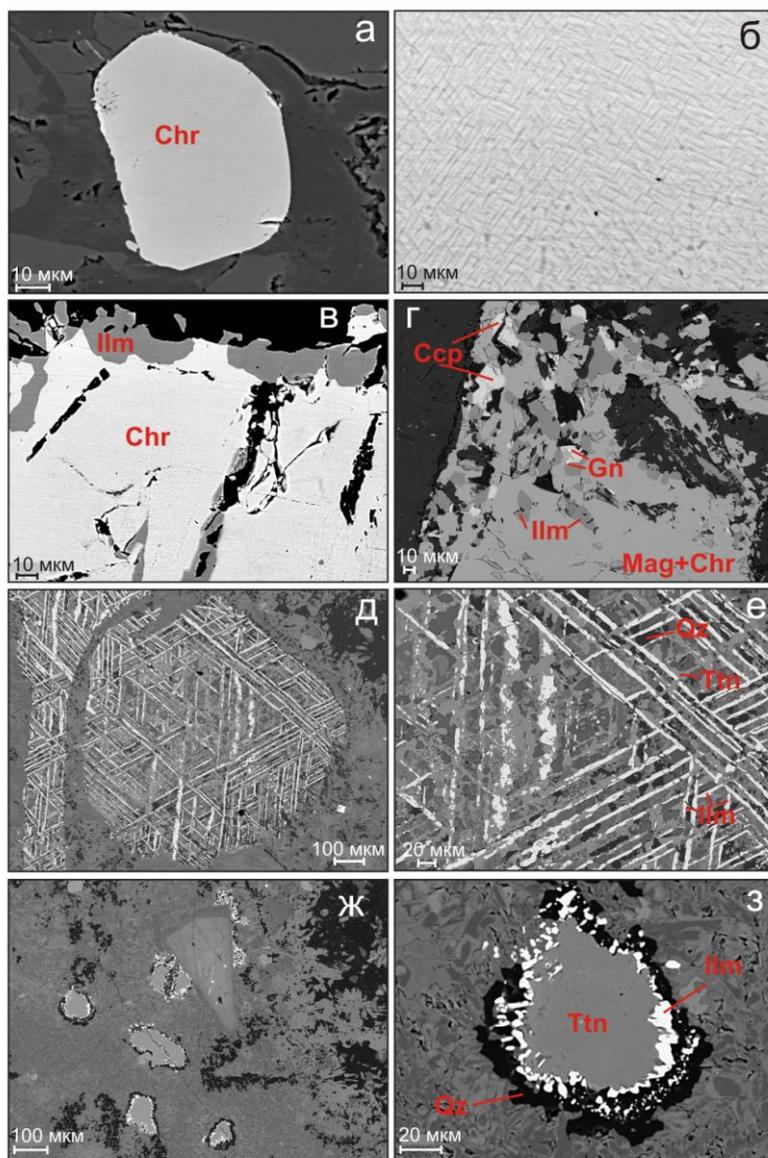


Рис. 2. Морфология выделений рудных минералов в породах участков Южносопчинский и Морошковое озеро. а – овальное зерно акцессорного хромита в метапироксените; б – тонкая решетчатая структура распада в хромите из метапироксенита; в – развитие ильменита в кай-

мах и по трещинам в хромите из метапироксенита; г – развитие ильменита, халькопирита и галенита в краевых частях крупного зерна магнетита с графическими вростками хромита, из метапироксенита; д – крупные зерна ильменита с графическими структурами распада из плагиоклаз-амфиболовой жилы; е – фрагмент зерна на рис. 1д, срастания ильменита, титанита, частично замещенные амфиболом (актинолит), плагиоклаз-амфиболовая жила; ж, з – зональные агрегаты титанита, ильменита и кварца из плагиоклаз-амфиболовой жилы.

Тонкая галенит-халькопиритовая вкрапленность также присутствует в жильном пироксените и по своим морфологическим особенностям аналогична таковой, наблюдаемой во вмещающих жилы амфиболизированных пироксенитах и меланократовых норитах. Сульфидные вкрапленники ассоциируют с агрегатами зерен амфибола, находятся с ними в тесном срастании.

Изучение оксидной и сульфидной минерализации из пироксенитовых и плагиоклаз-амфиболовых жил, а также из амфиболизированных пироксенитов, вмещающих жильные тела, показало, что первоначально пироксениты содержали редкую вкрапленность аксессуарного хромита. Жильные тела, внедрившиеся в пироксениты, широко варьируют по составу от пироксенитовых до существенно-плагиоклазовых, однако жилы всех типов несут оксидную минерализацию с повышенным содержанием титана и железа. Шлиры хромитита в жилах также существенно обогащены титаном. В дальнейшем комплекс пород претерпел интенсивные метаморфические преобразования, а также имел место привнос сульфидного вещества.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-05-00061а.

Литература:

1. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб.: Наука, 2004, 174 с.
2. *Геология и рудные месторождения Мончегорского плутона.* Труды ЛАГЕД АН СССР, Выпуск 3, Л.: Изд-во АН СССР, 1956, 328 с.
3. *Мокрушин А.В., Мирошникова Я.А., Савченко Е.Э. Ассоциация Cr-Fe-Ti минералов в плагиоклаз-амфиболовых жилах участка «Морошковое озеро» (Мончегорский плутон) // Геология и геоэкология: исследования молодых. Материалы XXII конференции молодых ученых, посвященной памяти чл.-корр. К.О.Кратца. 8-10 ноября 2011 г. - Апатиты: изд-во К&М, 2011, с. 134-136.*
4. *Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение. Часть 1, 2.* Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2004, 177 с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОЛЯРНОЙ АТМОСФЕРЕ

Балабин Ю. В., Германенко А. В., Гвоздевский Б. Б., Вашенюк Э. В. (*г. Апатиты Полярный геофизический институт КНЦ РАН*)

Increases of X-ray intensity in the surface layer of the atmosphere during precipitations in Apatity and Spitzbergen have been studied. The clear relation between increases of X-ray flux and rain (snow) cloudiness is found out. The energy spectra of X-rays during good weather (background) and precipitations have been obtained. There are lacks of spectral character lines of the natural or man-caused radionuclides. The carried out study allows us to consider the bremsstrahlung X-ray radiation of energetic electrons accelerated by electric fields inside rain (snow) clouds as the basic reason of increases during precipitations. The details of the probable mechanism of X-ray quanta generation during precipitations are considered.

Введение

Существование избыточного излучения, связанного с грозовой активностью является известным фактом. Было показано, что основной причиной возникновения избыточного излучения во время гроз являются частицы, ускоренные сильными электрическими полями внутри грозового облака [1, 2]. В организованном нами мониторинге низкоэнергичного рентгеновского фона на уровне земли также обнаружены возрастания, как правило, связанные с атмосферными осадками. Следует отметить, что в субарктическом (Апатиты) и арктическом (арх. Шпицберген) регионах, где проводились наблюдения, грозы происходят редко. Тем не менее, в качестве причины возрастаний, связанных с осадками, мы предполагаем электрическое поле облаков (пусть не такое сильное, как в грозовых облаках), которое ускоряет электроны и создает тормозное рентгеновское излучение, проникающее до уровня земли. В данной работе также показано, что наблюдаемые возрастания рентгеновского фона не связаны с какими-либо антропогенными либо природными радионуклидами, а являются следствием изменения условий взаимодействия космического излучения с атмосферой.

1. Описание установки

Для мониторинга рентгеновского фона у поверхности земли нами используется сцинтилляционный детектор на основе кристалла NaI(Tl), диаметром 6 и толщиной 2 см. Прибор был разработан и применялся для измерений аврорального рентгеновского излучения на аэростатах в стратосфере [3]. Сигнал после усилителя поступает на дискриминаторы с пороговыми уровнями, соответствующими энергиям фотонов >20 , >60 , >100 и >200 кэВ. Это превращает детекторы в спектрометры интегрального потока рентгеновского излучения. Вместе со спектрометрами в Апатитах был установлен осадкомер, который позволяет оценивать интенсивность осадков в виде дождя и снега в относительных единицах. Точно такой же детектор установлен и на станции космических лучей в п. Баренцбург (Шпицберген). Спектрометры размещены в глубоких стаканах, сложенных из свинцовых кирпичей толщиной 5 см. Это сделано с целью устранить влияние на измеряемые спектры возможного излучения от окружающих предметов и земли.

Наблюдение некоторых возрастаний сопровождалось записью дифференциальных спектров излучения при помощи амплитудного анализатора импульсов, основанного на высокоскоростном АЦП. Амплитуда электрических импульсов от детектора пропорциональна энергии, оставленной рентгеновскими квантами в кристалле, поэтому данные амплитудного анализатора однозначно связаны с энергетическим спектром квантов. Анализатор включался в работу за несколько часов до предполагаемых осадков, регистрируя сначала фоновый спектр пе-

ред возрастанием. Спектр собственно возрастания вычислялся как разность между спектром во время возрастания и фоновым.

2. Наблюдения

За время работы спектрометров зарегистрированы многочисленные возрастания интенсивности рентгеновского излучения. Было замечено, что возрастания счёта на спектрометре почти всегда сопровождается интенсивными осадками, и плотной (9-10 баллов) и низкой (200-800 м.) облачностью. Всего таких возрастаний счёта за три года наблюдений было зарегистрировано около 500. Интенсивность счёта возрастала от 5 до 45 %; длительность возрастания варьируется от одного часа до двух суток. Большинство (~95 %) таких событий сопровождалось осадками различной длительности и интенсивности. Возрастания интенсивности счёта спектрометров различны по амплитуде для разных времён года – в зимний период амплитуда возрастаний в среднем меньше, а длительность их больше. При этом профили возрастаний в разных энергетических каналах в пределах ошибок совпадают, что указывает на то, что возрастания происходят на всем диапазоне энергии.

Кроме того было отмечено качественное влияние типа осадков на возрастания счёта. Мелкий сухой снег с ветром или морось редко сопровождаются возрастаниями. Чаще всего возрастание просиходит во время ливневых осадков: дождь, мокрый или крупный снег без ветра. На рис.1 показаны характерные профили возрастания счёта в канале >20 кэВ и осадков (дождя) для станции в Апатитах. Для удобства нулевой уровень осадков на графике сдвинут вниз на 20 единиц, данные осадкомера носят относительный характер, они не прокалиброваны в скорости выпадения осадков (мм/час). Профиль возрастания в канале >100 кэВ в пределах точности измерений повторяет профиль >20 кэВ по форме и амплитуде, поэтому здесь не приводится. Видна хорошая корреляция между усилениями дождя и возрастаниями счёта спектрометра. Обычно пик осадков наблюдается за 10-40 мин до соответствующего ему пика возрастания в гамма-излучении. Профили возрастаний рентгеновского излучения в Баренцбурге подобны апатитским, однако, данные по осадкам возможны только с интервалом в три часа.

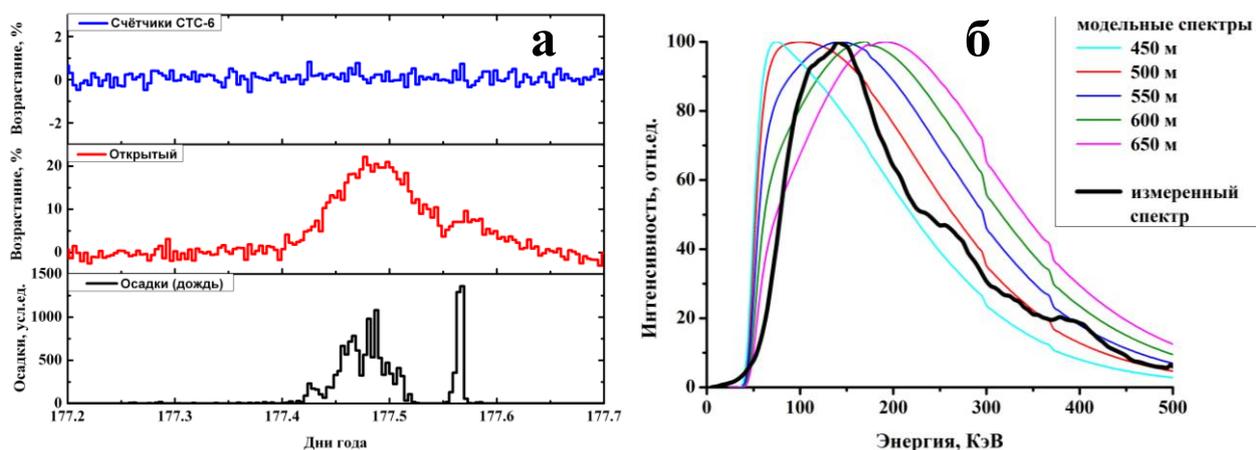


Рис.1. а) – возрастание 26.06.2010; верхний график – данные детектора на основе гейгеровских счетчиков СТС-6, средний – сцинтилляционный детектор рентгеновского излучения, нижний – данные осадкомера. б) – экспериментальный и модельный спектры возрастания.

3. Происхождение и состав дополнительного излучения

Хотя возрастания естественного гамма-фона во время гроз отмечены многими исследователями [2], необходимо было убедиться, что наблюдаемое возрастание не связано с выпадени-

ем вместе с осадками каких-либо радиоактивных веществ естественного или антропогенного происхождения. Необходимо оценить энергию дополнительного излучения хоть качественно, поскольку используемые детекторы эффективны до энергий около 400 кэВ.

3.1. Отсутствие радона

Необходимо убедиться, что во время (и позже) выпадения осадков не происходит дополнительного выделения радона из земли. Для этого на определенное время (порядка месяца) на регистрацию ставился второй такой же детектор и обкладывался свинцовыми кирпичами со всех сторон (сверху тоже). Поскольку радон газ, он свободно проникает в щели между кирпичами, и наблюдалось бы возрастание и в детекторе, накрытом свинцом. При усреднении 30 мин. точность измерений составляет 1.5 %, наблюдаемые возрастания имели длительность 3-5 часов.

В накрытом детекторе во время осадков не наблюдалось никакого возрастания. Отсутствие возрастания в накрытом свинцом детекторе также проясняет вопрос об энергии гамма-квантов, наблюдаемых в возрастаниях. Она не превышает 2-3 МэВ, иначе некоторая часть энергичных гамма-квантов прошла бы сквозь свинцовую защиту и вызвала заметное возрастание. Кроме того, наблюдение возрастаний зимой, когда снежный покров не менее 1 м и грунт мерзлый, говорит в пользу того, что радон не является причиной возрастаний.

3.2. Отсутствие радиоактивного загрязнения в дождевой воде

Во время сильного дождя, сопровождавшегося возрастанием гамма-фона более 30 %, была собрана дождевая вода объемом 5 л. Немедленно пластиковая емкость с этой водой помещалась над детектором внутри обложенной свинцом полости. Если наблюдаемое возрастание связано с наличием в осадках радионуклидов, детектор внутри свинца, защищенный от внешнего излучения, в этом случае показал бы возрастание от загрязненной воды.

Накрытый свинцом детектор не отметил никакого возрастания радиации. Что однозначно указывает на отсутствие каких-либо радионуклидов любого происхождения (антропогенного или естественного) в собранной дождевой воде.

3.3. Отсутствие заряженной компоненты

Около сцинтилляционных детекторов был установлен детектор заряженной компоненты радиации, также подключенный к системе регистрации. Он представляет собой набор (8 шт) газоразрядных счетчиков Гейгера-Мюллера СТС-6. Известно, что эффективность этих счетчиков к заряженной компоненте излучения на два порядка выше, чем к ренгеновским квантам. Следовательно, наблюдая радиационный фон с двумя разными детекторами, чувствительными к различным видам излучения, мы можем оценить его состав. Сцинтилляционный детектор чувствителен как к электромагнитной части излучения, так и к заряженной, СТС-6 – только к заряженной. На рис.1а приведен пример совместной регистрации двумя этими детекторами. Профиль показан в процентах от среднего уровня.

Заряженная компонента (электроны и мюоны) в излучении, вызывающем возрастания, отсутствует полностью.

Таким образом, однозначно выявлено, что дополнительное излучение, появляющееся во время осадков, имеет электромагнитную природу, не связано с какими-либо радионуклидами и простирается до энергий порядка 2-3 МэВ. Спектр этого излучения сплошной. Подробнее о результатах этих экспериментов дано в [4].

4. Интерпретация экспериментальных данных

На основе полученных экспериментальных результатов мы предполагаем, что возрастания счёта рентгеновских детекторов вызывается тормозным излучением, производимым

электронами, доускоренными в дождевом облаке. Энергичные электроны всегда присутствуют в атмосфере, являясь вторичным излучением, порождаемым космическими лучами. При прохождении через вещество, электрон теряет энергию вследствие ионизационных и радиационных потерь [5]. Электрон с энергией E , появившийся на высоте H от распада мюона, пройдет расстояние L по направлению к поверхности земли, пока потеряет всю энергию. Часть этой энергии уйдет на ионизационные потери, другая часть – на тормозное излучение. Если во время своего пути в атмосфере электрон получит некоторую дополнительную энергию ΔE за счет электрического поля, то он сможет в атмосфере пройти бо́льший путь до полной остановки; при этом часть дополнительной энергии пойдет на излучение тормозных квантов. Что воспримется детекторами на земле как возрастание общего рентгеновского фона. Вблизи земной поверхности напряжённость электрического поля в спокойную погоду составляет около 100 В/м. В дождевых (не грозových) облаках напряжённость поля значительно выше и может составлять киловольты и даже десятки кВ/м [6, 7]. Этого может оказаться достаточно для доускорения электронов, чтобы рожденные ими дополнительные рентгеновские кванты могли достичь земной поверхности и вызвать заметные возрастания счёта детекторов.

В рассматриваемой нами области относительно низких энергий электронов (менее критической энергии для воздуха) определяющий вклад в потери энергии дает процесс ионизации. Радиационные потери становятся существенными при значительно больших энергиях [5]. Поэтому можно допустить, что лишь некоторая часть электронов и только один раз испускает тормозной квант до того, как потеряет всю свою энергию, что позволяет упростить исходные уравнения, где учитывается каскадный процесс. Интенсивность фотонов определяется генерацией энергичными электронами и позитронами в виде тормозного излучения и противоположным процессом поглощения в среде при их распространении до земли. В итоге дифференциальный спектр излучения на уровне земли

$$N(h\nu) := \int_0^L e^{\mu(h\nu) \cdot (x-L)} \cdot \int_{h\nu}^{\infty} e^{-\frac{E}{E_0}} \cdot A(x) \cdot d\sigma \left[\left(E - \int_0^x k(E) \cdot \rho(y) dy \right), h\nu \right] dE dx$$

описывается выражением:

где $N(h\nu)$ – спектр фотонов у земли, $\mu(h\nu)$ – коэф. поглощения рентгеновского излучения в воздухе, L – расстояние от точки возникновения электронов до земли, x – расстояние, пройденное электроном от точки рождения, $A(x)$ – число атомов воздуха в единице объема, функция $d\sigma$ определяет вероятность генерации тормозного кванта $h\nu$ электроном с энергией E , $k(E)$ – общие потери электроном энергии в воздухе на единице длины, $\rho(y)$ – плотность воздуха. Интеграл внутри функции $d\sigma$ отражает суммарные потери энергии электроном вдоль своего пути от места рождения до точки x .

Решение этого уравнения возможно только численно. На рис.1б показаны результаты расчетов для разных значений L . Величина напряженности электрического поля задавалась 25 кВ/м по [7]. Величина этого поля входит в выражение общих потерь $k(E)$. Для высоты 550 м согласие измеренного спектра с модельным вполне удовлетворительное.

Заключение

Непрерывные измерения рентгеновским спектрометром в приземном слое атмосферы субарктического (г. Апатиты) и арктического (арх. Шпицберген) регионов обнаружил

систематическую связь возрастных изменений низкоэнергичного рентгеновского фона с атмосферными осадками в виде дождя и снега при низкой и плотной облачности. Это дополнительное рентгеновское излучение не связано с радионуклидами. В качестве причины возрастных изменений предполагается тормозное рентгеновское излучение, производимое электронами, доускоряющимися в электрических полях внутри дождевых облаков. Расчетные спектры рентгеновского излучения, полученные из предложенной модели доускорения в облачных электрических полях, удовлетворительно согласуются с данными измерений.

Литература

1. Лидванский А.С., Хаердинов Н.С. Динамика космических лучей в электростатическом поле атмосферы и генерация частиц грозowymi облаками // Изв.РАН сер. физ. 2007. Т.71 №7 С.1060-1062
2. de Mendonca R.R.S. et al. 2010, *Jorn. of Atm. and Solar-Terrestrial Physics*, doi: 10.1016/j.jastp.2010.09.034.
3. Лазутин Л.Л. Рентгеновское излучение авроральных электронов и динамика магнитосферы. // Л.: Наука. 1979. 201с.
4. Gvozdevsky V.B, Balabin Yu.V, Germanenko A.V, Vashenyuk E.V. On the origin of X-ray increases during precipitations // 32nd Intern.Cos.Ray Conf, Beijing, China, 2011, paper № 863.
5. Гайтлер В. Квантовая теория излучения. // М. ИЛ.1956, 492 с.
6. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество. // Л. Гидрометеоиздат.1974. 420 с.
7. Rust W.D. Trapp R.J., *Geophys. Res. Lett.*, 2002, 29, №20: doi:10.1029/2002GL015278.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ $NmF2$ и ТЕС В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ МАГНИТНОЙ БУРИ 15-20 АПРЕЛЯ 2002 ГОДА

Ботова М.Г., Намгаладзе А.А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

Abstract. The variations of the peak F2-layer electron density ($NmF2$) and total electron content (TEC) in the recovery period after the magnetic storm of the 15-20 April 2002 has been reproduced in this work. The results have been obtained by means of the global numerical model of the Earth's Upper Atmosphere (UAM). The results have been compared with the empirical model IRI-2007 and GIM (Global Ionosphere Maps) of the TEC provided by the NASA in IONEX format derived from IGNSS network data. A quantitative agreement between theoretical and empirical $NmF2$ and TEC for 25 April 2002 is satisfactory in all regions except the main ionospheric trough.

Введение

В данной работе представлены результаты численных экспериментов по воспроизведению вариаций электронной концентрации в максимуме F2-области ($NmF2$) и полного электронного содержания (ТЕС) в период восстановления после магнитной бури. Начальные условия были взяты из численных экспериментов, проведенных ранее для бури 15-20 апреля 2002 года (1).

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 так- же в модели решается уравнение для потенциала электрического поля магнитосферного и термосферного (динамо) происхождения.

В данном исследовании использовались две версии модели UAM:

1) ТМ – с эмпирической термосферной моделью (NRLMSIS-00) (3), в которой параметры термосферы рассчитывались по MSIS (UAM–ТМ) и 2) ТТ – с теоретическим расчетом термосферных параметров путем решения уравнений непрерывности, теплового баланса и движения для нейтральной атмосферы (UAM –ТТ).

Модельные расчеты проводились для 21-25 апреля 2002 года при высокой солнечной активности ($F_{10.7} \sim 180$).

Были проанализированы вариации $NmF2$ и ТЕС для двух меридиональных разрезов 12–00 и 15–03 местного магнитного времени (MLT). Результаты модельных расчетов были сопоставлены с данными, полученными по эмпирической модели IRI-2007 (4) и GIM (Global Ionosphere Maps) по ТЕС.

Результаты модельных расчетов

На рисунке 1 представлены рассчитанные по версиям ТМ и ТТ модели UAM и эмпирической модели IRI-2007 вариации электронной концентрации в максимуме F2-области ($NmF2$) для магнитных меридианов 15–03 MLT и 12–00 MLT .

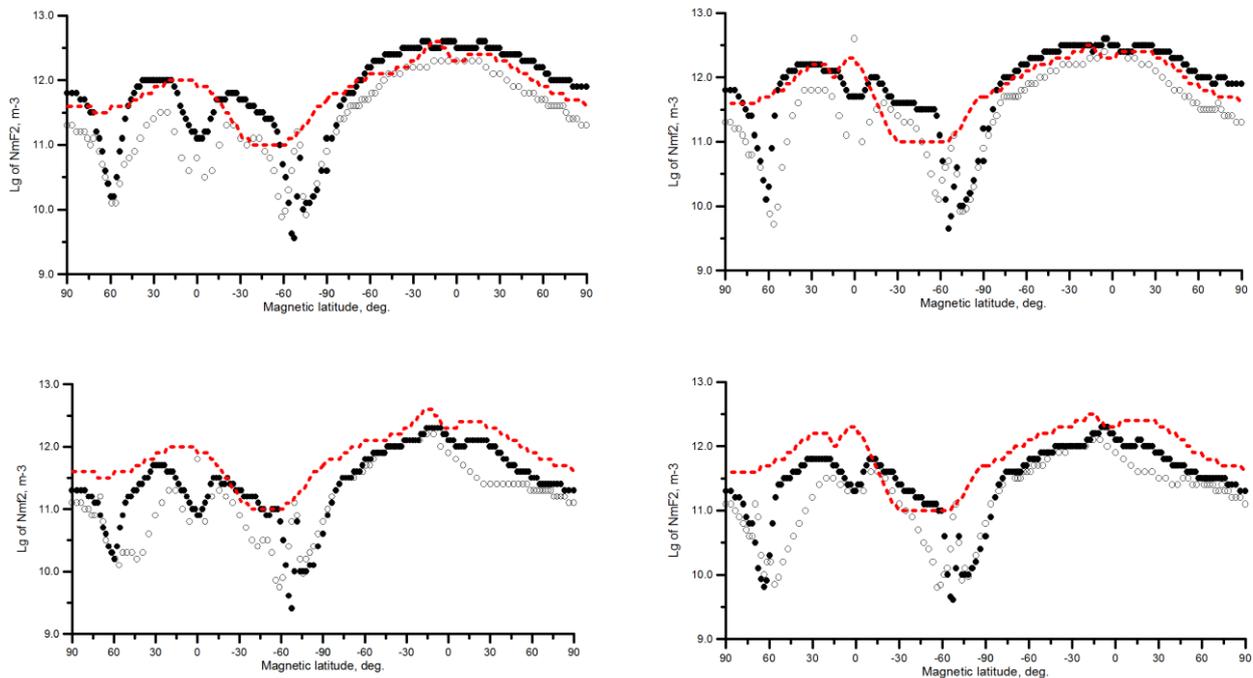
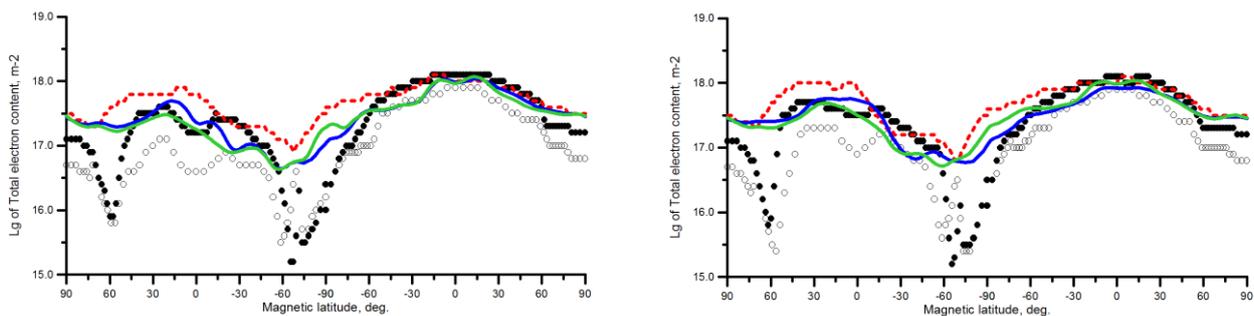


Рис. 1. $Lg(NmF2)$ для магнитных меридианов 15–03 MLT (левый столбец) и 12–00 MLT (правый столбец) для UT=24:00. Верхний ряд - версия ТМ модели UAM, нижний ряд - версия ТТ модели UAM. Белые кружки – 20.04.2002, черные кружки – 25.04.2002, красная штриховая линия – IRI-2007.

На рисунке 2 представлены рассчитанные по версиям ТМ и ТТ модели UAM, эмпирической модели IRI-2007 вариации полного электронного содержания (ТЕС) и данные GPS для магнитных меридианов 15–03 MLT и 12–00 MLT.



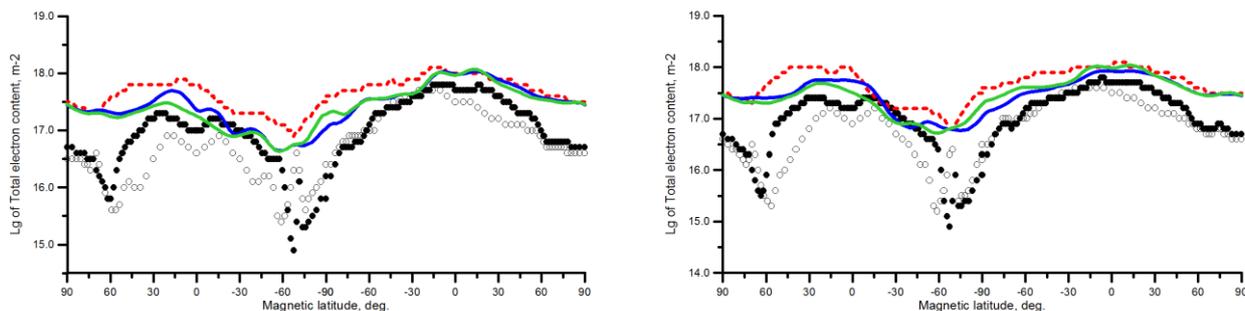


Рис. 2. $Lg(TEC)$ для магнитных меридианов 15–03 MLT (левый столбец) и 12–00 MLT (правый столбец) для UT=24:00. Верхний ряд - версия ТМ модели UAM, нижний ряд - версия ТТ модели UAM. Белые кружки – 20.04.2002, черные кружки – 25.04.2002, синяя сплошная – TEC GPS (UT=23:00 25.04.2002), зеленая сплошная – TEC GPS (UT=01:00 26.04.2002), красная штриховая линия – IRI-2007.

Наблюдается хорошее согласие между теоретическими и эмпирическими вариациями NmF2 и TEC для 25 апреля 2002 года, кроме областей главного ионосферного провала.

Модельные расчеты (рис.3) показали, что заполнение плазмосферы и восстановление TEC до квазистационарных значений происходит за одни сутки, что противоречит результатам, представленным в монографии (5).

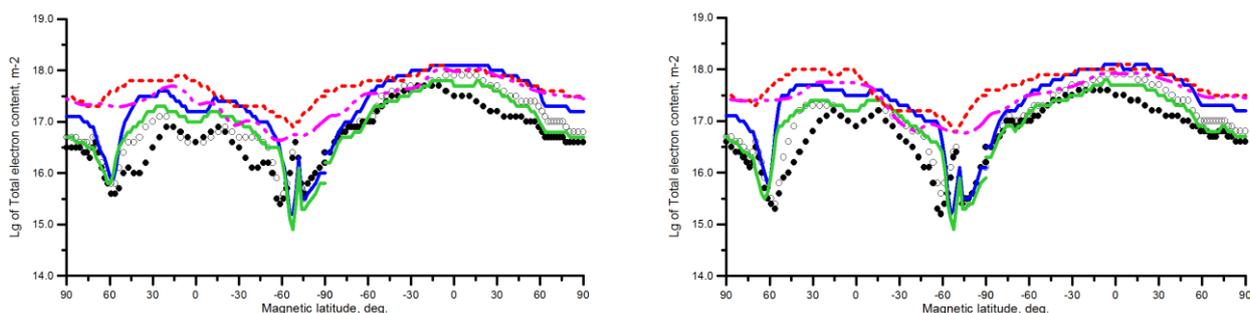


Рис. 3. $Lg(TEC)$ для магнитных меридианов 15–03 MLT (слева) и 12–00 MLT (справа) для UT=24:00. Белые кружки – 20.04.2002(ТМ), черные кружки – 20.04.2002(ТТ), синяя сплошная – 25.04.2002(ТМ), зеленая сплошная – 25.04.2002(ТТ), красная штриховая линия – IRI-2007, розовая штрихпунктирная - TEC GPS (UT=23:00 25.04.2002).

Выводы

Таким образом, проведенные модельные расчеты показывают, что вариации электронной концентрации в максимуме F2-области (NmF2) и полного электронного содержания (TEC) в период восстановления после магнитной бури 15-20 апреля 2002 года хорошо воспроизводятся как с эмпирической термосферной моделью NRLMSIS-00, так и теоретическим расчетом термосферных параметров, за исключением областей главного ионосферного провала.

Литература

1. Namgaladze A.A. et al. Modelling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and NRLMSIS-00 data, Adv. Space Res. 2006. V.37. P.380-391.
2. Namgaladze A.A. et al. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step // Geomagnetism and Aeronomy International. 1998. V.1. No 1. P.53-58.

3. Picone J.M. et al. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues // J. Geophys. Res. 2002. V.107. No A12. P.1468.
4. Bilitza D., Reinisch B.W. International reference ionosphere 2007: improvements and new parameters, Adv. Space Res. 2008. V.42. P.599-609.
5. Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера, Москва, Наука, 1984, 190с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ

Белоушко К. Е. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

Рассматривается проблема создания единой численной модели газовой оболочки Земли. Проанализированы существующие модели верхней и нижней атмосферы и осуществлён выбор конкретных моделей для дальнейшего использования в качестве частей будущей метамодели атмосферы Земли, предлагается общий алгоритм объединения этих моделей.

Предварительный анализ проблемы

Одной из важнейших задач, стоящих перед современной наукой, является предсказание климатических изменений, вызываемых, в том числе, и человеческой деятельностью. Для решения такой проблемы ещё в 1970-е годы начали разрабатываться математические модели климатических процессов.

На данный момент существуют хорошо проработанные модели отдельных слоёв – нижней и средней атмосферы (климатические и метеорологические модели), верхней атмосферы (модели ионосферы, термосферы и магнитосферы, используемые в задачах радиосвязи, корректировки орбит космических аппаратов и фундаментальных исследованиях околоземного пространства). Помимо этого, существуют ещё и океанографические модели, а также модели деятельного слоя почвы, которые в последнее время удачно интегрировались с моделями нижней и средней атмосферы в единые метамодели.

Естественно, в реальности существует тесная взаимосвязь между процессами, начинающимися на поверхности Солнца и заканчивающимися в недрах Земли (см., например, проблемы солнечно-земных и ионосферно-тектонических связей). Численное моделирование таких процессов является весьма удачным подходом для их изучения и подробного описания, особенно учитывая современные экономические, организационные и технические трудности в проведении комплексных экспериментов и измерений.

До последнего времени существовали разрозненные модели отдельных областей земной атмосферы и околоземного космического пространства или даже отдельных процессов и явлений, однако главной современной тенденцией является объединение их в сложные единые метамодели. Этому во многом способствует бурное развитие вычислительной техники, особенно многопроцессорных и параллельных архитектур, а также постепенное понимание необходимости учёта взаимовлияния различных геофизических процессов.

Таким образом, на данный момент существует необходимость создания единой численной модели газовой оболочки Земли, которая позволила бы продвинуться в изучении глобальной электрической цепи, метеорологического влияния на нижнюю ионосферу, атмосферных приливов, акустико-гравитационных волн, стратосферной аномалии и т.д.

Обзор существующих и разрабатываемых метамodelей атмосферы

Своевременность и актуальность объединения моделей подтверждается тем, на данный момент такая работа ведётся в нескольких научных центрах.

Например, в американском центре NCAR (National Center for Atmospheric Research) на базе семейства моделей верхней атмосферы T*GCM создаётся модель WACCM-X (Whole

Atmosphere Community Climate Model - Extended), покрывающая высоты до 500 км от поверхности Земли [1].

Параллельно с этим, в США NCEP (National Center for Environmental) поддерживает проект IDEA (Integrated Dynamics through Earth's Atmosphere), в рамках которого объединяются два модели – так называемая модель WAM (Whole Atmosphere Model), основанная на широко применяемой в американской национальной метеослужбе модели GFS (Global Forecast Model) с изменённой до 600 км верхней границей, и GIP (Global Ionosphere Plasmasphere Model), которая является дальнейшим развитием модели CTIP (Coupled Thermosphere Ionosphere Plasmasphere electrodynamics) [2].

Также модели «всей атмосферы» разрабатываются и за пределами США. Например, существуют подобные проекты в Канаде, Германии и Японии – модели CMAM (Canadian Middle Atmosphere Model), HAMMONIA (Hamburg Model of Neutral and Ionized Atmosphere) и Kyushu GCM (Global Circulation Model) соответственно.

Так, например, стандартная версия CMAM является спектральной моделью глобальной циркуляции тропосферы и средней атмосферы, имеющей верхнюю границу на уровне с давлением 6×10^{-4} мбар (≈ 95 км). Эта версия имеет 50 вертикальных слоёв, из которых 17 приходится на тропосферу с вертикальным разрешением от ≈ 150 метров около поверхности до ≈ 2 км около тропопаузы, а вышележащие слои имеют шаг ≈ 3 км. Горизонтальное разрешение $\approx 6^\circ \times 6^\circ$

Кроме того, стоит упомянуть и весьма удачную концепцию метамодели, реализованной в рамках SWMF (Space Weather Modeling Framework), разрабатываемой в CSEM (Center for Space Environment Modeling, Университет Мичиган, США) [3]. SWMF – представляет собой программное средство, объединяющее и согласующее работу нескольких моделей – солнечной короны, солнечных выбросов, внутренней гелиосферы, солнечных энергичных частиц, глобальной магнитосферы, внутренней магнитосферы, радиационных поясов, ионосферной электродинамики и, наконец, верхней атмосферы. Таким образом, в рамках SWMF представляется возможным моделировать целиком так называемые солнечно-земные связи.

В свете вышеперечисленных фактов представляется необходимым вывести и отечественные атмосферные модельные исследования на современный мировой уровень, на котором наметилась главная тенденция – стремление к построению метамodelей.

Выбор моделей для объединения в единую метамодель газовой оболочки Земли

Для построения объединённой модели за основу взята модель верхней атмосферы UAM (Upper Atmosphere Model), изначально созданная в Западном Отделении ИЗМИРАН (г. Калининград), а затем развивавшаяся в ПГИ КНЦ РАН и МГТУ (г. Мурманск) [4, 5]. UAM является на сегодняшний день наиболее продвинутой и перспективной отечественной моделью верхней атмосферы, качественно сравнимой с зарубежными аналогами и в ряде аспектов превосходящей их (по охватываемому диапазону высот, например, от 60 до 100000 км).

В модели UAM численно интегрируется система квази-гидродинамических уравнений, описывающих законы сохранения частиц, импульса и энергии (уравнения непрерывности, движения и теплового баланса). В совокупности с ними в модели решается уравнение для потенциала электрического поля магнитосферного и термосферного динамопроисхождения. В зависимости от характера описываемых процессов используются геомагнитные сферическая и дипольная системы координат.

По степени самосогласованности и количеству учитываемых процессов модель UAM не уступает широко используемым в геофизических исследованиях моделям семейства T*GCM американского центра NCAR. Общим для моделей UAM и T*GCM является то, что

они описывают процессы в верхней атмосфере, однако не охватывают нижнюю и среднюю атмосферу, что связано с трудностями распространения модели на высоты погодной области.

В качестве модели нижней атмосферы выбрана модель общей циркуляции атмосферы и океана ИВМ РАН (г. Москва), находящаяся по своему качеству на уровне лучших современных моделей прогноза погоды и климата [6]. Она основана на решении системы полных нелинейных уравнений гидротермодинамики атмосферы в криволинейной сигма-системе координат (т.е. высотной координатой является отношение давлений на данном уровне к приповерхностному).

Объединение моделей УАМ и ИВМ РАН позволит не только получить единую модель атмосферы Земли, но и при этом устранить неопределённости, связанные с заданием верхних граничных условий при моделировании погодной области и с заданием нижних граничных условий при моделировании процессов в верхней атмосфере.

Выбор конкретной модели общей циркуляции атмосферы для объединения с моделью УАМ не принципиален, так как целью проекта является разработка общих (унифицированных) методологий и технологий объединения модели верхней атмосферы Земли с климатической моделью с использованием так называемого рамочного подхода.

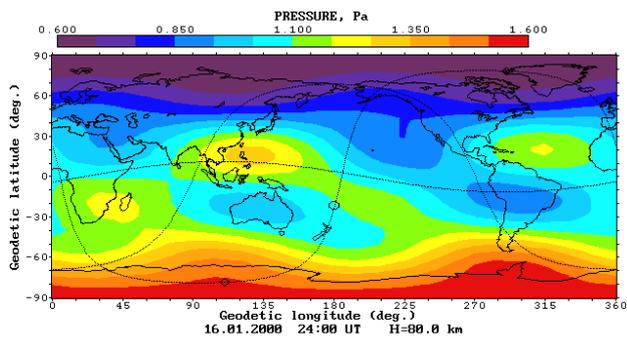
Это позволит, при наличии соответствующих договорённостей, объединять модель УАМ, например, с климатической моделью ИФА РАН, моделями атмосферы Главной Геофизической Обсерватории Росгидромета и другими современными моделями, как в исследовательских целях, так, в перспективе, и для оперативного прогнозирования «космической погоды».

Общие алгоритмы объединения моделей

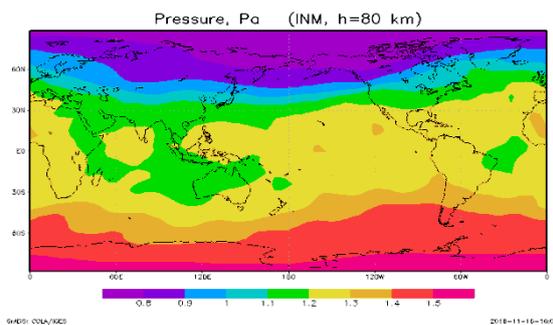
В ходе проведенного анализа проблемы предложен следующий алгоритм объединения моделей: на перекрываемом обеими моделями интервале высот (60-90 км) осуществляется итерационный обмен граничными условиями, в котором решения из модели 1 используются в качестве нижних граничных условий для модели 2, а полученные после этого решения модели 2 используются в качестве верхних граничных условий для модели 1, после чего процедура повторяется до получения заданной сходимости решения к единому в перекрывающейся области.

Реализация описанного алгоритма потребует решения ряда вспомогательных задач и, прежде всего, унификации объединяемых моделей на перекрывающемся интервале высот в части пространственных сеток, временных шагов интегрирования и рассчитываемых в узлах сеток параметров. Для этих целей разрабатывается программная процедура «переходник», в задачи которой входит интерполяция параметров моделей из вертикальной сигма-координаты в метрическую и из географической в геомагнитную и соответственно обратно, вычисление таких параметров как давление и концентрации малых газовых компонент.

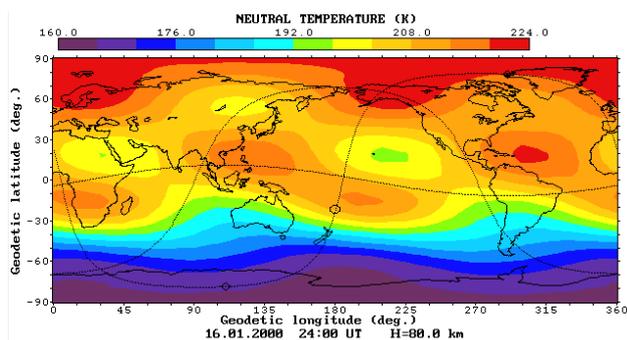
Уже сейчас, на начальной стадии проекта, разработанная программа позволяет после соответствующего интерполирования сравнивать данные обеих моделей. Пример визуального сравнения распределения параметров двух моделей на одинаковой высоте представлен на рис. 1. Распределения в левой колонке построены с помощью стандартной графической утилиты *dm*, входящей в программный пакет модели УАМ, а распределения в правой колонке – с помощью утилиты *GrADS*, широко используемой в анализе гидрометданных [7].



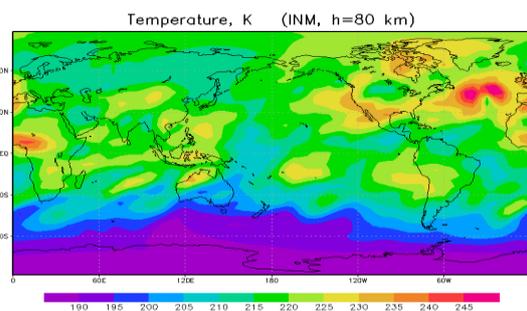
Рассчитанное по модели UAM распределение давления нейтрального газа



Рассчитанное по модели ИВМ РАН распределение давления нейтрального газа



Рассчитанное по модели UAM распределение температуры нейтрального газа



Рассчитанное по модели ИВМ РАН распределение температуры нейтрального газа

Рис.1. Пример визуального сравнения широтно-долготных распределений параметров, рассчитанных двумя моделями на высоте 80 км.

Кроме этого, предполагается перейти в обеих моделях на использование унифицированных структур данных, позволяющих в будущем легко добавлять в состав объединённой системы новые модели любых других атмосферных процессов и явлений, повышая степень её самосогласованности. Для реализации такого подхода выбран метаформат данных NetCDF, ставший стандартом де-факто в современных атмосферных, океанологических и метеорологических исследованиях [8].

Автор благодарит за обсуждения и предоставление модельных данных А.А. Намгаладзе и Е.М. Володина.

Литература

1. http://www.cesm.ucar.edu/working_groups/WACCM/
2. R.A. Akmaev, T.J. Fuller-Rowell et al. Tidal variability in the lower thermosphere: Comparison of Whole Atmosphere Model (WAM) simulations with observations from TIMED, Geophys. Res. Lett., 35, L03810, doi: 10.1029/2007GL032584.
3. <http://butch.engin.umich.edu/swmf/>
4. Намгаладзе А.А., Кореньков Ю.Н., Клименко В.В., Карпов И.В., Бессараб Ф.С., Суроткин В.А., Глуценко Т.А., Наумова Н.М. Глобальная численная модель термосферы, ионосферы и протоносферы Земли // Геомагнетизм и Аэронавигация, т. 30, № 4, с. 612–619, 1990.

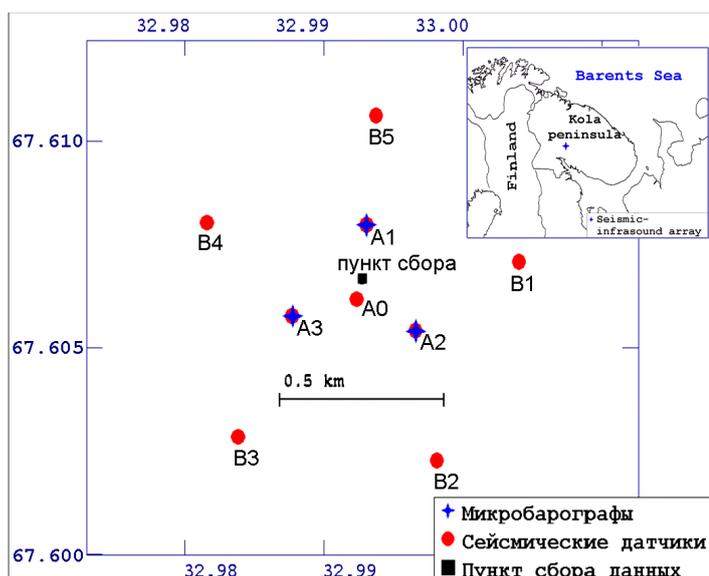
5. Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В., Намгаладзе А.Н. Глобальная модель верхней атмосферы с переменным шагом интегрирования по широте // Геомагнетизм и Аэронавигация, т. 36, № 2, с. 89–95, 1996.
6. Володин Е.М., Дианский Н.А. Моделирование изменений климата в XX-XXII столетиях с помощью совместной модели общей циркуляции атмосферы и океана // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. т. 42, №3, с. 291-306, 2006.
7. <http://www.iges.org/grads/>
8. <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>

ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В АРКТИКЕ

Виноградов Ю. А. (г.Апатиты, Кольский филиал ФГБУН Геофизической службы РАН).

The paper summarizes the results of observations of infrasound in the atmosphere made on seismo-infrasound complex "Apatity" during the ten-year period (from 2001 to 2011). Infrasound events are divided into classes depending on their source of excitation. It is shown that the characteristics of the signals can determine their man-made or natural origin.

Сейсмоинфразвуковой комплекс (СИЗК) «Апатиты» состоит из сейсмической площадной группы, включающей в себя 11 сейсмометров, расположенных на двух концентрических окружностях радиусом 200 и 500 метров, и инфразвуковой группы, состоящей из 3 микробарографов [Виноградов, 2004]. Для снижения уровня техногенных помех комплекс удален от ближайшего населенного пункта, г.Апатиты, на 17 км. Схема расположения сейсмических и



инфразвуковых датчиков комплекса приводится на рисунке 1.

Рис.1. Схема расположения сейсмических и инфразвуковых датчиков сейсмоинфразвукового комплекса «Апатиты»

Инфразвуковые колебания атмосферного давления, регистрируемые СИЗК «Апатиты», складываются из инфразвукового шума и инфразвуковых волн, обусловленных источниками природного и техногенного происхождения. Источники инфразвуковых колебаний можно разделить на две категории – длительного действия (шумовые и монохроматические) и импульсные (с относительно широким спектром).

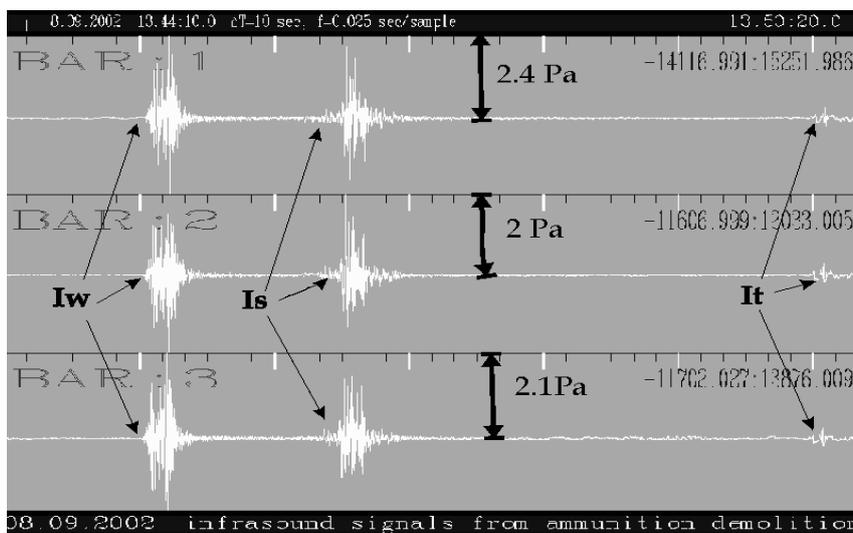
Инфразвуковой шум, воспринимаемый отдельными микробарографами, характеризуется внезапными неустойчивыми изменениями. Причем эти изменения (иногда значительной амплитуды) обычно слабо коррелированы. Соответствующее нестационарное пространственное шумовое поле, в основном, является следствием взаимодействия турбулентных потоков воздушных масс (ветра) с элементами рельефа земной поверхности, конвективных потоков, гравитационных и инфразвуковых волн от длительно действующих источников.

Флуктуации давления, генерируемые ветром, являются основной составляющей инфразвукового шума на всем частотном диапазоне инфразвукового мониторинга (0,02... 4 Гц). На уровень инфразвукового шума могут оказывать существенное влияние, помимо экстремальных погодных явлений (ураганы или торнадо-смерчи), также такие факторы, как воздушные потоки над ближайшими холмами, сдвиговые нестабильности струйных течений в атмосферном пограничном слое.

К инфразвуковым колебаниям длительного действия относятся: микробаромы, инфразвук вызванный авроральными явлениями (полярные сияния), инфразвук от пролетающих самолетов и вертолетов.

К источникам импульсного типа относятся взрывы (атмосферные, подземные и наземные химические), конусы ударных волн от пролета сверхзвуковых самолетов, стартующие и пролетающие ракеты, входящие в атмосферу метеоры.

Инфразвук от взрывов. Форма и характеристики инфразвуковых сигналов от взрывов зависят среды проведения взрыва (в атмосфере, под землей, под водой), мощности (q) взрыва, условий распространения инфразвуковых возмущений в земной атмосфере, величины эпицентрального расстояния. Амплитуды и частоты инфразвуковых сигналов могут лежать соответственно в диапазонах от сотых долей Па до единиц Па, в частотном диапазоне 2-4 Гц для взрывов в ближней зоне (менее 100 км) и 0.5-2 Гц для взрывов в дальней зоне. На расстояниях до 1000 км регистрируемые инфразвуковые сигналы представляют собой несколько волновых пакетов (2,3 – в зависимости от сезона года и направления распространения по отношению к преобладающим ветровым течениям). Эти пакеты соответствуют отражениям от разных слоев атмосферы (приземного инверсного слоя, верхних границ стратосферы и тер-



мосферы) (рис.2).

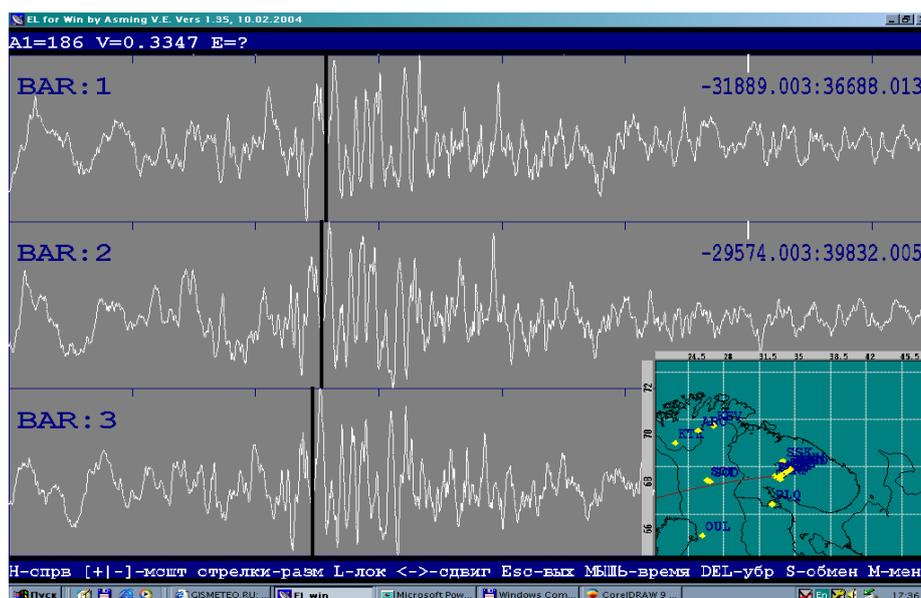
Рис.2. Многократные приходы инфразвуковых волн, зарегистрированные 3 инфразвуковыми датчиками, вызванные одним наземным взрывом 08 сентября 2002г. (Iw – тропосферный приход, Is – стратосферный приход, It – термосферный приход).

Инфразвук от сверхзвуковых самолетов. От самолета, летящего в атмосфере со сверхзвуковой скоростью, распространяются конусы ударных волн. Поэтому при пролете самолета непосредственно над районом дислокации инфразвуковой станции будет регистрироваться возмущение давления так называемая N-волна. На более значительных расстояниях (от 300 км) в зависимости от состояния атмосферного волновода по трассе самолета возможна реги-

страция групп волн, отраженных от стратосферных и термосферных границ, с частотами соответственно, в диапазонах 1-5 Гц. Амплитуда сигнала сильно зависит от расстояния до источника излучения и может достигать 3 Па.

Инфразвук от ракет и космических аппаратов. Старт ракет с космодрома Плесецк и атомных ракетноносцев, а также возвращение на Землю фрагментов 1 и 2 ступеней ракетносителей сопровождается генерацией инфразвуковых возмущений. Сигналы выделяются в виде 2-3 волновых пакетов длительностью несколько минут, имеющих звуковую групповую скорость (330-350 м/с) и широкий спектр частот (0,7-10 Гц). Волновые пакеты, по-видимому, связаны с работой двигателей первой и второй ступени ракет. Отмечено, что с увеличением тяги ракеты максимум в спектре сигнала смещается в сторону низких частот. Запуски баллистических ракет с кораблей ВМФ отличаются более высокочастотным спектром сигнала, меньшей длительностью пакета волн и отсутствием 2 и 3 пакетов. Сигналы от снижающихся фрагментов 1 и 2 ступени ракетносителей – импульсные, с характерной частотой 7-12 Гц и обычно приходят в виде серий импульсов (до 50).

Инфразвук от метеоров. Падение на Землю метеоров (болидов) из космоса – редкое событие. Вхождение метеора на огромной скорости (десятки км/с) в земную атмосферу сопровождается излучением интенсивных ударных волн, распространяющимися на значительное расстояние. Частоты сигналов зависят от размера болида, но обычно лежат в пределах 0,2...1 Гц, амплитуды 0,1...2 Па. За время наблюдений нами зарегистрировано 6 сигналов, связы-



ваемых с метеоритами. Пример регистрации приведен на рисунке 3.

Рис.3. Запись сигнала, вызванная взрывом болида 17 февраля 2004 года в районе г.Лулео (Швеция).(расстояние до станции измерения=600 км).

Инфразвук от полярных сияний. Авроральный инфразвук обычно регистрируется в вечернее и ночное время в периоды высокой геомагнитной активности. Основной механизм генерации – сверхзвуковые движения дуг полярных сияний в южном направлении.

Для аврорального инфразвука характерные частоты 0,01...0.1 Гц, амплитуды 0,2...0,5 Па, скорости подхода волны обычно выше нормальной скорости звука и составляют 400-1000 м/с. Высокие значения скоростей следа отражают тот факт, что возмущения приходят от высотного источника.

Инфразвук от океанских штормов. Морские акватории, охваченные штормом, генерируют непрерывные звуковые волны, называемые микробаромами. Микробаромы – устойчиво повторяющиеся в течение длительного промежутка времени квазисинусоидальные волны, имеющие период от 3 до 6 секунд, с амплитудой от долей до единиц паскаля. Спектральный анализ микробаром и микросейсм, генерируемых волнением в океане, показал их прямую зависимость – характерная частота микробаром примерно в 2 раза выше частоты максимума спектра океанских волн. Механизм образования микробаром сейчас хорошо изучен: они связываются с образованием стоячих волн на границе «поверхность океана - тыловая часть циклона». При проведении мониторинга событий взрывной природы микробаромы являются помехой, затрудняющей идентификацию близких по частоте и направлению прихода сигналов от дальних взрывов большой мощности или болидов. С другой стороны, устойчивость проявления микробаром в течение длительного времени и значительные расстояния до источника возбуждения, являются объективным основанием для использования микробаром в целях мониторинга динамического режима верхней стратосферы.

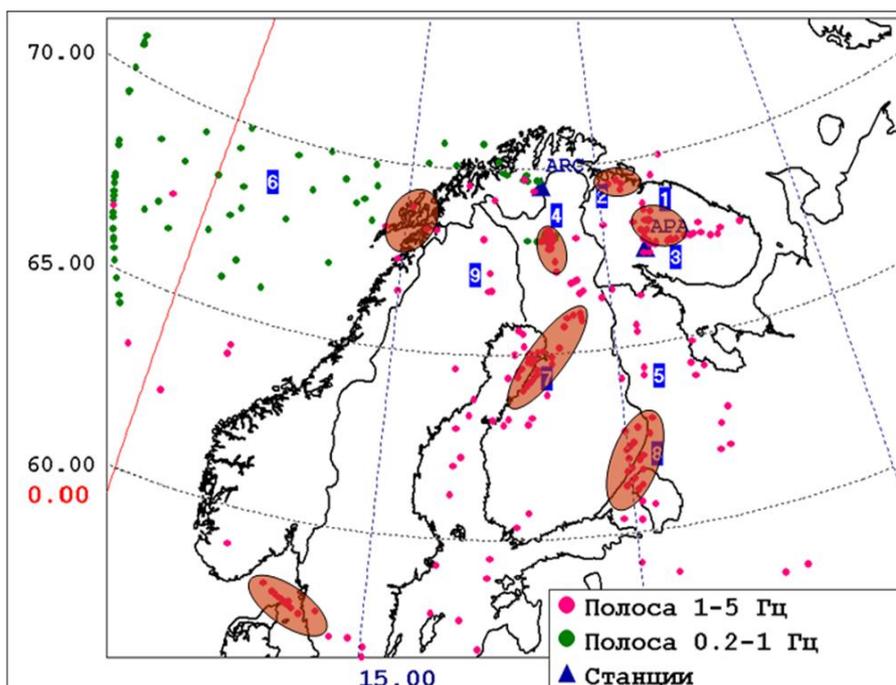
Основными источниками микробаром, регистрируемыми СИЗК «Апатиты», являются циклоны, возникающие в Атлантике и Северном Ледовитом океане. Отмечены единичные случаи прихода микробаром с восточного направления, прошедших более 6000 км от источника возбуждения в Тихом океане. Анализ регистрации микробаром показывает:

в стратосфере над Кольским регионом преобладает устойчивый западный перенос, способствующий приходу микробаром с западного направления;

- интенсивность микробаром имеет характерные сезонные особенности, согласующиеся с расчетными данными, получаемыми на основе общепринятых моделей распространения инфразвука в атмосфере;

- факт прихода микробаром с различных направлений свидетельствует о наличии открытого акустического волновода в верхней стратосфере и возможности регистрации в эти дни инфразвука от источников, находящихся на сверхдальних расстояниях (более 1000 км).

Опыт эксплуатации сейсмоинфразвукового комплекса «Апатиты» показал, что для хорошей локации источников возбуждения инфразвуковых сигналов необходимо применять как минимум 2, а лучше 3 разнесенных на 500-1000 км инфразвуковых комплексов. В 2008 году



сейсмологической службой NORSAR (Норвегия) была установлена инфразвуковая группа, аналогичная нашей, в районе сейсмической группы «ARCES» на территории северной Норвегии вблизи пос.Карашьок. Совместная обработка данных 2 станций позволила с достаточной точностью производить локацию источников инфразвуковых сигналов различной происхождения [Виноградов, Евтюгина 2004]. Как оказалось (рис.4), основные источники сигналов сконцентрированы в 7 районах и вызваны деятельностью горнорудных предприятий или военной активностью (патрулирование самолетов, уничтожение боезарядов).

Рис.4. Карта инфразвуковых событий, обнаруженных и локализованных по группам Апатиты и ARCES в 2009 году.

Литература

1. Виноградов Ю. А. Сейсмоинфразвуковой комплекс «Апатиты» - новый инструмент дистанционного геомониторинга в Евро-Арктическом регионе. // Север 2003: проблемы и решения. / Под ред. акад. В.Т. Калининкова. Апатиты: КНИЦ РАН, 2004. С.105-110.
2. Виноградов Ю. А., Евтюгина З. А. Мониторинг сейсмических и инфразвуковых полей в евроарктическом регионе с использованием сейсмоинфразвуковых комплексов «Апатиты» и «ARCES. //Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2009)», г. Мурманск - электронный текст ФГОУВП «МГТУ», НТЦ Информрегистр» 0320900170. – с. 265 - 269. (СД)

К ФОРМИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ТОКОВ В РАЗРЫВЕ ХАРАНГА

Волков М.А (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

This work is focused on the formation of the electric fields and currents in the Harang discontinuity. The charge separation in this region of the magnetosphere is the result of various protons and electrons drift in the inhomogeneous magnetic field. Within the research the magnetic field model with the tailward magnetic fields lines has been used. In the magnetosphere model the hot ions have velocity component directed away from Earth to the evening sector of the magnetosphere at the distance of ~10 Re. As the result, the negative charge, electric fields and currents have been appearing in this region with the typical distribution of these electric fields and currents for the Harang discontinuity.

В работе рассматривается влияние вытянутых в хвост магнитных силовых линий на формирование электрического поля и токов в области разрыва Харанга. В ряде работ формирование токовой системы и электрического поля конвекции в области разрыва Харанга связывают с размытой внутренней границей плазменного слоя [Волков М. 1985, Atkinson G 1986]. Уменьшение интегрального содержания заряженных частиц в магнитных силовых трубках по направлению к Земле приводит к появлению вытекающего из ионосферы тока в результате магнитосферно-ионосферной конвекции. При этом предполагается, что ток в основном переносится электронами, а его интенсивность определяется из уравнения непрерывности для холодных магнитосферных электронов, проинтегрированного вдоль замкнутой магнитной силовой линии в стационарном случае. Вытекающий из ионосферы ток в этой области приводит к повороту электрического поля конвекции к экватору на приполюсной границе разрыва и к полюсу на экваториальной границе. В результате линии конвекции (или линии равного электрического потенциала) в полуночном секторе вытягиваются на восток и принимают форму "языка".

Безусловно, магнитное поле влияет на формирование этого тока. Даже в рамках упомянутой выше модели от магнитного поля зависит интегральное содержание частиц в магнитной силовой трубке. Плотность продольного тока j дается формулой Васильюуса-Тверского:

$$j = (\vec{e}_z [\nabla V \times \nabla p]) , \quad (1)$$

где e_z -единичный вектор, направленный вдоль магнитного поля, $V = \int_{z_0}^l \frac{dl}{B}$ -объем магнитной силовой трубки с единичным магнитным потоком, интегрирование проводится от ионосферы z_0 до экваториальной плоскости в магнитосфере, p - плазменное давление.

Формула (1) показывает, что вытянутые в хвост магнитные силовые линии, приводящие к значительному увеличению объемов магнитных силовых трубок, существенно влияют на интенсивность токов, текущих в этой области. Следует также сказать, что это возможно только при наличии долготных градиентов плазменного давления, направленных с утренней на вечернюю сторону магнитосферы (с востока на запад) [Erickson G.1991]. В работе не рассматривалось самосогласованное с магнитосферно-ионосферной конвекцией распределение плазменного давления, давление задавалось модельно. На рис. 1 показаны линии равного плазменного давления в проекцию на ионосферу в полярной системе координат, центр которой совпадает с магнитным полюсом Земли. Величины давлений приведены в nPa , изолинии давлений проведены через $0.4 nPa$. Расчеты распределения электрического потенциала и

продольных токов выполнены для дипольного магнитного поля и магнитного поля с вытянутыми в хвост магнитными силовыми линиями. В последнем случае использовалась модель магнитного поля Цыганенко 96. Продольные токи рассчитывались по формуле (1), а электрический потенциал определялся из уравнения непрерывности для ионосферного тока:

$$j = -\text{div} \hat{\Sigma} \nabla \varphi, \quad (2)$$

где $\hat{\Sigma} = \Sigma_p + [\vec{e}_z \times \Sigma_h]$, Σ_p - интегральная ионосферная проводимость Педерсена и Холла, φ - электрический потенциал ионосферы. Интегральная ионосферная проводимость задавалась модельно. Численные решения системы уравнений (1-2) в случае однородной конвекции в полярной шапке представлены на рис.2 (а,б) и рис.3 (а,б). На рис.2 представлены расчеты потенциала (а) в кВ и продольных токов (б) в А/км², выполненные для магнитного поля по модели Цыганенко 96 [Tsyganenko N. 1995]. Хорошо видно, что линии равного электрического потенциала вытянуты на восток в полуночном секторе, в этом же секторе текут интенсивные продольные токи, направленные из ионосферы. На рис.3 представлены те же расчеты в случае дипольного магнитного поля. Типичного для разрыва Харанга распределения электрического потенциала и токов в этом случае нет. Знаком "+" на рис.2(б), 3(б) показан вытекающий из ионосферы ток, знаком "-" – втекающий.

Таким образом, в работе показано, что вытянутые в хвост магнитные силовые линии играют заметную роль в формировании токов и электрических полей в области разрыва Харанга.

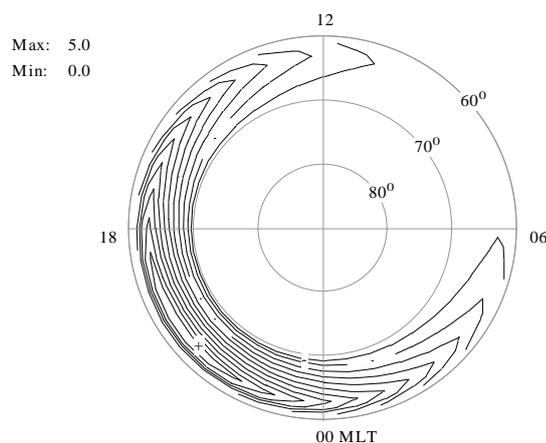


Рис.1

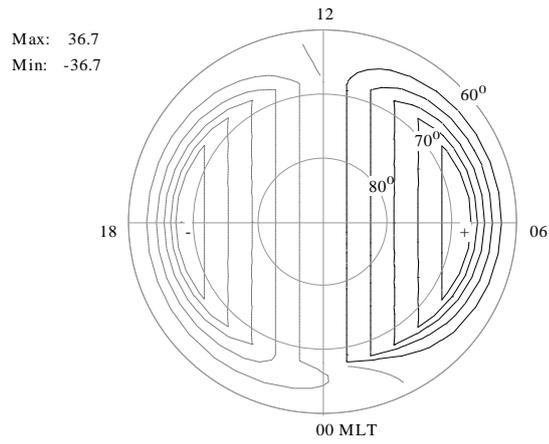


Рис.2

(a)

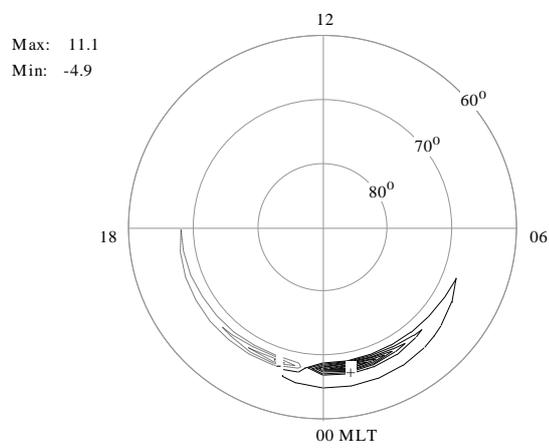


Рис.2

(б)

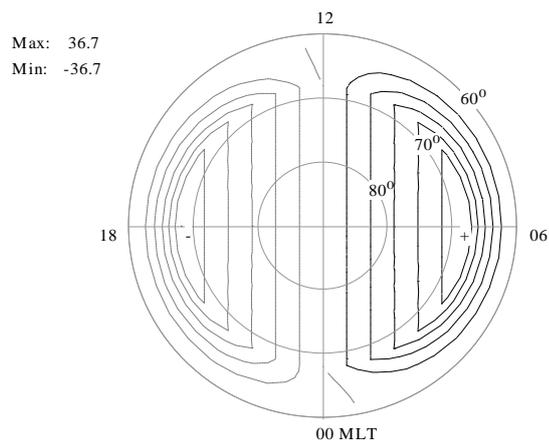


Рис.3

(a)

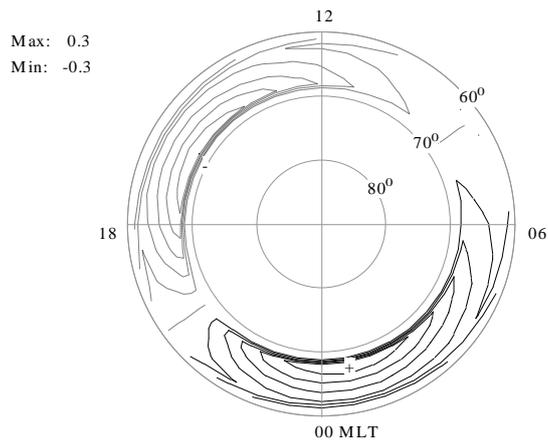


Рис.3

(б)

Литература

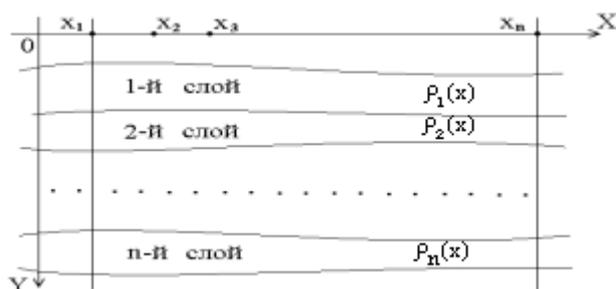
1. Волков М.А., Ляцкий В.Б., Мальцев Ю.П. О структуре полей и продольных токов в разрывеХаранга // Геомагнетизм и аэрономия , 1985, т.25, с.445.
2. Atkinson G. A Theoretical Model of Convection with Distributed Birkeland Currents // J. Geophys. Res.V. 91, NO. A5, PP. 5831-5838, 1986.
3. Erickson, G. M., R. W. Spiro, and R. A. Wolf (1991), The Physics of the Harang Discontinuity, J. Geophys. Res., 96(A2), 1633–1645, doi:10.1029/90JA02344.
4. Tsyganenko N. A., Modeling the Earth's Magnetospheric Magnetic Field Confined Within a Realistic Magnetopause, J.Geophys.Res., 100, 5599-5612, 1995.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И СКОРОСТИ В СЛОИСТОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Рожков А. С. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра: ВМ и ПО ЭВМ)

For the first time definition of speed and density if their product, in the layered environment with curvilinear borders of section of layers is known is considered.

В работе [10] дано решение обратной динамической задачи при следующих условиях. По горизонтали, отложена ось OX с началом в некоторой точке O . Положительным направлением, считается направление слева направо. По вертикали через точку O проходит ось OZ , направленная вниз. Имеется n слоев, для каждого из которых в некотором отрезке $[x_0, X]$ значений x известны скорости $V_i(x)$ и времена пробега сейсмических волн $t_i(x)$, как функции от x , то есть $x \in [x_0, X]$, i номер слоя, $i = 1, \dots, n$. Число границ, которые разделяют отдельные слои, равно $n+1$. Известна аномалия силы тяжести в каждом слое как функция от x . Мощность i -го слоя обозначена через $H_i(x)$. Тогда $H_i(x) = V_i(x)t_i(x)$. Очевидно, что число границ, которые разделяют отдельные слои равно $n+1$. Пусть $z_i(x)$ - глубина верхней границы i -го слоя. Предположим, что положение верхней границы первого слоя известно. Тогда, зная $H_i(x)$, можно рассчитать положение остальных границ. Поэтому в работе [10] считается, что мы знаем положение всех границ $z_i(x)$, $i=1, \dots, n, n+1$. Отрезок $[x_0, X]$ на оси OX разбивается на $n-1$ частей точками x_1, x_2, \dots, x_n , и в каждой точке находится пикет. Расстояние между пикетами одинаковое (рисунок).



Схематическое изображение рассматриваемой среды

$$(x_1 = x_0) < x_2 < \dots < x_{n-1} < (x_n = X). \quad (1)$$

Между скоростью V и плотностью ρ существует связь вида

$$V = m \rho^l \quad (2)$$

где m и l константы подлежащие определению.

В каждом i -м пласте плотности известны в точках с горизонтальной координатой x_{i1} . Из (2) следует, что для каждого i -го пласта $V_i(x) = m_i \rho_i(x)^{l_i}$, где $V_i(x)$ и $\rho_i(x)$ скорость и плотность в точке x для i -го пласта, m_i и l_i константы, вообще говоря, различные для различных пластов. Введены обозначения $V_i(x) = V_i$, $V_i(x_{i1}) = V_{i1}$, $\rho_i(x) = \rho_i$, $\rho_i(x_{i1}) = \rho_{i1}$. В силу вышесказанного в точке x_{i1} плотность ρ_{i1} известна.

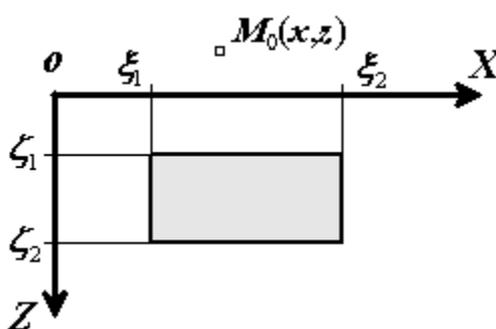
В данной работе приводится численное решение задачи определения плотности и скорости в каждом из слоев как функций от горизонтальной координаты. При этом вместо скорости $V_i(x)$ как функции от x , в каждом i -м слое известна жесткость $C_i(x)$, то есть произведение ско-

рости на плотность, как функция от горизонтальной координаты. Остальные исходные данные остаются такими же, как и в упомянутой выше работе. Введём обозначения $C_i(x)=C_i$, $C_i(x_{i1})=C_{i1}$, $C_i(x_{i2})=C_{i2}$.

Для всякой точки x по условию в каждом из слоев плотность $\rho_i(x)$ и скорость $V_i(x)$ будут одинаковыми для всех значений z таких, что $H_i(x) \leq z \leq H_{i+1}(x)$. Для того чтобы учесть трехмерность среды при данных условиях, отложим ось OY перпендикулярно к оси OX , с началом в точке пересечения этих осей. Предположим, что вблизи профиля для любого фиксированного x выполняется условие: для всякого y глубина границ между слоями равна их глубине при $y=0$, а плотность и скорость равны плотности и скорости при $y=0$.

В гравиметрической разведке гравитационные поля соответствующие цилиндрическим аномальным телам называют двухмерными. Формулы для вычисления составляющих притяжения Земли по осям OX , OY , OZ , для горизонтального цилиндра с прямоугольным поперечным сечением даны в [4].

Рассмотрим, каким образом получается выражение для прямоугольной призмы.



Для этого необходимо вычислить следующий интеграл [3] формула (2.14):

$$M_0(x, z) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} \rho(x, z) dx dz$$

В наших обозначениях эта формула запишется в виде:

$$M_0(x, z) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} \rho(x, z) dx dz$$

Будем предполагать, что плотность постоянна, и возьмем интеграл по переменной z :

$$M_0(x, z) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \rho(x) \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} dz dx$$

$$M_0(x, z) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \rho(x) (z_2 - z_1) dx$$

Если плотность и глубины z_1 и z_2 зависят от координаты x , то формула приобретает вид:

$$M_0(x, z) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \rho(x) (z_2(x) - z_1(x)) dx$$

(3)

x - это координата по x , z - координата по z , (x, z) - координаты пикета, в котором измеряется аномалия силы тяжести.

Эта формула дает гравитационный эффект от пласта ограниченного верхней границей $z_1(x)$ и нижней $z_2(x)$. Таким образом, остается суммировать гравитационный эффект от каждого пласта для каждого пикета. Для удобства обозначим $z_1(x)=z_1(\square), z_2(x)=z_2(\square)$.

Так как $C_i=V_i\rho_i$, то из (2) следует, что $C_i=m\rho_i^{li+1}$, а для точки x_{i1} $C_{i1}=m\rho_{i1}^{li+1}$. Разделив первое из этих равенств на второе, получим: $(C_i/C_{i1})=(\rho_i/\rho_{i1})^{li+1}$. Поэтому $\rho_i/\rho_{i1}=(C_i/C_{i1})^{1/(li+1)}$ или $\rho_i=$

$$V_i = \frac{C_i}{r_i} = \frac{C_i}{r_{i1} \frac{r_{i1}}{r_i}} = \frac{C_i}{r_{i1} \frac{C_{i1}^{1/(li+1)}}{C_i^{1/(li+1)}}} =$$

$\rho_{i1}(C_i/C_{i1})^{1/(li+1)}$. Далее

$$= \frac{C_i^{1/(li+1)} C_{i1}^{1/(li+1)}}{r_{i1} C_{i1}^{1/(li+1)}} = \frac{C_i^{1/(li+1)}}{r_{i1}} = V_{i1} \frac{C_i^{1/(li+1)}}{C_{i1}^{1/(li+1)}}$$

Сделаем замену

$$1/(li+1)=k_i \quad (4)$$

Тогда $li/(li+1) = (li+1-1)/(li+1) = 1-1/(li+1) = 1-k_i$.

Тогда

$$V_i = V_{i1} \frac{C_i^{1+k_i}}{C_{i1}^{1+k_i}} \quad (5)$$

$$W_i = \int_{z_{i1}}^{z_{i2}} \frac{C_i^{1+k_i}}{r_{i1}^{1+k_i}} dz \quad (6)$$

Заменив в (6) переменную x на переменную z и подставив (6) в (3) получим для i -го слоя.

$$W_{zi}(x, z) = \int_{z_{i1}}^{z_{i2}} \frac{C_i^{1+k_i}}{r_{i1}^{1+k_i}} dz \quad (7)$$

Здесь $W_{zi}(x, z)$ - гравитационный эффект в точке с координатами (x, z) от i -го слоя, а z_{i1} и z_{i2} - нижняя и верхняя границы в i -м слое.

Напомним, что работе [10] в каждом i -м слое были известными скорости $V_i(x)$ и времена пробега сейсмических волн $t_i(x)$, как функции от x . Поэтому мы могли найти мощность $H_i(x)$ каждого i -го слоя $H_i(x)=V_i(x)t_i(x)$, а затем, зная положение верхней границы первого слоя z_{11} , найти положение остальных границ, то есть функции z_{i1} и z_{i2} .

Но в нашем случае в формуле (7) нижняя и верхняя границы в i -м слое Z_{i1} и Z_{i2} не известны. Выразим их через скорости и времена пробега в слоях:

$$H_1(x) = V_1(x)t_1(x)$$

$$H_2(x) = V_2(x)t_2(x)$$

.....

$$H_n(x) = V_n(x)t_n(x)$$

Пусть все пикеты находятся на одной и той же глубине с координатой $z=0$. Тогда

$$z_{11} = 0.$$

$$z_{12} = V_1(x)t_1(x) = z_{21}$$

$$z_{22} = V_1(x)t_1(x) + V_2(x)t_2(x) = z_{31}$$

$$z_{32} = V_1(x)t_1(x) + V_2(x)t_2(x) + V_3(x)t_3(x) = z_{41}$$

$$z_{42} = \sum_{m=1}^4 V_m(x)t_m(x) = z_{51}$$

.....

(8)

$$z_{n-1,2} = \sum_{m=1}^{n-1} V_m(x)t_m(x) = z_{n1}$$

$$z_{n2} = \sum_{m=1}^n V_m(x)t_m(x).$$

Теперь глубины границ выражены через известные времена пробега и неизвестные скорости в слоях. Но из формулы (5) следует, что скорости в слоях являются функциями от неизвестных величин k_i , то есть могут быть выражены через эти величины по формуле (5). Поэтому нижняя и верхняя границы каждого i -го слоя, то есть функции Z_{i1} и Z_{i2} также являются функциями от неизвестных величин k_i . Это значит, что если неизвестные величины k_i известны точно или приближенно, то и функции Z_{i1} и Z_{i2} , вычисляемые по формулам (8) известны точно или известны с некоторым приближением, которое тем точнее, чем точнее взяты неизвестные величины k_i .

Суммируя гравитационный эффект в точке с координатами (x, z) от всех слоев и считая, что все пикеты находятся на одной и той же глубине с координатой $z=0$, получим для j -го пикета в точке $(x, 0)$ по формуле (7)



где G_j сила тяжести в j -м пикете, x_j -горизонтальная координата, а $z=0$ вертикальная координата j -го пикета.

Пусть \square - нормальное значение силы тяжести, $\square g(x)$ - аномалия силы тяжести.

Тогда для j -го пикета получим

$$G_j = \Delta g(x)$$

Поэтому



Переносим $\square g(x_j)$ в левую часть и записывая последнее уравнение для каждого j -го пикета в отдельности, получим нелинейную систему из n уравнений:



..... (9)



с n неизвестными k_1, k_2, \dots, k_n .

Возможны различные методы решения этой системы уравнений [2,5,6,7,8,9].

Можно применить здесь один из самых известных – метод Ньютона, [7], VII, §2. Он подробно описан в работе [10]. Возможность при этом подходе единственным образом определить плотности согласуется с результатами работы А. С. Алексеева изложенными в [1].

Литература

1. Алексеев А. С. О постановке совмещенных обратных задач геофизики //Условно-корректные обратные задачи математической физики и анализа. – Новосибирск: Наука, 1992. С. 3-12.
2. Бахвалов Н. С. Численные методы. //М.: Изд-во «Наука». 1975.
3. Блох Ю. И. Решение прямых задач гравиразведки и магниторазведки: Учебное пособие. – //М: МГГА. 1993.
4. Веселов К. Е., Сагитов М. У. Гравиметрическая разведка. – //М., 1968.
5. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: Учебник для вузов. – //М.: «Высшая школа». 2002.
6. Денис Дж., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. – //М.: Изд. «Мир». 1988.
7. Канторович Л. В., Акилов Г. П. Функциональный анализ. – //М.: «Наука». 1977.
8. Каханер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение. – //М.: «Мир». 1998.
9. Пугачев В. С. Лекции по функциональному анализу. – //М.: Изд. МАИ. 1996.
10. Рожков А. С. (Мурм. гос. техн. ун-т. – Мурманск)
11. ВИНТИ РАН, № 585- В2010, 6 с., 2010

АНАЛИЗ КАРТ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЕРЕД СЕЙСМИЧЕСКИМИ СОБЫТИЯМИ 2005-2010 ГОДОВ: ПОИСК ИОНОСФЕРНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Романовская Ю. В., Намгаладзе А.А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, yromanovskaya@yandex.ru),

Лопатий В. З., Старикова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, Факультет физико-математического образования, информатики и программирования)

Abstract. The work is devoted to analyzing of the regional relative TEC disturbances maps (%) in order to find seismo-ionospheric precursors of earthquakes. Examples of the regional relative TEC disturbances maps (%) for earthquakes happened in different latitudinal zones are shown.

В работе проводится анализ региональных карт относительных возмущений полного электронного содержания с целью поиска сейсмо-ионосферных предвестников землетрясений.

Ниже приведены карты относительных возмущений полного электронного содержания за несколько (от 1 до 4) дней до землетрясений 2010 года в районах Папуа - Новой Гвинеи (01.02.2010, магнитуда 6.2 и 04.08.10, магнитуда 7.0) – Рис.1 и Рис.5, Японии (14.03.2010, магнитуда 6.5) – Рис.2, острова Суматры (09.05.2010, магнитуда 7.2) – Рис.3, в Чили (14.07.2010, магнитуда 6.5) – Рис.4, в районе Новой Зеландии (03.09.10, магнитуда 7.0) – Рис.6, Индонезии (25.10.2010, магнитуда 7.7) – Рис.7. На рисунках эпицентр землетрясения отмечен звездочкой, магнитно-сопряженная точка - ромбом. Сплошной черной линией отмечен терминатор.

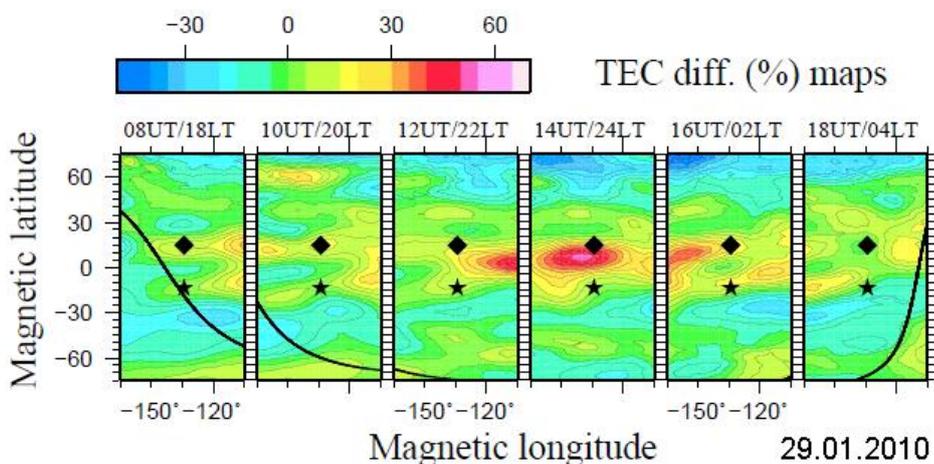


Рис.1. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 3 дня до землетрясения в районе острова Бугенвиль, Папуа - Новая Гвинея.

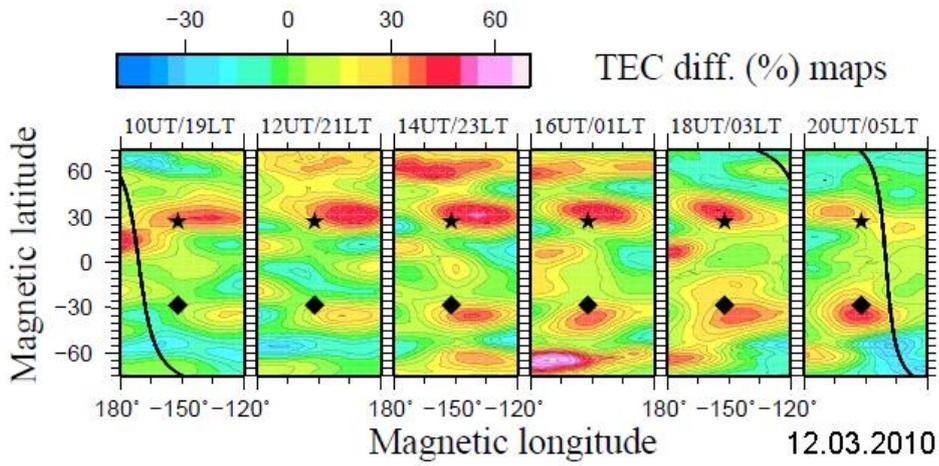


Рис.2. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 2 дня до землетрясения в районе острова Хонсю, Япония.

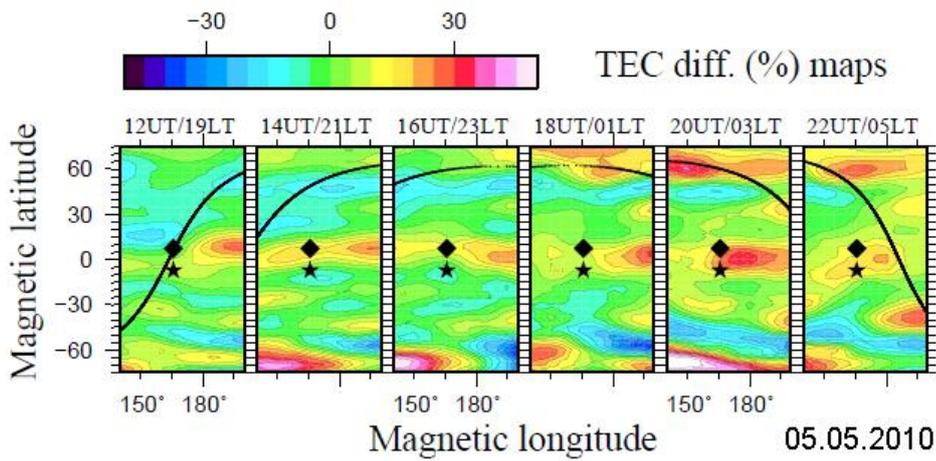


Рис.3. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 4 дня до землетрясения в районе острова Суматра, Индонезия.

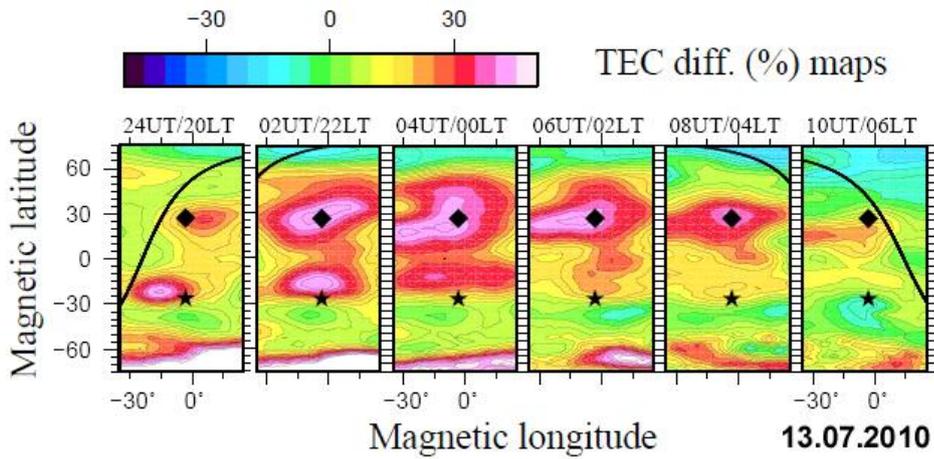


Рис.4. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 1 день до землетрясения в Чили.

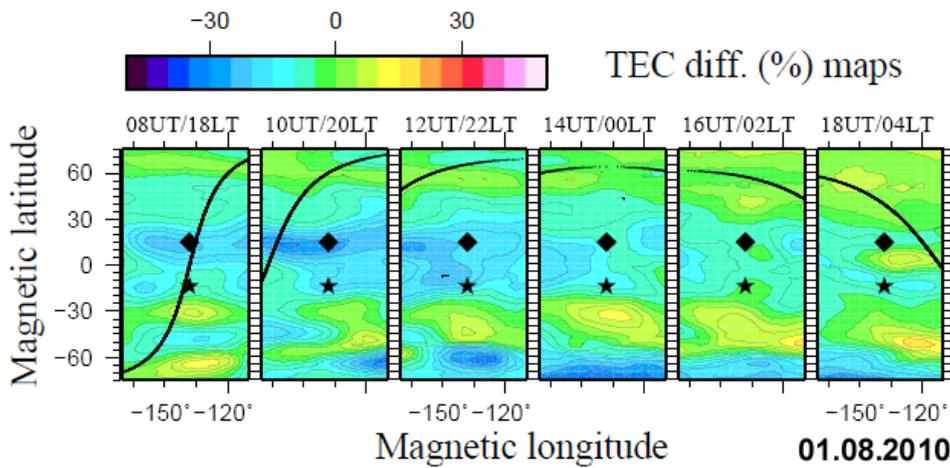


Рис.5. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 3 дня до землетрясения в Папуа – Новой Гвинее.

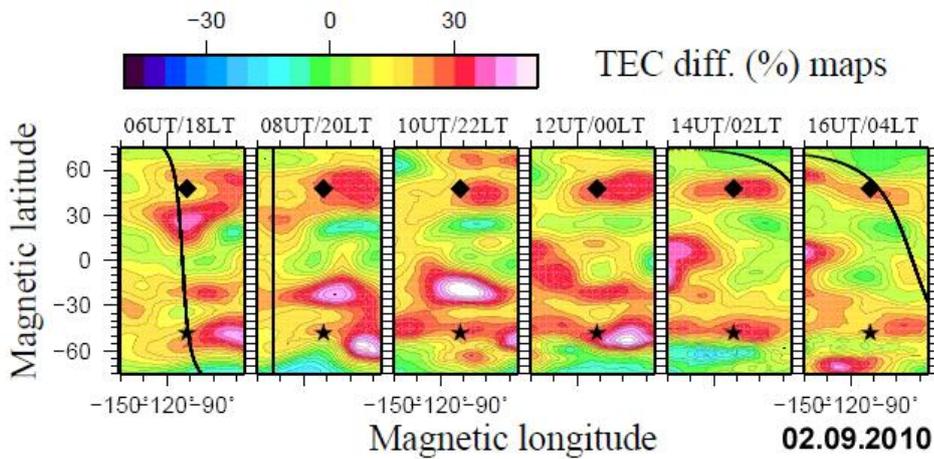


Рис.6. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 2 дня до землетрясения в районе острова Южный, Новая Зеландия.

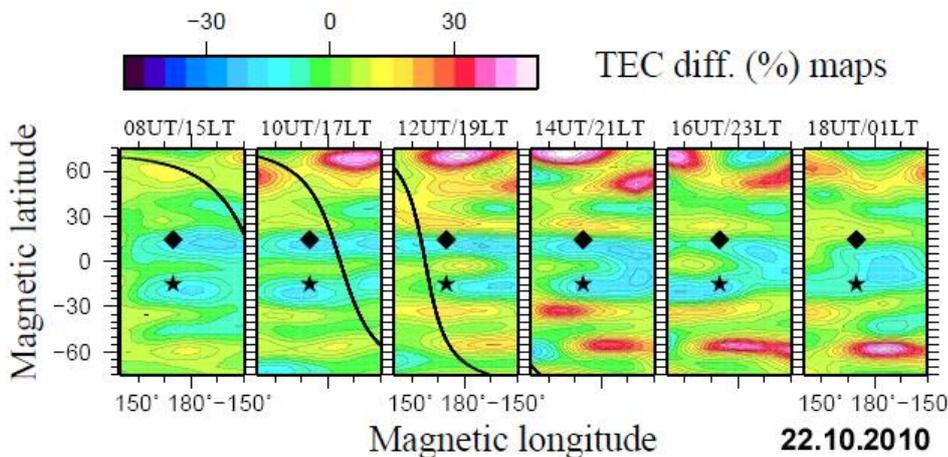


Рис.7. Региональная карта относительных возмущений полного электронного содержания в геомагнитных координатах за 3 дня до землетрясения в Индонезии.

Примерно в 40% карт присутствуют возмущения полного электронного содержания в эпицентре будущего землетрясения и магнитно-сопряженной точке в ночные часы за несколько дней до сейсмического события. Чаще наблюдаются положительные возмущения, чем отрицательные. Предвестники могут наблюдаться в разных широтных зонах, что показывают вышеприведенные рисунки.

В будущем планируется провести анализ региональных особенностей карт относительных возмущений полного электронного содержания, а также зависимостей возмущений от геомагнитной активности и сезонов.

Авторы выражают благодарность Б.Е. Прохорову (Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences; University Potsdam, Applied Mathematics) за помощь в обработке данных GIM TEC.

СРЕДНЕШИРОТНАЯ ЛЕТНЯЯ НОЧНАЯ АНОМАЛИЯ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ: ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ UAM И ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ IRI

Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

Abstract. We investigate physical mechanism of the Midlatitude Summer Nighttime Anomaly (MSNA) and its particular case Weddell Sea Anomaly (WSA) using the global 3D numerical Upper Atmosphere Model and the empirical IRI-2007 model.

В последние несколько лет значительно возрос интерес геофизического сообщества к так называемым «среднеширотным летним ночным аномалиям» F-области ионосферы, частным случаем которых является известная ещё с середины прошлого века аномалия моря Уэдделла.

В конце 50-х годов прошлого века при анализе многочисленных данных антарктических станций вертикального зондирования ионосферы Фарадей (65.2°S, 64.6°W) и Холлей-Бэй (75.5S, 26.6W) были обнаружены аномальные инвертированные суточные вариации критической частоты F2-слоя [Dungey, 1961; Bellchambers and Piggott, 1958]. На ионограммах максимум суточного хода электронной концентрации обнаруживался в ночные часы, а минимум – в дневные. По географическому расположению станций аномалия была названа WSA (Weddell Sea Anomaly) – аномалия моря Уэдделла.

В дальнейшем, при появлении спутниковых наблюдений интерес к аномалии моря Уэдделла возрос, однако было обнаружено, что название аномалии не совсем отвечает области её появления. В результате анализа данных по полному электронному содержанию, полученных с помощью спутника TOPEX/Poseidon Altimeter, были скорректированы координаты области ее наиболее яркого проявления: 255-315°E долготы и 60-70°S широты [Horvath and Essex, 2003]. Было подтверждено, что аномалия моря Уэдделла формируется во время летнего солнцестояния при спокойных геомагнитных условиях и низкой солнечной активности. Ни разу такая аномалия не наблюдалась в зимних условиях.

Данные спутниковой томографии показали наличие аналогичного WSA феномена в Северном полушарии на долготе около 135°E. Это подтверждают и наблюдения спутника CHAMP [Liu et al., 2007]. Было обнаружено, что в Северном полушарии в летних условиях в долготном секторе 120-140°E на географических широтах 40-60°N также присутствует область с ночными значениями электронной концентрации, превышающими дневные [Lin et al., 2009]. Этот феномен вместе с WSA получили общее название MSNA (Midlatitude summer nighttime anomaly) – среднеширотные летние ночные аномалии [Thampi, 2009].

В многочисленных работах обсуждался возможный физический механизм формирования MSNA. Одной из причин называлось совместное действие продолжительной солнечной ионизации в летние дневные часы и направленных к экватору нейтральных ветров [Horvath and Essex, 2003]. Также возможной причиной назывались потоки плазмы из плазмосферы [Burns et al., 2008]. Оценивалось также, насколько сильно на аномалию моря Уэдделла влияют Южно-Атлантическая магнитная аномалия [Horvath and Lovell, 2009] и экваториальная аномалия [Burns et al., 2008]. Подробный анализ морфологии MSNA был проведен на основании данных спутника Интеркосмос-19, при этом наиболее вероятным механизмом формирования аномалий было названо ветровое увлечение плазмы термосферным ветром [Karpachev et al., 2010].

Таким образом, подавляющее большинство работ, исследующих морфологию и причины возникновения среднеширотных летних ночных аномалий, базируется на анализе данных ионозондов и спутниковых наблюдений без привлечения теоретических моделей. Были предприняты попытки воспроизвести аномалию моря Уэдделла с помощью объединенной магнитосферно-ионосферно-термосферной модели СМТ (Coupled Magnetosphere Ionosphere Thermosphere Model), однако они не увенчались успехом [Burns et al., 2008].

В 2011 году вышла работа [Chen et al., 2011], в которой аномалия моря Уэдделла моделируется с помощью двухмерной теоретической модели SAMI2 [Huba et al., 2000].

В настоящей работе среднеширотная летняя ночная аномалия исследуется с помощью глобальной численной модели UAM [Namgaladze et al., 1998] и эмпирической модели ионосферы IRI-2007 [Bilitza, Reinisch, 2008]. Расчеты велись с использованием двух конфигураций модели UAM:

- 1) с использованием эмпирической модели NRLMSISE-00 [Picone et al., 2002] для расчета состава и температуры нейтрального газа и эмпирической модели HWM-93 [Hedin et al., 1996] для расчета скоростей горизонтального нейтрального ветра;
- 2) с нейтральными составом и температурой по NRLMSISE-00, но теоретически рассчитываемой скоростью термосферного ветра.

На Рис.1 показана глобальное распределение (в геомагнитных координатах) электронной концентрации в максимуме F2-слоя ($NmF2$), рассчитанное по модели IRI-2007 для декабрьского солнцестояния 2007 года. Аномалия моря Уэдделла отчетливо видна в диапазоне геомагнитных долгот 215° - 360° и на геомагнитных широтах от -30° до -60° . Рис.2 показывает глобальное распределение (в географических координатах) критической частоты F2-слоя ($foF2$), рассчитанное для 02 UT 21 декабря 2007 года по модели UAM с составом и температурой нейтрального газа по модели NRLMSISE-00 и теоретически рассчитываемой горизонтальной скоростью нейтрального ветра. Видно, что аномалия моря Уэдделла покрывает тот же диапазон долгот и широт в обоих вариантах расчета.

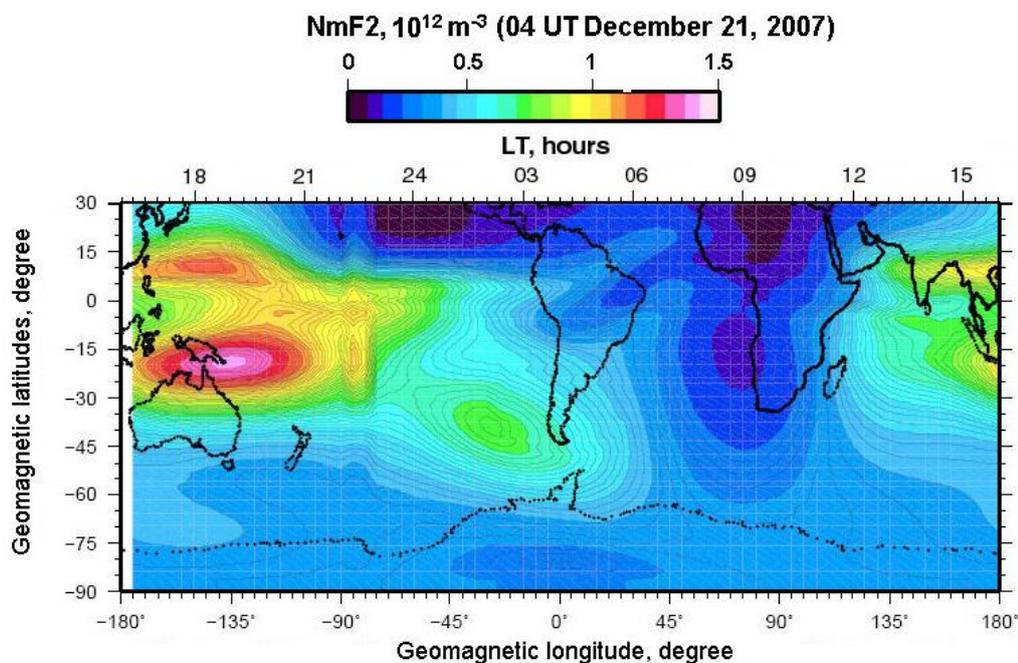


Рис.1. Глобальное распределение $NmF2$ (10^{12} м^{-3}) (в геомагнитных координатах), рассчитанное по модели IRI-2007 для 04 UT 21 декабря 2007 года.

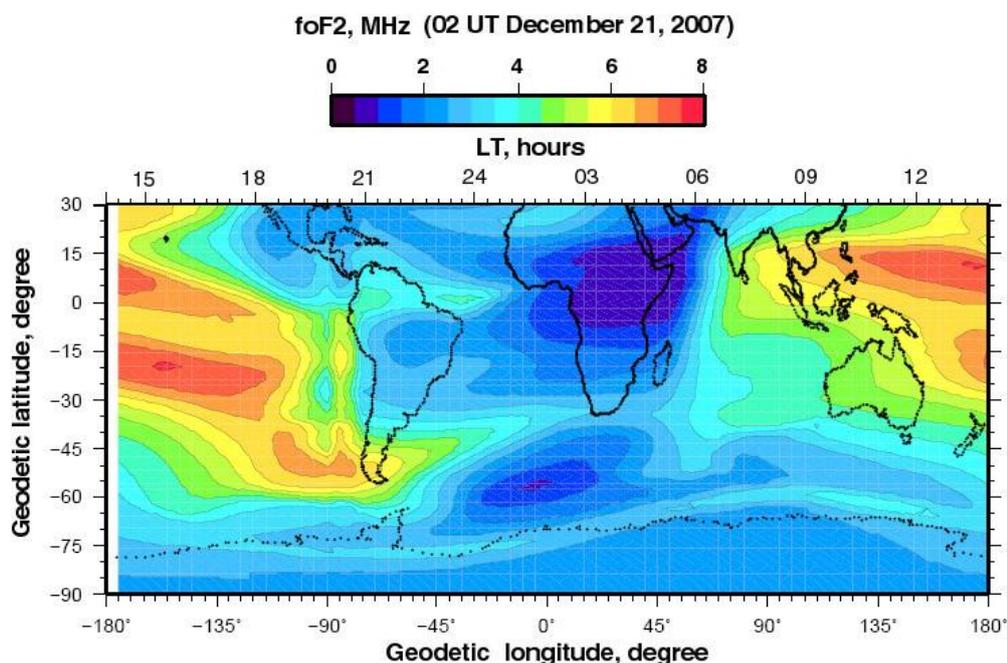


Рис.2. Глобальное распределение foF2 (МГц) (в географических координатах), рассчитанное по модели UAM для 02 UT 21 декабря 2007 года.

Литература

1. Bellchambers, W.H., Piggott, W.R., 1958. Ionospheric measurements made at Halley Bay. *Nature*, 182, 1596-1597, doi: 10.1038/1821596a0.
2. Bilitza, D., Reinisch, B.W., 2008. International Reference Ionosphere 2007: Improvements and new parameters. *Advances in Space Research*, 42, 599–609.
3. Burns, A.G., Zeng, Z., Wang, W., Lei, J., Solomon, S.C., Richmond, A.D., Killeen, T.L., Kuo, Y.-H., 2008. Behavior of the F2 peak ionosphere over the South Pacific at dusk during quiet summer conditions from COSMIC data. *Journal of Geophysical Research*, 113, A12305, doi:10.1029/2008JA013308.
4. Chen, C. H., J. D. Huba, A. Saito, C. H. Lin, and J. Y. Liu (2011), Theoretical study of the ionospheric Weddell Sea Anomaly using SAMI2, *J. Geophys. Res.*, 116, A04305, doi:10.1029/2010JA015573.
5. Dungey, J.W., 1961. Interplanetary magnetic field and the auroral zones. *Physical Review Letters*, v.6, 47-48.
6. Hedin A.E., Fleming E.L., Manson A.H., Scmidlin F.J., Avery S.K., Clark R.R., Franke S.J., Fraser G.J., Tsunda T., Vial F., Vincent R.A. Emperical Wind Model for the Upper, Middle, and Lower Atmosphere // *J. Atmos. Terr. Phys.*, v.58, p.1421-1447, 1996.
7. Horvath I., Essex E.A. The Weddell Sea Anomaly observed with the TOPEX satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v.65, p.693-706, 2003.
8. Horvath, I., Lovell, B.C., 2009c. Investigating the relationships among the South Atlantic Magnetic Anomaly, southern nighttime midlatitude trough, and nighttime Weddell Sea Anomaly during southern summer. *Journal of Geophysical Research*, 114, A02306, doi:10.1029/2008JA013719.

9. Huba, J. D., G. Joyce, and J.A. Fedder (2000a), Sami2 is AnotherModel of the Ionosphere (SAMI2), A new low-latitude ionosphere model, *J. Geophys.Res.*, 105, 23,035–23,053, doi:10.1029/2000JA000035..
10. Karpachev, A.T., Gasilov, N.A., Karpachev, O.A., 2010. Reasons of the diurnal NmF2 variations at the middle- and subauroral latitudes under summer night-time conditions. *Geomagnetism and Aeronomy*, 50(4), 1–7. (in Russian)
11. Lin, C.H., Liu, J.Y., Cheng, C.Z., Chen, C.H., Liu, C.H., Wang, W., Burns, A.G., Lei, J., 2009. Three-dimensional ionospheric electron density structure of the Weddell Sea Anomaly. *Journal of Geophysical Research*, 114, A02312, doi: 10.1029/2008JA013455.
12. Liu, H., C. Stolle, S. Watanabe, T. Abe, M. Rother, and D. L. Cooke, 2007. Evaluation of the IRI model using CHAMP observations in polar and equatorial regions, *Adv. Space Res.*, 39, 904–909, doi:10.1016/j.asr.2006.08.006.
13. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere // *Proceedings of the MSTU*, v.1, No.2, p.23-84, 1998.
14. Picone, J.M., Hedin, A.E., Drob, D.P., Aikin, A.C., 2002. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *Journal of Geophysical Research*, 107(A12), 1468. doi:10.1029/2002JA009430.
15. Thampi, S.V., Lin, C., Liu, H., Yamamoto, M., 2009. First tomographic observations of the Midlatitude Summer Nighttime Anomaly over Japan. *Journal of Geophysical Research*, 114, A10318, doi:10.1029/2009JA014439.

О ВОЗМОЖНОЙ ПРИРОДЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗОНЫ ПРОЛИВА СТУР-ФИОРД

Фёдоров А. В.¹, Асминг В. Э.¹, Евтюгина З. А.^{1,2} (1Кольский филиал геофизической службы РАН г. Апатиты, 2МГТУ, Апатитский филиал, кафедра геоэкологии)

The biggest known intraplate earthquake in European Arctic which occurred in Storfjorden 21.02.2008 has initiated the four years long seismic process. Time distributions of number of events have some periodicity. Long period small magnitude earthquakes with similar spectrums of P and S waves were observed. The hypothesis that these events are generated in fluid or quasi-fluid volumes was proposed. We supposed that Storfjorden seismic process is superposition of aftershock sequence and seismic swarms.

Сейсмические процессы – последовательности землетрясений, приуроченные к некоторой пространственной области – в основном представляют собой афтершоковые серии или рои землетрясений.

Последовательности афтершоков могут длиться от нескольких часов до нескольких лет, в зависимости, главным образом, от локальных тектонических условий, и от магнитуды материнского события. Возникновение афтершоков - более слабых землетрясений, следующих за главным толчком, обуславливается перераспределением механических напряжений в области окружающей зону очага.

Рои землетрясений представляют собой временную активизацию сейсмической активности без одного выраженного инициирующего (материнского) события. Зачастую механизмы генерации таких последовательностей связываются с магматической активностью в районах сочленения тектонических плит и в районах вулканической активности.

В данной работе рассматривается сейсмический процесс пролива Стур-Фиорд архипелага Шпицберген, на момент написания статьи длящийся более четырех лет. Начало данному процессу положило землетрясение 21 февраля 2008 года, произошедшее у юго-восточного побережья о. Западный Шпицберген. Данное землетрясение имело моментную магнитуду $M_w=6.1$ и явилось сильнейшим зарегистрированным внутриплитовым землетрясением Арктики за период инструментальных наблюдений.

Описанное землетрясение инициировало сильнейшую последовательность афтершоков. В первые сутки автоматическим детектором обнаружено порядка тысячи повторных толчков. К моменту написания данной статьи общее количество обнаруженных землетрясений превысило 86 000. Магнитудная представительность полученной выборки начинается с -0.2 единиц.

Распределение числа землетрясений по времени, за период с 1.01.2008 по 31.12.2011 представлено на рисунке 1.

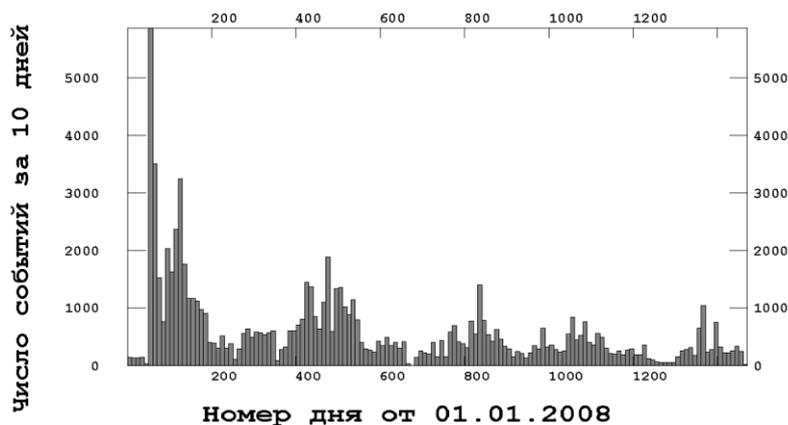


Рис. 1. Распределение числа землетрясений по времени за период с 1.01.2008 по 31.12.2011.

Невооруженным взглядом заметна периодичность активизации сейсмического процесса. Первый всплеск, объясняемый активной фазой афтершокового процесса, к 200 дню стал затухать. Однако уже после 400-го дня наблюдается повторная активизация сейсмичности, которая плавно нарастает до 480, после чего также постепенно снижается. Повторные активизации возникают также в районе 800-го дня, после 1000-го и после 1300-го дней.

Подобное распределение числа землетрясений во времени не описывается ни законом Омори [9], ни, в полной мере, ETAS моделью [6,8]. При детальном анализе распределения числа землетрясений после сильнейших афтершоков замечено, что они практически никогда не порождают собственные подпоследовательности. Отмечено всего два случая, когда афтершоки с магнитудой больше 3.5 инициировали собственные подпоследовательности, длящиеся более одного дня.

Вероятной причиной тому служит тот факт, что упомянутые модели выведены для процессов, в которых последующие сейсмические события генерируются за счёт перераспределения механического напряжения, вызванного предыдущим землетрясением, и не учитывают возможный приток энергии извне.

Исследование спектрального состава сильных землетрясений зоны пролива Стур-Фиорд показало, что их можно разделить на две группы: события с максимумом энергии в области низких частот (3-5 Гц) и события с максимумом в области высоких частот (18-22 Гц). Также в исследуемой последовательности был выявлен ещё один класс землетрясений - низкочастотные землетрясения (рис. 2). Их отличительными особенностями является то, что практически вся энергия колебаний таких событий лежит в узкой области 2.5-5 Гц, причем спектры продольных и поперечных волн практически одинаковы. Магнитуды таких событий очень малы и не превышают 0.5. Подобные землетрясения регистрируются под группой Ключевских вулканов и описаны в ряде работ [2,3]. Механизмы их генерации связываются авторами [3] с пульсациями давления во внутрикоровых магматических резервуарах, возникающих вследствие быстропротекающих фазовых переходов магмы. В работе [5] отмечается, что практически идентичные спектры Р и S волн у таких землетрясений могут также свидетельствовать об обменной природе S фазы, ее генерации при наклонном падении Р-волны на резкую границу раздела магматический расплав - горная порода.

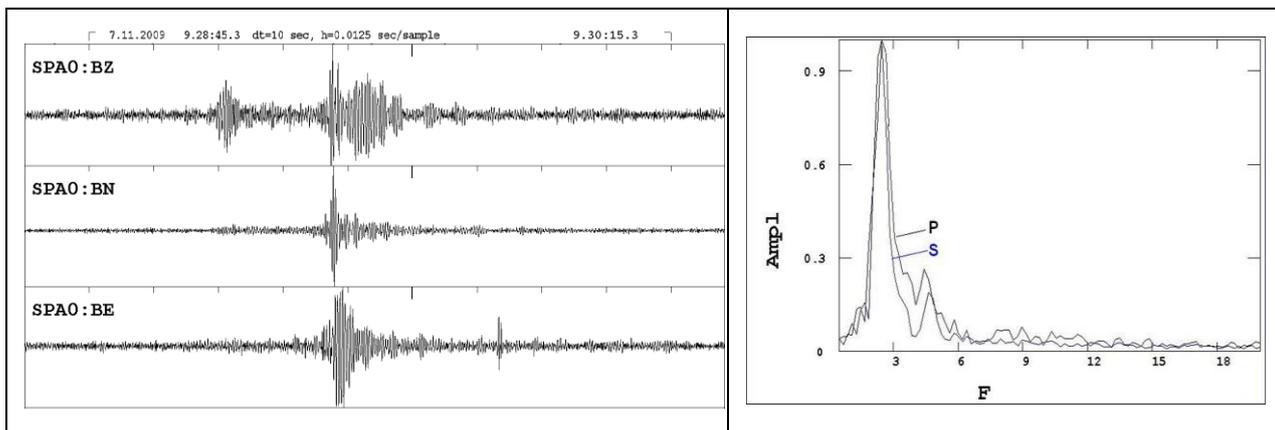


Рис.2. Запись низкочастотного события из зоны пролива Стур-Фиорд (слева) и спектры его продольной и поперечной волн (справа).

Тут стоит отметить, что открытый, активный вулканизм имел место на архипелаге Шпицберген в недавнем геологическом прошлом. Известен и довольно хорошо изучен комплекс четвертичных вулканов на севере о. Западный Шпицберген [4]. Извержения самого молодого из них – вулкана Сверре датируются средним голоценом. А в настоящее время в данном районе имеет место выход на поверхность геотермальных источников с температурой изливающейся воды до 25 градусов Цельсия. В пробах вод этих источников отмечено значительное присутствие мантийного гелия [1].

Таким образом, мы можем предположить, что слабые низкочастотные землетрясения с одинаковыми спектрами продольных и поперечных волн маркируют наличие магматических или флюидонасыщенных резервуаров под областью сейсмического процесса. Достоверно определить глубину таких событий невозможно, так как в силу их низких магнитуд регистрируются они только ближайшей станцией.

Если же принять, предложенную нами гипотезу о присутствии в нижних этажах кристаллического фундамента, под областью сейсмической активности в проливе Стур-Фиорд магматического очага, тогда этот очаг можно рассматривать в качестве источника дополнительной энергии, питающего активность рассматриваемой последовательности.

Механизмы такого взаимодействия будут рассмотрены ниже.

Хорошей иллюстрацией сейсмического процесса, обусловленного присутствием магматического очага, служат рои землетрясений, регистрируемые в регионе Восточной Богемии, на границе Чехии и Германии. В ряде работ получены косвенные доказательства наличия магматического очага под упомянутой зоной [7,10]. В работе [7] предложен механизм генерации роёв слабых землетрясений, связанный с продвижением потока мантийного флюида сквозь толщу земной коры. По мнению авторов, потоки флюида, подымаясь от магматического очага к поверхности на определённых глубинах сталкиваются со сложнопроницаемыми слоями, в которых образуются области повышенного порового давления. При превышении критических значений в таких областях возникают сейсмические события, формирующие рои землетрясений.

Резюмируя все вышеизложенное можно предположить, что природа сейсмического процесса пролива Стур-Фиорд представляет собой совокупность мэйншок-афтершокового процесса и роёв землетрясений, так или иначе связанных с повышенной флюидизацией и пониженной прочностью связей в блоковой структуре пород исследуемого района. Причем оба процесса оказывают взаимное влияние друг на друга.

Таким образом, периодичность во временном распределении числа землетрясений может быть объяснена цикличностью процессов накопления энергии и релаксации. В период затишья сейсмической активности происходит накопление флюида, заполнение им трещин горных пород и насыщение пор в слабопроницаемых слоях. Это приводит к снижению сухого трения в блоковой структуре низкого ранга и создает благоприятные условия для межблоковых подвижек. Таким образом, вся система переходит к все более нестабильному состоянию.

Период накопления энергии сменяется периодом релаксации, когда ослабленные межблоковые связи, под действием повышенного порового давления, начинают приводить к возникновению подвижек блоков (землетрясений) и перераспределению накопившейся энергии.

Таким образом, сейсмический процесс зоны пролива Стур-Фиорд представляется нам довольно сложной комбинацией афтершокового процесса и нескольких сейсмических роёв. Моделироваться такой процесс должен с учетом постоянного притока энергии, а не только перераспределения напряжений, вызванных сильными землетрясениями.

Литература:

1. Гидрогеология, инженерная геология, геоморфология архипелага Шпицберген. Л.: Изд-во ПГО «Севморгеология», 1983. 82. с.
2. Горельчик В.И., Сторчеус А.В., О длиннопериодных вулканических землетрясениях в нижних горизонтах земной коры и переходном от коры к мантии слое под Ключевским вулканом // Материалы научно-практической конференции "Проблемы сейсмичности Дальнего Востока, новая карта сейсмического районирования ОСР-97, ее роль и значение для Петропавловска-Камчатского и области". Петропавловск-Камчатский, 1999, 6-9 апреля. С.73.
3. Горельчик В.И., Сторчеус А.В. Глубокие длиннопериодные землетрясения под Ключевским вулканом, Камчатка. Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский. 2001. 428с.; УДК 551.21+552+550.34
4. Евдокимов А.Н. Новые данные о возрасте мантийных ксенолитов из вулканов Шпицбергена. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Сб. мат. 5-ой Межд. Конф. 2005. Апатиты. С. 173–178.
5. Селиверстов Н.И. Геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ им.Витуса Беринга 2009. 191 с
6. Baranov S. V. Modeling and simulating an aftershock process caused by a strong earthquake in the Barents Sea shelf // RUSSIAN JOURNAL OF EARTH SCIENCES VOL. 12, ES1002, doi:10.2205/2011ES000502, 2011
7. Brauer K., Kampf H., Strauch G., and Weise S. M. Isotopic evidence ($^3\text{He}/^4\text{He}$, ^{13}C (CO_2)) of fluid-triggered intraplate seismicity // J. Geophys. Res. 2003. 108(B2), 2070, doi:10.1029/2002JB002077
8. Ogata Y. Statistical models for earthquake occurrences and residual analysis for point processes // Journal of the Am. Stat. Ass. 1988. Vol. 83. p. 9–27.
9. Omori F. On the aftershocks of earthquakes // Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo. 1894. vol. 7, p. 111–200.
10. Spichak A., Horalek J., Possible role of fluids in the process of earthquake swarm generation in the West Bohemia/Voltland seismoactive region // Tectonophysics. 2000. 336. p. 151-161.

О ВАРИАЦИЯХ ПЭС ИОНОСФЕРЫ ПЕРЕД НЕКОТОРЫМИ НЕДАВНИМИ СИЛЬНЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ

Золотов О.В.¹, Прохоров Б.Е.^{2,3}

¹г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, e-mail: ZolotovO@gmail.com

² Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany

³ University Potsdam, Applied Mathematics, Interdisciplinary Center for Dynamics of Complex Systems (DYCOS), 14476 Potsdam, Germany

The paper presents the investigation of the ionospheric TEC (Total Electron Content) disturbances before (i) Haiti M7.0 Jan. 12, 2010, (ii) Argentina M7.0 Jan. 01 & Chile M7.1 Jan. 02, 2011, (iii) Japan M9.0 March 11, 2011 and (iv) Turkey Van M7.1 Oct. 23, 2011 EQs. the effects that could be considered as possible earthquake precursors for all 4 events are indicated.

В работе представлены результаты исследования возмущения полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы перед землетрясениями: (i) Гаити, М7.0, 12 янв., 2010, (ii) Аргентина, М7.0, 01 янв. & Чили, М7.1 02 янв., 2011, (iii) Япония, М9.0 11 марта, 2011 и (iv) Турция, М7.1, 23 окт., 2011.

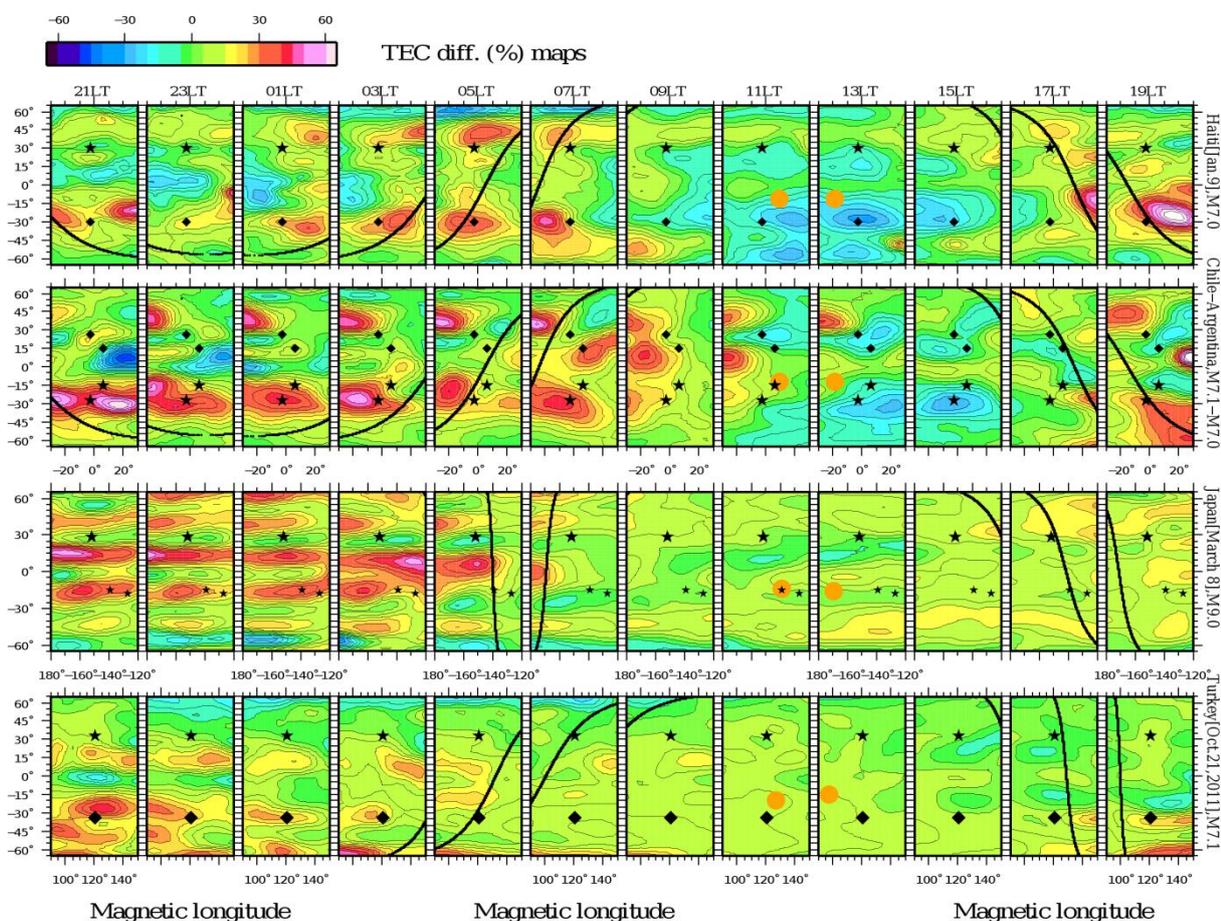


Рис. 1. Карты относительных возмущений ПЭС ионосферы (сверху вниз) для 09 января 2010 г., 01 января 2011 г., 08 марта 2011 г. и 21 октября 2011 г. Оси координат – магнитная долгота (абсцисса) и магнитная широта (ордината). Звезда – эпицентр землетрясения. Ромб – магнитосопряжённая точка. Оранжевый круг – подсолнечная точка. Чёрная кривая – линия терминатора. Местное время (LT) указано (верхние надписи) для положения эпицентра.

Для всех событий установлены общие особенности в ПЭС ионосферы (см. Рис. 1): (i) сильные (30-60% по сравнению с фоновой вариацией) (ii) долгоживущие (существующие ~6-8 часов) относительные (%) возмущения (iii) в околоэпицентральной (iv) и магнитосопряжённой областях. Эти возмущения (v) не распространяются вдоль меридиана и (vi) реагируют на приближение освещённой хорошо проводящей ионосферы (наблюдается депрессия аномалий в околополуденные часы вплоть до их полного исчезновения).

Таким образом, эффекты в ПЭС ионосферы, которые могут рассматриваться как сейсмоионосферные предвестники, обнаружены для всех рассмотренных в настоящей работе сейсмических событий

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ
БАЗОВЫХ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И
ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В
ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН КАК ИНСТРУМЕНТ ОТБОРА АБИТУРИЕНТОВ ПРИ ЗАЧИСЛЕНИИ В ВУЗ

Власова С. В. (Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра физики)

Abstract

The paper considers the problems of the Unified State Examination (USE). Also the author discusses the correlation between of USE results and results of student's examinations during the first two years of studying. It's shown that the high mark for the USE ensures the good marks for learning in high school.

Сегодня единый государственный экзамен (ЕГЭ), как основная форма государственной (итоговой) аттестации выпускников школ Российской Федерации (РФ) и как система отбора абитуриентов для поступления в вузы и ссузы, после 8-летней экспериментальной фазы, с 2009 г. действует в «штатном» режиме. Это означает, что уже три года большинство выпускников российских школ, желающих поступить в вузы и ссузы, сдают только выпускные школьные экзамены (обязательно в форме ЕГЭ), по результатам которых они могут быть зачислены в высшие и средние специальные учебные заведения. Невзирая на то, что эксперимент по внедрению ЕГЭ продолжался 8 лет, в течение которых, казалось бы, можно было обсудить и разрешить большинство проблем, до сих пор не утихают жаркие споры вокруг ЕГЭ, вплоть до требования отменить его. Обсуждение различных проблем, связанных с введением ЕГЭ, ведётся не только в среде профессионалов, работающих в сфере образования, но в широких кругах современного российского общества. В ситуации, сложившейся вокруг ЕГЭ, обращает на себя внимание тот факт, что обсуждение проблем ЕГЭ сильно политизировано. Зачастую политики используют лозунг «отменить ЕГЭ» в политической борьбе в ходе избирательных компаний, не вникая в детали ЕГЭ и плохо разбираясь во всей этой тематике. В связи с вышесказанным, в данной работе обсуждаются некоторые вопросы, связанные с введением ЕГЭ в российскую систему образования, на которые до настоящего времени не получены ответы и которые мало обсуждаются в печати, но активно муссируются в среде профессионалов (учителей и преподавателей вузов). Основное внимание работы обращено на использование результатов ЕГЭ как инструмента отбора абитуриентов при зачислении в вузы.

Рассмотрим позитивные оценки итоговой аттестации учащихся школ в форме ЕГЭ. Председатель Комиссии Общественной палаты РФ по развитию образования Кузьминов Я.И. считает, что ключевое достижение единого государственного экзамена – это справедливые единые правила проверки знаний выпускника школы. Он отмечает, что в конце 90-х - начале 2000-х годов поступление в вузы, обеспечивающие лучшие условия для карьеры, стали практически доменом богатых и влиятельных людей. Введение ЕГЭ в значительной степени остановило эти неблагоприятные процессы, т.к. с момента его введения увеличилась в два раза доля выпускников из других регионов, ставших студентами, и существенно сократилась (по данным социологов) коррупция на входе в вузы. Кроме того, общество и родители получили достаточно эффективный инструмент для измерения качества школ и вузов. Основным недостатком ЕГЭ, по мнению Кузьминова Я.И., является тот факт, что люди начинают не просто находить лазейки в процедурах ЕГЭ, но активно использовать эти лазейки, а Министерство образования недостаточно быстро реагирует на такого рода угрозы. Он обращает внимание на необходимость принятия конкретных мер по укреплению доверия к процедуре ЕГЭ [1].

Действительно, доверие к процедуре ЕГЭ достаточно низкое, даже в среде профессионалов: существуют данные, что около трети учителей относятся к ЕГЭ отрицательно. Можно назвать две основные причины. Первая заключается в том, что ЕГЭ – это особая форма контроля, к нему надо готовить учеников специально, на это требуется учебное время. Но эти затраты нигде не предусмотрены. В сложившейся ситуации учитель может выбрать три варианта поведения: либо использовать учебное время, предназначенное для изучения учебного материала (которого всегда не хватает), либо тратить своё личное время, либо пустить ситуацию на самотёк, предоставив разрешить проблему ученику и его родителям (т.е. обратиться к репетиторам). В невыгодной ситуации оказываются учителя выпускных классов. Такая очевидная несправедливость вызывает законные нарекания учителей. Вместе с тем, эту проблему, в принципе, решить не очень сложно. В учебных планах выпускных классов следует предусмотреть часы, отводимые специально на подготовку к ЕГЭ (это можно сделать за счёт вариативной части базисного учебного плана). Безусловно, такая работа должна оплачиваться. В нынешней ситуации администрация школ имеет и другие возможности оплатить дополнительные затраты учителей на подготовку к ЕГЭ. Желательно нормативно закрепить сам факт того, что учитель должен потратить некоторое количество учебного времени, чтобы подготовить учеников к особой форме контроля – ЕГЭ. Вторая причина заключается в опасении учителей, что результаты ЕГЭ могут быть использованы администрацией в качестве инструмента давления на учителя. Поясним последнее опасение. Проведение ЕГЭ (ещё на уровне эксперимента) сделало очевидным различие в уровне подготовки учеников различных школ по проверяемым предметам. Как утверждают руководители образования, по результатам ЕГЭ хорошо видно, какой район, школа и даже отдельный учитель ведут обучение не на должном уровне. Понятно, что причин плохой подготовки учеников по предмету может быть чрезвычайно много. Как считают учителя, такой причиной может быть слабый контингент обучаемых (например, и это всем известно, в обычной школе, где нет отбора, обучаются более слабые ученики, нежели в гимназии или лицее). Также учитель может получить выпускной класс, который до него несколько лет вёл слабый учитель, но отвечает за все огрехи подготовки учитель, выпускающий класс. Не случайно при обсуждении мер по совершенствованию ЕГЭ в Комиссии по развитию образования Общественной палаты Российской Федерации 1 июля 2011 года было предложено «запретить “лобовое” использование результатов ЕГЭ для оценки работы учителей, директоров школ, губернаторов и т.д.» [1].

С точки зрения Л.Н. Духаниной, основными проблемами ЕГЭ являются следующие: низкий уровень информирования населения; крайне низкий уровень ответственности всех лиц, задействованных в период подготовки и проведения экзамена; низкий уровень подготовки организаторов; несоответствие нормативно-правовой базы духу и нормам закона. Главными причинами, порождающими все названные (а также другие) проблемы ЕГЭ, по её мнению, является зависимость всех организаторов ЕГЭ от его результатов, что мотивирует их на недобросовестные действия, а также низкое качество образования, которое приводит к необходимости достигать цель любыми средствами. Л.Н. Духанина полагает, что при том количестве нарушений, которое было отмечено в 2011 г., процедуру ЕГЭ назвать независимой системой оценки качества подготовки ученика очень сложно. Несмотря на все недостатки, которые выявились в ходе проведения ЕГЭ, Л.Н. Духанина считает, что у ЕГЭ есть колоссальный ресурс, который нужно использовать для развития образования [1].

Иван Алешковский, ответственный секретарь Российского совета олимпиад школьников полагает, что при поступлении в вуз должен учитываться не только одномоментный срез, который показывает участие в ЕГЭ или конкретной олимпиаде, а должно накапливаться портфолио достижений учащегося на протяжении последних лет обучения в школе [1]. Надо сказать, что это предложение оценивается в учительской среде достаточно негативно. Исходя из своего опыта, учителя знают, что немалое количество учеников начинают проявлять

повышенный интерес к учёбе именно в выпускном классе, для таких учеников портфолио «недостижений» будет мешать успешному поступлению в вуз.

Одно из важных требований, которое предъявляют родители, ученики и учительское сообщество к организаторам ЕГЭ, – сделать открытым банк заданий, из которых будут формироваться контрольные измерительные материалы (КИМы). Это частично снимет проблему платных уроков, дорогостоящих курсов, т.к. многие ученики смогут заниматься самообразованием. Важно также, по мнению как учителей, так и абитуриентов, объявлять минимально допустимый балл в начале учебного года. Если первая проблема (сделать открытым банк заданий) далека от своего решения, то вторая проблема уже решена. Минимальные баллы по обязательным предметам для вступительной комиссии 2012 г. были объявлены 30 августа 2011 г., т.е. накануне нового учебного года. Что же касается открытого банка заданий, то Л. Глебова, глава Рособнадзора заявляет, что «школьный учебник – это и есть база заданий ЕГЭ» [3]. Очевидно, что Л. Глебова лукавит, отвечая так на поставленный вопрос, не желая вскрывать истинные причины. Мы полагаем, что для того, чтобы сделать банк заданий открытым, общее число заданий в базе ЕГЭ, по всем без исключения предметам, должно быть существенно увеличено. Понятно, что это нельзя сделать быстро, хотя объём заданий наращивается каждый год. Также ясно, что нельзя открыть банки заданий по одним предметам (по которым уже имеется достаточная по объёму база заданий), но оставить их закрытыми по другим (по которым база заданий имеет малый объём). Существует ещё одно препятствие, возможно, оно и является главным. Очевидно, что в подготовку КИМов вложен большой интеллектуальный труд и затрачены огромные средства. Если сделать банки заданий ЕГЭ открытыми, то этими материалами бесплатно могут воспользоваться в других странах, где существуют сходные системы итоговой аттестации учеников, эти материалы смогут использовать руководители органов образования для аттестации учителей и т.д.

Рассмотрим ещё одну проблему, связанную с перечнем вступительных испытаний при поступлении абитуриента на то или иное направление (или специальность). Согласно нормативным документам, вуз вправе установить 3 (или 4) вступительные испытания из перечня, утверждённого Минобрнауки. Причём, наличие результатов ЕГЭ по русскому языку и профильному предмету является обязательными для поступления на все направления подготовки (специальности), а зачисление в вуз осуществляется по суммарному баллу абитуриента. Получается, что при поступлении на технические специальности приравнивается ценность балла по русскому языку и по физике. Казалось бы, абитуриент, поступающий на техническое направление, должен понимать, что хорошие базовые знания по физике будут являться надёжным фундаментом для овладения будущей технической профессией, а также залогом его успешного обучения в вузе. Однако, реальная картина выглядит совсем не так. У многих абитуриентов, находящихся в вершине списка по общему числу баллов, балл по русскому языку значительно превышает балл по физике. В качестве примера рассмотрим открытые сведения, которые были опубликованы на сайте МГТУ в период вступительной комиссии 2011 г. при отборе абитуриентов на одну из технических специальностей (из списка взяты 5 первых фамилий, имеющих самый высокий суммарный балл при зачислении). Обязательным предметом является русский и математика, третий общеобразовательный предмет абитуриент выбирает самостоятельно (физика, либо информатика). Отметим, если в столбце, где указывается балл по физике (или информатике) стоит 0, это не означает, что выпускник не сдавал данный предмет. Как правило (это было выяснено в беседе со студентами) выпускник сдавал и физику, и информатику, но выбрал тот предмет для расчёта суммарного балла, по которому получил более высокую оценку.

№	Ф.И.О.	Математика	Русский	Физика	ИКТ	Сумма
---	--------	------------	---------	--------	-----	-------

		(ЕГЭ)	язык (ЕГЭ)	(ЕГЭ)	(ЕГЭ)	
1	XXXXXX	73	87	79	0	239
2	XXXXXX	80	81	0	73	234
3	XXXXXX	68	87	0	74	229
4	XXXXXX	75	87	65	0	227
5	XXXXXX	66	98	58	0	222

Рассмотрим, например, 5-ую позицию в таблице. Совершенно очевидно, что абитуриент под номером 5 имеет весьма умеренные успехи и по физике, и по математике (а именно эти предметы лежат в фундаменте его будущей профессии), и оказался он в вершине списка при зачислении (на направление было зачислено 28 человек) исключительно благодаря отличному знанию русского языка. Сформулированная проблема особенно волнует преподавателей высшей школы, она активно обсуждается на различного рода совещаниях и конференциях, отражена в литературе. Отметим, что Минобрнауки также признаёт, что следует внести изменения в правила приёма в вузы. Более того, глава Рособнадзора Л. Глебова предполагала, что эти изменения (наряду с другими) будут внесены уже для вступительной компании 2012 г. Однако, в феврале 2012 г. стало очевидным, что интересующие нас изменения в правила приёма пока не внесены.

Неоднократно отмечалась необходимость мониторинга успеваемости тех школьников, которые поступили в вузы и стали студентами. Сегодня в педагогической литературе имеется достаточно много противоречивых данных, касающихся корреляции результатов ЕГЭ абитуриента и его успехов при обучении в вузе. Приведём результаты нашего исследования, которые относятся к энергетическим специальностям и направлениям Мурманского государственного технического университета.

Проведя мониторинг успеваемости студентов 1-го и 2-го курса энергетических специальностей политехнического факультета по дисциплине «Физика» мы пришли к следующим выводам. 1. Отсутствует прямолинейная связь между баллом ЕГЭ по физике и успешностью сдачи экзамена по физике в вузе в первом семестре (и даже на 1-ом курсе) обучения. В первом семестре на успешность сдачи экзамена студентом наиболее существенное влияние оказывает адаптация студента к условиям обучения в вузе, а не балл по ЕГЭ: студент с более низким баллом по ЕГЭ, но успешно адаптировавшийся к обучению в вузе, может быть более успешным, чем студент с более высоким баллом по ЕГЭ, но имеющий проблемы с адаптацией. В последующих семестрах фактор адаптации не играет такой существенной роли. 2. Вероятность успешной сдачи экзамена по физике в вузе повышается с ростом результата ЕГЭ по физике. Как правило, если балл по ЕГЭ превышает 75, то студент успешно сдаёт экзамен, в том числе и в первом семестре. Если студент адаптировался к условиям обучения в вузе, то на 2-м курсе (в 3-ем или 4-м семестрах) он зачастую получает в вузе по физике оценку «4» (иногда «5»), даже если его балл по ЕГЭ лежит в интервале 60-65. Студент, сдавший ЕГЭ на 80 и более баллов, как правило, получает на втором курсе оценку «5» по физике. Следует отметить, что полученные нами результаты во многом согласуются с другими исследованиями по данной проблеме [2].

В работе проанализированы проблемы Единого государственного экзамена, касающиеся зачисления абитуриентов в вуз и их последующего обучения по выбранной специальности (или направлению). Намечены возможные пути решения ряда проблем. На основании собственных исследований показана корреляция результатов ЕГЭ абитуриента и его успехов при обучении в вузе. Выявлено, что (после неизбежного периода адаптации к студенческой жизни): вероятность успешной сдачи экзамена по физике в вузе повышается с ростом результата ЕГЭ по физике; высокие оценки студента по вузовской дисциплине «Физика» соответствуют высоким баллам ЕГЭ по физике при поступлении.

1. Стенограмма круглого стола ЭГ №8 по доработке "Стратегии-2020" в Общественной палате от 1 июля 2011 // Электронный ресурс размещён по адресу <http://strategy2020.rian.ru/smi/20111006/366171176.html>
2. Казакова О.Н. Педагогическое сопровождение студентов первых курсов во взаимодействии субъектов образовательного процесса вуза // Казанский педагогический журнал, №12(66), 2008, с. 12-17.
3. Интервью с Л. Глебовой (06 октября 2011) размещено на сайте <http://www.kommersant.ru/doc/1787178>

МОНИТОРИНГ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Адеев С.А. (Коломна, Московская академия экономики и права, Коломенский филиал, кафедра гуманитарных дисциплин)

The article presents the results of study physical conditions and emotional scope of students Kf Mael. By results of the experiment was modeled scheme organization of physical education based on the principles of variation and individualization.

В настоящее время стоит острая потребность в модернизации систем высшего образования и повышения его качества на основе гуманизации и гуманитаризации образовательного процесса. Это позволит обеспечить разработку и внедрение новых форм организации подготовки специалистов, ориентированных на индивидуальность, самостоятельность, инициативность, общую и профессиональную культуру.

Как показывает педагогическая практика, для повышения эффективности процесса физического воспитания необходимо соблюдение ряда условия:

- мониторинг физического потенциала и психосоматического состояния студента на всех этапах учебно-воспитательного процесса;
- формирование у студентов устойчивой положительной мотивации к занятиям физической культурой;
- усиление образовательной направленности учебного предмета «Физическая культура»;
- организация самостоятельных занятий по дисциплине «Физическая культура»;
- создание в вузе развивающего пространства для каждого студента, с целью непрерывного развития у них потребностей в здоровом образе жизни.

Однако, конечный результат учебно-воспитательного процесса во многом зависит от выбора форм организации физического воспитания студентов, в которых данные условия будут реализованы.

Актуальность проблемы нашего исследования обусловлена необходимостью поиска новых форм и педагогических условий организации физического воспитания в вузе, основанных на принципах вариативности и индивидуализации и направленных на раскрытие личностного потенциала студента.

Цель исследования: Смоделировать схему построения учебно-воспитательного процесса по физическому воспитанию со студентами Коломенского филиала Московской академии экономики и права на основе учета результатов мониторинга физической подготовленности и психосоматического состояния.

Методы исследования: мониторинг физического состояния и психоэмоциональной сферы студентов, анкетирование, анализ научной и учебно-методической литературы, методы математической статистики, моделирование. Исследование проведено в Коломенском филиале Московской академии экономики и права (КФ МАЭП).

Организация исследования.

Для получения общей картины состояния здоровья студентов КФ МАЭП в период с 2006 по 2008 г.г. был проведен мониторинг физического состояния и психоэмоциональной сферы студентов КФ МАЭП, в котором приняло участие 132 студента 1-5 курсов.

Проведенный мониторинг включал в себя три блока: диагностика психоэмоциональной и личностной сферы студентов, определение уровня физического развития и функциональной подготовленности, а также контрольное тестирование уровня физической подготовленности.

В блок диагностики психоэмоциональной и личностной сферы студентов вошли следующие опросники и анкеты:

1. «Самооценка психических состояний» (по Айзенку) - для определения уровня тревожности, агрессии и фрустрации.
2. Опросник Басса-Дарки - чтобы выявить виды агрессивных реакций.
3. Опросник Плутчика – Келлермана – Конте (Life Style Index) - для диагностики механизмов психологической защиты «Я».
4. Анкета «Отношение к занятиям физической культурой».
5. Анкета «Анкета ЗОЖ».

Блок уровня физического развития и функциональной подготовленности включал в себя измерение роста, веса, объема грудной клетки, давления, ЧСС, одномоментная функциональная проба с приседаниями.

В блок уровень физической подготовленности вошли обязательные и дополнительные тесты, определенные учебной программой по дисциплине «Физическая культура».

Результаты исследования.

Полученные в результате проведенного эксперимента данные позволили сделать следующие выводы:

1. Среди опрошенных студентов преобладает высокая субъективная оценка собственного здоровья, 49,4% студентов считают его относительно хорошим.
2. На вопрос об отношении к занятиям физической культурой получено 88,4% позитивных ответов. Негативное отношение отмечено незначительно, у 9,5% опрошенных.
3. Несмотря на позитивное отношение, регулярно занимаются различными видами физической деятельности 31% опрошенных студентов, 54,6% - не владеют знаниями, касающимися основ теории и методики физического воспитания.
4. Главной причиной сложившейся ситуации 28,7% указывают личную неорганизованность.
5. 22% опрошенных первокурсников употребляют алкогольные напитки (преимущественно пиво), а 15,9% - курят.
6. По индексу массы тела у девушек и у юношей в среднем наблюдается норма, но, как показало анкетирование, большинство опрошенных (76,0%) не владеют элементарными знаниями о рациональном питании.
7. Тестирование развития физических качеств выявило низкий уровень физической подготовленности студентов первого курса. Более 30% первокурсников не выполняют тот или иной, а в отдельных случаях несколько, из контрольных нормативов учебной программы.
8. К 3 – 4 курсам наблюдается позитивная динамика в уровне развития отдельных физических качеств. Особенно по показателям силовой подготовленности и общей выносливости.

Анализ исследования эмоциональной и личностной сферы студентов позволил диагностировать психическое состояние студентов, проявления тревожности, агрессии и механизмов психической защиты. Полученные данные указывают на тот факт, что потенциально у большинства опрошенных студентов могут возникнуть проблемы со здоровьем, как вследствие вредных привычек, так и вследствие психосоматического состояния.

Почти треть, более 30% опрошенных, настроены на создание конфликтной ситуации как среди однокурсников, так и с преподавателем. Основными симптомами проявления стресса и депрессивного состояния являются: снижение аппетита (17,1%), повышенная усталость (14,4%), снижение внимания (15,9%), бессонница (12,2%), проблемы в общении со сверстниками (9,4%), ухудшение настроения 97,4%.

Причины такого состояния для студентов различных курсов могут отличаться. Для первокурсников в качестве одной из основных причин может являться срыв адаптационных процессов в организме, связанный с новыми условиями обучения – переход из общеобразовательной школы в вуз, новые образовательные требования, новый коллектив и процесс самоутверждения в нем, иной уровень общения и форм обучения, смена места жительства. Для студентов старших курсов – предположительно, повышение учебных нагрузок, переживания по поводу освоения нового материала, подготовка к практике и сессии. Для выпускного курса – подготовка к выпускным экзаменам и предстоящее трудоустройство.

Помимо увеличения умственных и психических нагрузок, к ряду этих проблем можно добавить снижение двигательной активности, связанное с потерей должного уровня мотивации к занятиям физической культурой. Снижение мотивации происходит как результат «ошибок» и упущений в семейном и школьном воспитании, отсутствие преемственности между школьным физическим воспитанием и вузовским, вследствие ограниченности возможностей вуза для самореализации студента (предлагаемые формы двигательной активности и виды спорта, материальная база, подбор специалистов и т.д.).

Помимо этого в современном физическом воспитании должной степени не находит разрешение противоречие между учетом и реализацией индивидуальных особенностей, задатков и интересов студентов с одной стороны и традиционной формой организации учебного процесса с другой. Как показали результаты проведенного исследования, большинство опрошенных (47,6%) отдают предпочтение факультативным занятиям как основной форме занятий в вузе. Среди видов спорта или видов двигательной активности студенты отдают предпочтение игровым видам (баскетбол, футбол, волейбол, теннис), аэробике, шейпингу, бодибилдингу, плаванию.

По результатам проведенного эксперимента была смоделирована трехуровневая блочная схема организации учебного процесса на основе реализации принципов вариативности и индивидуализации, основанных на учете интересов студентов, их функциональной и физической подготовленности, психосоматического состояния и изменяющейся мотивации.

I уровень – базовая физической подготовка (первый год обучения).

II уровень – начальная специализация в выбранном блоке (второй год обучения).

III уровень – углубленная специализация в выбранном блоке (третий и четвертый годы обучения).

В качестве блоков студентам, исходя из возможностей вуза, были предложены следующие виды двигательной активности:

блок «Спортивные игры» (волейбол, баскетбол, футбол);

блок «Легкая атлетика»;

блок «Общая физическая подготовка»;

блок «Фитнес» (для девушек);

блок «Силовая подготовка» (армрестлинг, пауэрлифтинг, гиревой спорт, бодибилдинг).

Для решения поставленных задач, в учебном процессе использован весь арсенал форм организации занятий: учебные (лекции и практические занятия), факультативные и секционные

занятия, построенные исходя из требований учебной программы, с учетом индивидуальных возможностей студентов и их интересов.

Вариативность, в нашей схеме, заключается в создании возможностей осознанного и целенаправленного выбора содержания и путей реализации целей и задач педагогического процесса, направленного на удовлетворение творческих, физических и иных возможностей потребностей каждого студента. Это находит подтверждение в реализации следующих характеристик:

- индивидуальное целеполагание (решение индивидуальных целей);
- индивидуальный подход (как в применении отдельных методов, так и при проектировании процесса подготовки);
- выбор приемов и методов для реализации задач с каждым студентом.

На I уровне занятия направлены на общую физическую подготовку с использованием всех блоков двигательной активности.

На II уровне студенты пробуют себя в каком-либо блоке по уровню своих интересов и сформированности двигательных навыков. На данном уровне студентам предоставляется возможность пробовать свои способности не в одном блоке. На данном уровне занятия в блоках строятся по принципу спортивной тренировки.

Для III уровня характерным можно считать построение занятий по программе углубленной специализации в выбранном виде спорта. Обязательным условием данного уровня является участие в спортивных соревнованиях, т.е. учебный процесс моделируется на конкретный уровень спортивной подготовки.

Основными критериями при организации процесса обучения, предложенного нами, являются учет уровня физической подготовленности и развития физических качеств, психоэмоциональное состояние студентов, мотивация и интересы при выборе форм двигательной активности, уровень сформированности двигательных навыков в том или ином виде спорта. Для тех студентов, у кого самостоятельный выбор вызывает затруднения (чаще всего по недостаточному уровню физической и технической подготовленности), в схему был добавлен блок «Общая физическая подготовка».

Разносторонняя информация об учебной группе в целом и о каждом студенте в частности дадут возможность разработать оптимальную программу занятий, которая будет ориентирована на каждого студента и соответствовать требованиям, предъявляемым к физической подготовленности студента. Преподаватель в данном случае выступает не только в роли организатора, корректирующего нагрузку и оценивающего результат проделанной работы, но и тренера, моделирующего в перспективе физическую подготовленность и функциональное состояние.

Выводы.

1. Проведенное исследование позволило получить объективную информацию, которую можно использовать для коррекции учебно-воспитательного процесса.
2. Диагностика психоэмоциональной и личностной сферы студентов позволит преподавателю скорректировать психосоматическое состояние студентов за счет использования адекватных и обоснованных физических нагрузок и найти новые подходы в отношениях со студентами.
3. Учет уровня индивидуальной подготовленности студента и его интересов позволит повысить уровень мотивации к занятиям физической культурой и спортом.
4. Реализация на практике принципов вариативности и индивидуализации позволит качественно изменить процесс физического воспитания в вузе.

5. Дальнейшее изучение физической подготовленности, психосоматического состояния, мотивации студентов в динамике учебного года и всего периода обучения позволит наметить пути дальнейшего совершенствования процесса физического воспитания в КФ МАЭП, что позволит, в свою очередь, целенаправленно формировать и развивать у студентов потребности и интерес к активным занятиям физической культурой.

6. В целом проведенное исследование показало, что поиск и применение на практике новых психолого-педагогических моделей организации физического воспитания в вузе позволит активизировать как сам процесс физического воспитания, так и личную заинтересованность студента в освоении ценностей физической культуры.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКО – ОРИЕНТИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ

Корнев К. П. 1, Шушарина Н. Н.1, Корнева И. П.2 (г. Калининград, 1Балтийский федеральный университет им. И.Канта, 2Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота)

The questions devoted to increasing of students independence in the course of physics training are considered in this article.

Необходимость в прочных физических знаниях у студентов определяется рядом особенностей современной физической науки. Физика образует прочный фундамент всего естествознания. Физика – это не только система знаний, но и процесс добывания знаний. Одним из эффективных показателей обучения физике является сформированность у обучающихся умения и навыков самостоятельного приобретения знаний [1]. Одним из способов формирования навыка самостоятельной работы является лабораторный практикум.

Цель лабораторного практикума - углубить теоретические знания студентов, ознакомить их с техническими средствами и методами точного измерения, научить физическому экспериментированию. Современный физический эксперимент - это широкий фронт научных исследований природы. С одной стороны, он является средством накопления первичных данных о ее явлениях, с другой - служит критерием достоверности наших представлений о ней. Нередко физический эксперимент давал начало развитию новых отраслей техники или новой технологии производства, в частности ядерной энергетики, лазерной технологии и др. В учебном процессе вуза физическое экспериментирование является одним из методов изучения физики как науки.

Лабораторный практикум не является чем-то изолированным от лекционного курса физики. Он – одна из составных частей целостного учебного процесса, в котором отражается единство теории, опыта и практики в познании природы. Задания лабораторного практикума теснейшим образом связаны с лекционным курсом, их перечень приводится в программе курса общей физики. По содержанию они подразделяются на три класса (рис.1) [2].



Рис.1. Задания лабораторного практикума

В *традиционном подходе* к естественнонаучному образованию существует определенный разрыв между решением задач и лабораторным практикумом, хотя при правильной организации учебного процесса они должны быть звеньями одной цепи. Естественно наилучший результат будет достигнут в том случае, когда эти звенья идеально подогнаны друг к другу. В отличие от такого подхода к естественнонаучному образованию, когда студент обучается решению теоретических задач на практических занятиях, а экспериментальные задачи вынесены в рамки лабораторного практикума, можно реализовать *другой подход*, при котором в процессе подготовки к выполнению лабораторной работы, кроме изучения теоретического материала и методики, учащийся решает несколько специально подобранных задач. Задачи должны иметь исследовательско - ориентированный характер и должны быть подобраны таким образом, чтобы подвести студента к решению экспериментальной задачи, которая рассматривается в данной лабораторной работе. Это позволяет формировать исследовательские умения и навыки на ранних этапах, уже при изучении студентами курсов общей физики. Кроме того, важнейшей задачей преподавания физики является формирование научного мировоззрения у студентов – системы взглядов, убеждений и идеалов, в которых человек выражает свое отношение к окружающей его среде.

В практике массового обучения при выполнении экспериментальных заданий методика эксперимента предоставляется студенту в готовом виде. При традиционном подходе и итоге работы в практикуме студенты должны: иметь представление о методах постановки экспериментальной задачи; уметь определять состав измеряемых физических характеристик; иметь представление о конструктивных элементах экспериментальных стендов; уметь проводить измерения различных физических характеристик; знать методику измерений, принцип действия измерительных устройств; знать и уметь применять методику обработки результатов и ошибок измерений; уметь анализировать результаты экспериментов и делать выводы о результатах решения поставленной задачи [3].

Эксперимент в физической науке выполняет две важнейшие функции: служит источником познания мира и критерием истинности любого теоретического положения. Именно в лабораторном практикуме студент имеет возможность наблюдать объединение теории и эксперимента, то есть то, как основные определения, законы и соотношения работают в реальной жизни. Считается, что все это будет продемонстрировано, только если тема лабораторной работы будет соответствовать теме параллельно изучаемого (или уже изученного) материала. Тогда при постановке задачи на проведение физического эксперимента можно будет в полной мере использовать знания, полученные на других занятиях по курсу физики. Можно будет обосновать, какие закономерности проверяются в данном эксперименте, какие физические характеристики надо измерять, какие зависимости строить на графике, какие сделать выводы по результатам выполнения лабораторной работы.

Если же речь идет о практикуме с исследовательским уклоном, то, прежде всего, необходимо проанализировать содержание и логико-операционную структуру исследовательской деятельности. Это позволит выделить те необходимые исследовательские умения, которые надо развивать у обучаемого. В этом случае у студента должны развиваться такие навыки, которые позволят ему более глубоко вникать в суть поставленной проблемы с одной стороны, а с другой стороны эти навыки должны позволить ему сделать корректную постановку исследовательской задачи, правильно спланировать эксперимент, реализовать методику эксперимента так, чтобы получить достоверные, надежные результаты.

Умения и навыки, необходимые для развития исследовательских способностей обучаемого:

- 1) умение охватить всю проблему в целом;
- 2) корректная постановка исследовательской задачи;

- 3) планирование эксперимента;
- 4) оценка методов решения поставленной экспериментальной задачи;
- 5) поиск оптимального решения поставленной экспериментальной задачи;
- 6) реализация экспериментальной методики;
- 7) оценка ее информативности и точности.

Как показывает опыт, задачи из сборников сводятся к тому, что надо подставить заданные величины в нужные формулы и получить определенный ответ. В данном случае самостоятельность обучающегося ограничена. Если же давать студенту возможность подбирать подходящие величины из опыта, то его самостоятельность и творческий подход возрастают. Такие задачи не имеют точного решения, но служат предметом дискуссии [4].

Такой подход был реализован на примере физического практикума по оптике в Балтийском федеральном государственном университете им. И.Канта. В этом случае достигается еще одна цель – студентами осваивается сам принцип обратной связи при решении поставленной задачи, который является одним из основных принципов в формировании и развитии исследовательских навыков, да и в обучении вообще.

Литература

1. Г.М. Голин. Физики о преподавании физики// Знание, № 11, 1979.
2. К.П. Корнев, Шушарина Н.Н. Организация лабораторного практикума в рамках исследовательско-ориентированного подхода. XV Международная научно-практическая конференция –Академических чтений МАН ВШ. «Интеграция фундаментальной и целевой практико-ориент. подготовки специалистов в высших учебных заведениях». Сборник докладов. Калининград – 2009. БГАРФ с. 214 – 224.
3. К.П. Корнев, Н.Н. Шушарина. Повышение исследовательской активности студентов путем сочетания в обучении решения задач и лабораторного практикума // Альманах современной науки и образования . Тамбов: «Грамота», 2008 – №1(8) – с. 97 – 100.
4. Корнев К.П., Корнева И.П., Шушарина Н.Н.. Самостоятельная постановка студентами задач на исследование. Материалы X ежегодной межвузовской научно-практической конференции. Калининград – 2007. БВМИ. – с. 102 - 104.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАЗНОЙ СЛОЖНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Корнев К.П., (Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота)

Статья посвящена вопросам использования моделей разного уровня в учебном процессе.

The questions devoted to using of models of different level in educational process are considered in this article.

Все программные средства, используемые в настоящее время в учебном процессе, можно условно сгруппировать следующим образом (рис.1).



Рис.1. Классификация программных средств.

Приведенная классификация весьма условна и представлена только с точки зрения удобства дальнейшего анализа построения и использования программных средств в процессе обучения [1-5].

Основная задача программных средств, относящихся к первой группе, разгрузить студентов от рутинных вычислений и кропотливой работы по построения графиков, диаграмм и других графических приложений.

Программные средства из второй группы, как правило, имеют базу контрольных вопросов и задач, из которой формируется «индивидуальное» задание из заранее определенного числа вопросов и (или) задач, выбранных из базы случайным образом.

Программы третьей группы, предназначенные для генерации индивидуальных заданий случайным перебором схем и коэффициентов, используемых в исходных уравнениях и автоматизированного контроля правильности решения, менее распространены, чем программные средства, относящиеся к первым двум группам, программы-генераторы индивидуальных заданий имеют высокую методическую ценность, так как «заставляют» студента досконально разобраться во всех деталях процедур решения своего задания. Эти программы заставляют работать обучающегося до тех пор, пока он не получит правильного решения. Практика применения таких программ в учебном процессе показывает, что у студентов, прошедших обучение с применением средств такого класса, вырабатываются устойчивые навыки - методика решения нестандартных задач. При этом студенты неплохо усваивают разделы теоретического курса, которые им приходится изучать для успешного решения поставленных задач.

Программы - справочники, относящиеся к четвертой группе программных средств, только сейчас получают широкое распространение, что объясняется тем, что для их реализации требовалась наработка баз данных, которые до недавнего времени были практически недоступны. Распространение данных программных средств сдерживалось также отсутствием удобных текстовых технологий, графических редакторов и аниматоров. Формирование электронных справочников и учебников является очень трудоемким, сложным технологическим процессом. Далее эти тексты дополняются схемами, графиками, компьютерными фотографиями или даже анимацией, которые подключаются в гипертекстовую структуру электронного пособия. Применение таких систем возможно при наличии центра, оснащенного мощным сервером, и сети, с помощью которой осуществляется доступ к электронным справочникам, размещенным в сервере.

Широко распространены и имеют большое методическое значение программы, относящиеся к пятой группе, которые позволяют осуществлять компьютерные опыты или моделировать какие-либо реальные процессы. Данные системы предоставляют студенту самостоятельно воспроизводить уникальные эксперименты, проведение которых на реальных установках невозможно по разным причинам (высокая стоимость, опасное воздействие различных факторов на организм человека: радиация, вибрация, отравляющие газы и т.д.).

Программы, относящиеся к шестой группе, выполняют узкую задачу: сбор и обработку сигналов, поступающих с датчиков, фиксирующих какие-либо параметры изучаемого объекта, и представление результатов обработки зафиксированных сигналов в графической и табличной формах. Подобных пакетов достаточно много. Их ценность состоит в том, что они освобождают студентов от сложных процедур, связанных с фиксированием и обработкой информации, и дают возможность уделить больше времени для изучения различных вопросов, связанных с рассматриваемым объектом.

Представители седьмой группы - интегрированные обучающие системы - находятся на самой вершине программных средств, используемых в учебном процессе. Наиболее развитые обучающие системы - объединяют все выше перечисленные программные компоненты и по-

строены по технологии мультимедиа. Характерным для этих систем является глубокая методологическая проработка принципов их построения. Они являются самыми трудоемкими и сложными, но и их отдача гораздо значительнее, чем отдельных программных пакетов, рассмотренных выше.

Высокая эффективность подобных систем обуславливается тем, что обучаемый незаметно для себя «погружается» в изучаемый предмет благодаря имеющейся возможности свободно перемещаться по разделам системы. Дальнейшая интенсификация процесса обучения возможна при объединении нескольких учебных дисциплин в единую систему.

Компьютерные технологии заняли прочное место в организации учебного процесса по различным дисциплинам, однако эффективность их использования напрямую зависит от качества разработанного алгоритма, а также от качества его программной реализации. Компьютерные программы, используемые в обучении, должны аккумулировать в себе все современные идеи и средства создания пользовательского интерфейса, а также технологий их разработки. Немаловажным фактором являются концепции, положенные в основу моделирования структуры приложения, технологии взаимодействия с ним пользователя, способов визуализации результатов моделирования системы.

Одной из таких концепций, является объектно-ориентированный подход (ООП). Объектно-ориентированный подход — это совокупность компьютерных технологий, использующих объектно-ориентированные методы. Понятие “объектно-ориентированные методы”, в свою очередь, является очень обширным. В частности оно означает объектно-ориентированное программирование, проектирование, анализ, объектную технологию, т.е. фактически целую философию разработки систем и представлений знаний на базе мощного подхода. Можно сказать, что объектно-ориентированный подход – это способ мышления, способ восприятия окружающего мира с точки зрения теории объектов.

Современный уровень развития программного обеспечения персональных компьютеров предоставляет в распоряжение пользователя не только объектно-ориентированную среду операционных систем, но и объектно-ориентированные системы подготовки программ. Все это в совокупности является мощным фундаментом для использования объектно-ориентированной методологии при решении любых прикладных задач. Разработка программных модулей, реализующих в компьютере алгоритмы жизненных циклов объектов, являющихся атомарными составляющими и основой разрабатываемых программ, составляет смысл и содержание объектно-ориентированного подхода в рамках поставленной задачи.

При объектно-ориентированном проектировании компьютерных обучающих систем с использованием визуального моделирования, результаты моделирования представляются как совокупность визуальных моделей.

Одним из важнейших принципов разработки компьютерных обучающих систем, который должен быть реализован в соответствии с современными тенденциями программной инженерии, является визуальное моделирование – процесс графического представления модели системы, с помощью некоторого стандартного набора графических элементов. Создавая визуальную модель компьютерной обучающей системы, можно показать ее работу на различных уровнях: моделировать взаимодействие между пользователями и системой, между объектами внутри системы и даже между различными системами. Управление моделями облегчается средствами визуального моделирования, так как возможно предъявление модели с различной степенью полноты [4-6].

Однако, как бы не были хороши компьютерные системы, они не могут пока заменить высококвалифицированного преподавателя. Поэтому на завершающем этапе обучения целесообразно проводить беседу-зачет для подведения итогов изучения раздела курса и коррекции,

при необходимости, полученных студентом знаний в процессе самостоятельного обучения. Такие мероприятия необходимы не столько для контроля полученных знаний (уровень знаний может точно - определить» и сама обучающая система), сколько для того, чтобы научить студента.

Литература

1. Бутиков Е. И. Лаборатория компьютерного моделирования. "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", т.5, с.26, 1999.
2. Чирцов А. С.. Информационные технологии в обучении физике. "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", т.2, с.3, 1999.
3. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. 2007 год. 192 стр.
4. Поршневу С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. 2003 год.
5. Хеерман Д. В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. 1990 год.
6. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. 2008 год. 290 стр.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Крукович Н. П., Куценко С. С. (г. Калининград, Балтийская Государственная Академия Рыбопромыслового Флота, кафедра физики)

Abstract. Personal work is carried out at individual classes. Only there it is possible to carry out in full the feedback between the student and the teacher. The technique of conducting laboratory works is introduced.

Подготовка квалифицированных специалистов технического профиля требует совершенствования методик обучения профилирующим дисциплинам, формирования новых подходов к изложению материала на занятиях – групповых (лекционных) и индивидуальных (лабораторных и практических). Лекционные занятия являются массовым мероприятием. Персональная работа осуществляется на индивидуальных занятиях, на которых происходит проверка усвоения теоретических знаний изложенных на лекциях. На них студент получает опыт и знания необходимые для практической деятельности.

Успешное выполнение лабораторной работы требует поэтапного подхода: подготовка к ее выполнению; непосредственное выполнение эксперимента; обработка результатов и их осмысление с точки зрения приобретенных теоретических знаний; защита работы (контроль знаний).

Серьезным этапом является подготовка к проведению работы. Студенты должны осознать: 1) цель работы; 2) суть используемого метода; 3) какие реальные процессы будут играть существенную роль, а какие несущественную; 4) возможность моделирования процессов для их математического описания; 5) возможность применения и суть физических законов, обуславливающих процессы; 6) способы измерения физической величины; 7) последовательность действий при выполнении работы.

Для проведения лабораторных работ наиболее эффективной на наш взгляд является следующая методика проведения занятий:

- короткий (20-25 мин.) экспресс-контрольный опрос студентов с целью выяснения качества домашней подготовки к выполнению лабораторной работы;
- общее знакомство с макетами и порядком выполнения работы, особенностями оборудования, приборов и техники безопасности при выполнении данной лабораторной работы;
- проверка результатов экспресс-контроля и краткое объяснение преподавателям основных ошибок и недостатков, которые были выявлены при проведении контрольной работы;
- индивидуальная работа со студентами при выполнении лабораторной работы (необходимые объяснения, проверка правильности выполнения, текущий контроль полученных результатов);
- подготовка студентами экспериментально снятых данных к проверке преподавателем (графики, результаты расчетов и тому подобное) уточнения результатов работы и их доработка при необходимости;
- оформления протоколов выполнения работы, а также сдача работы преподавателю.

При сдаче учитывается, как качество оформления протокола, так и понимание материала, который изучается студентом, качество ответов на приведенные в методических указаниях

по выполнению работ контрольные вопросы и вопросы, которые возникают в процессе сдачи.

Временное распределение лабораторной работы должно быть следующим (вся лабораторная работа принимается за 100%):

- экспресс-контроль – 10% общего времени;
- выполнение экспериментальной части работы – 40% от общего времени работы;
- обсуждение с преподавателем полученных результатов – 10% общего времени;
- оформление протоколов – 20% общего времени;
- сдача работы – 20% общего времени.

В рамках обсуждения с преподавателем полученных результатов идет небольшое практическое занятие, связанное с объяснением теоретических вопросов, расчетов конкретных технических параметров.

Проводится лабораторная работа преподавателем и учебным мастером, что позволяет индивидуально на протяжении всего занятия работать с конкретным студентом, решать с ним конкретные вопросы, выяснить его общий уровень знаний, оценить его способности и возможности, как исследователя, технического работника, так и личности в целом.

На первом занятии преподаватель должен разбить группу на подгруппы. Обычно это делает староста группы по индивидуальному желанию студентов. Поэтому при формировании бригад не в полной мере учитывается уровень ближайшего индивидуального развития студента. Возникает ситуация, когда одному из студентов материал интересен, а другому не интересен, потому, что он для него прост (высокий уровень развития) или сложен и непонятен (низкий уровень развития). Поэтому предлагается разбить всю группу на подгруппы по ближайшему уровню развития студентов, используя информацию, полученную на лекциях, в результате проведения модульного контроля. А затем работать с подгруппами, учитывая индивидуальные особенности каждой из подгрупп.

Практика использования методики показала, что в процессе проведения лабораторных работ достигается связь между студентами и преподавателем. Это дает преподавателю основания для оперативного влияния и коррекции учебного процесса, обеспечивая высокую эффективность сотрудничества студента и преподавателя.

Предложенная нами методика проведения лабораторных занятий в значительной степени стимулирует самостоятельную работу студента, позволяет использовать все уровни и способы мышления, что значительно улучшает качество обучения.

Литература

Архангельский С.И. Лекции по теории обучения в высшей школе. М.: Высшая школа, 1974. – 384 с.

Назаров А.И., Ханин С.Д. Физическое образование в вузах. Т.11, № 4, 2005 – с.68-79

ИНФОРМАЦИОННО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Куценко С. С. (г.Калининград БГАРФ кафедра физики)

В статье рассматриваются значение и роль информационно-проектной деятельности при обучении студентов технического вуза

The article examines the significance and importance of some information project activities within the teaching of students at higher schools.

Информационно-проектная деятельность студентов в процессе обучения естественнонаучных дисциплин является стратегическим направлением в области образования. Формирование интеллектуального потенциала личности студентов необходимо осуществлять с учетом разрешения проблемы интеграции знаний (т.е. их приобретения, пополнения и передачи).

Инновация проектной деятельности заключается в стимулировании интереса студентов к определенным проблемам, предполагающим владение определенной суммой знаний и через проектную деятельность, предусматривающую решение одной из целого ряда проблем, а также возможности показать практическое применение полученных знаний. В основе проектной деятельности лежит развитие познавательных навыков студентов, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развития критического мышления. Проектная деятельность всегда предлагает решение какой-то проблемы, предусматривающей с одной стороны, использование разнообразных методов, средств обучения, а с другой стороны – интегрирования знаний, умений из различных областей науки, техники.

Примером организации информационно-проектной деятельности является создание средств на базе тренажеров. Тренажерами являются компьютерные приложения к лабораторным работам естественно-научного практикума, включающие виртуальную модель лабораторной установки, теорию и тестовые задания. Это создает образную модель процесса, облегчает усвоение теоретических знаний, позволяет эффективно использовать время обучающихся и преподавателя, развивает умения и навыки работы с компьютером, дает возможность для рефлексии, самоконтроля и самооценки. Самым оптимальным является вариант сочетания использования компьютерных версий, моделирующих процессы, в работой на лабораторной оборудовании.

Тренажерные комплексы дают богатые возможности для формирования у студентов цельной картины управляемой системы с использованием междисциплинарных связей и активизаций механизмов наглядно-образного мышления. Информационно-проектная деятельность формирует у студентов определенные качества личности:

- умение гибко адаптироваться в меняющихся жизненных ситуациях;
- умение самостоятельно приобретать необходимые ему знания, умело приобретать их на практике;
- грамотно работать с информацией (уметь собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать их, выдвигать гипотезы решения проблемы, делать необходимые обобщения, сопоставления с аналогичными или альтернативными вариантами

решения, устанавливать статистические закономерности, делать аргументированные выводы, применять полученные выводы для выявления и решения новых проблем;

- умение работать сообща в разных областях, различных ситуациях;
- быть коммуникабельным, контактным в различных социальных группах.

Для определения эффективности системы развития инженерной проектной деятельности используется диагностика и оценочный критерий, мониторинговые исследования, на основе которых создаются модели готовности студентов к проектной деятельности.

Таким образом, информационно-проектная деятельность – это наука и искусство создавать новые проекты с учетом социально-экономических требований общества, направленная на развитие у студентов логического мышления, синтеза, творческого мышления, личностных качеств, готовности к ее осуществлению. Также проектирование предполагает развитие у студентов наблюдательности, волевого и умственного напряжения, эмоционального подъема, воображения.

Литература

1. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие для студентов педагогических вузов и системы повышения квалификации педагогических кадров. /Е.С.Полат, М.Ю.Бухаркина, М.В.Моисеева, А.Е.Петров; Под ред. Е.С.Полат. – М.:Издательский центр «Академия», 1999 – 224 с.
2. Савельев А.Я., Семушкина Л.Г., Кагерманьян В.С., Модель организации специалиста с высшим образованием на современном этапе. – М.: 2005 – 72 с.

ЗАДАЧИ ОБУЧЕНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ НА ТРЕНАЖЕРАХ

Ремезовский В. М. (г. Мурманск, МГТУ кафедра ЭОС)

In article problems of training and principles of formation of methodical maintenance of training preparation of the ship operator are defined.

Деятельность личного состава, обслуживающего суда с современными интегрированными системами управления, можно соотнести с деятельностью оператора-технолога производственных процессов. При этом основные этапы деятельности (решения задачи) следующие:

- восприятие информации;
- оценка информации, ее анализ и обобщение;
- принятие решения о действиях;
- приведение принятого решения в исполнение;
- контроль результативности выполнения решения.

Первые два этапа относятся к информационному поиску при решении задач, последние два — к обслуживанию решения. Обычно выделяют два вида деятельности (решения задач): с немедленным решением задач и с отсроченным. В задачах первого вида информационный поиск и процесс принятия решения могут практически отсутствовать. Оператор от восприятия переходит к немедленному действию. К этому типу следует отнести задачи поведения в аварийных ситуациях. Основным методом обучения при решении учебных задач первого вида — тренировка или отработка навыка автоматических действий.

К задачам второго вида могут быть отнесены: выполнение проверок технического состояния оборудования; оценки состояния работоспособности; задачи технического обслуживания. Основным методом обучения решению этих задач - формирование знаний, умений и навыков.

По современным представлениям учебный процесс можно рассматривать как сложную динамическую систему взаимодействия элементов. Это взаимодействие организуется и направляется теорией и концепцией обучения. Для повышения надежности и устойчивости управления в большой организационно-технической системе, какой является процесс обучения, управление функционально распределяется на соподчиненные иерархические уровни.

Таких уровней управления можно выделить три. На первом (высшем) уровне орган управления вырабатывает и задает объекту управления (системе второго уровня) сведения о содержании, целях и общих методах обучения, а также содержательный аспект "чему учить?".

В системе второго уровня вырабатывается соответствующая заданному сценарию оптимальная методика процесса "как учить?". Органом управления выступает здесь, например, учебный центр и его основное подразделение — цикл, действующий согласно разработанным учебным программам.

Третий уровень можно установить, исходя из специфики индивидуализированного обучения применительно к формированию профессиональных качеств. Этот уровень рассматривается как основа в создании технических средств обучения, осуществляющих в обучающей

системе связь между преподавателем и обучаемым в ходе формирования знаний, умений и навыков.

Для достижения требуемой (заданной) эффективности подготовки обучаемых в основу формирования методического обеспечения интеллектуального тренинга (ИТ) могут быть положены следующие принципы:

- связи теории с практикой, практического опыта с наукой;
- сознательности, активности и самостоятельности обучаемых;
- системности и последовательности;
- доступности;
- прочности овладения знаниями, умениями и навыками;

Используемый на кафедре ЭОС тренажер DGA-4000 обеспечивает тренинг по контролю и управлению генераторными агрегатами в ручном, автоматизированном и автоматическом режимах работы. Кроме комбинаций режимов контроля и управления, в тренажере предусмотрена возможность имитации различных неисправностей, что позволяет сконцентрировать внимание обучаемого на работе системы автоматического управления в аварийных ситуациях и отработать действия вахтенного в условиях поиска, локализации и устранения неисправностей оборудования.

Возможность работы с современными информационно – измерительными средствами увеличивает активность студента в процессе изучения материала, создает большую заинтересованность и уверенность в успехе.

Для обеспечения обучения в тренажере предусмотрен интерфейс «человек – машина», включающий в себя дисплейный блок, дополнительная панель оператора (ДПО), управляющая программная утилита компании DEIF или внешние устройства. В системе управления мощностью PPU возможно подключение нескольких дисплеев к одному блоку управления. Связь между дисплейными блоками осуществляется по каналу связи на основе шины CAN. Программа M-Vision designer (М-вижн дизайнер) позволяет:

- создать связь между сервером преподавателя и клиентскими (студенческими) компьютерами;
- отображать на экранах компьютеров текущее состояние любого дизель-генераторного блока (текущее состояние блока, действующее значение мощности, ток, сдвиг по фазе, частота, напряжение, положение выключателя, состояние регулятора и число активных аварийных сигналов);
- осуществлять функцию тренда (с выводом на экраны графиков изменения текущих параметров дизель – генераторов);
- осуществлять просмотр текущего состояния используемых входов – выходов микропроцессорных блоков управления;
- позволяет производить настройку параметров системы, таймеров, текстовых сообщений и аварийных сигналов;
- позволяет пользоваться журналом регистрации данных, в которых содержатся отчеты о всех событиях, происшедших с системой.

Пакет прикладных программ ориентирован на обучаемого и преподавателя и позволяет:

а) обучаемому:

- управлять индивидуальными библиотеками процедур и файлами данных;

- осуществлять диалоговое взаимодействие с программными модулями, предназначенными для изучения и освоения определенных операторских и управленческих навыков и разделов учебных программ;

- осуществлять ввод и изменение данных в программы, заложенные в микропроцессорных блоках управления системой.

б) преподавателю:

- документировать и анализировать процесс обучения;

- осуществлять автоматизированное формирование учебных заданий по различным разделам учебной программы;

- управлять групповыми библиотеками процедур и файлами данных;

- прерывать процесс решения задачи, вводить аварийные ситуации и т.д.

Литература

1. В. М.Амбросовский, О.В. Белый. Д.А. Скороходов. С.Н. Турусов Интегрированные системы управления технических средств транспорта. Учебное издание. – СПб.: «Элмор». - 288 с.

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Чернова О.В. (г. Екатеринбург, Российский государственный профессионально-педагогический университет, кафедра профессиональной педагогики)

Educational tasks are considered to be the way of management directing of students activities

Проектирование курса обучения дисциплинам естественнонаучного и общепрофессионального циклов связано с решением ряда задач, в число которых входит и задача управления учебно-познавательной деятельностью студентов. Одним из средств управления может являться система индивидуальных учебных заданий. Под системой индивидуальных учебных заданий понимается структурированная совокупность многокомпонентных, вариативных, разноуровневых заданий, выдаваемых студентам на каждом занятии (лекционном, практическом, лабораторном и пр.). Учебные задания, образующие систему, должны иметь познавательный и операционный характер. При этом учебно-познавательные задачи должны являться подсистемой содержания учебного материала. Учебные задания операционного типа должны включать в себя: а) практические умения в рамках курса, б) операционные умения работы с учебной информацией.

Система состоит из блоков, соответствующих разделам курсов, и подблоков, соответствующих темам конкретных занятий. В целом блочную структуру системы индивидуальных учебных заданий можно рассматривать как расширенный и детализованный вариант структурно-логической схемы учебной дисциплины.

Проектирование системы индивидуальных учебных заданий базируется на методологии системного и деятельностного подходов и состоит из следующих этапов:– проектирование системы целей обучения дисциплине; – отбор и структурирование содержания обучения дисциплине;– разработка заданий для каждого из этапов учебно-познавательной деятельности обучающихся;– разработка система рейтингового контроля усвоения знаний и способов действия (процедуры и результатов обучения).

Система целей обучения ориентирована на достижение необходимого уровня знания в данной предметной области, уровня владения методологическим знанием, овладение навыками работы с учебной информацией, навыками логического мышления, а также способствующая усилению мотивации и формированию самостоятельной учебно-познавательной деятельности.

Способом реализации структуры целей является структура содержания обучения.

На наш взгляд принципами отбора содержания по дисциплине являются:

теоретическая часть курса должна представлять собой набор последовательно и полно изложенных разделов-блоков (например, для дисциплины «Теоретическая механика» этими разделами являются статика, кинематика, динамика). При этом необходимо заострять внимание на тех понятиях, отношениях, утверждениях, которые лежат в основе соответствующей структуры;

каждый из включенных в курс разделов должен иметь начало, конец и четко прослеживаемую линию на протяжении всего курса. Если эта линия достаточно длинна (например, развитие понятия движение в курсе «Теоретическая механика»), она может представлять собой

спираль, витки которой соответствуют различным уровням абстракции. При этом на каждом следующем уровне подчеркиваются те свойства рассматриваемого понятия, которые были выявлены на низших витках спирали. Таким способом формируется идея изоморфизма изученных структур, которая является одной из основных идей современного естественнонаучного и математического знания;

обучаемые должны выполнять большой набор упражнений для выработки автоматических навыков оперирования объектами, изучаемых структур естественнонаучных дисциплин. При этом должны быть подобраны примеры, содержащие как чисто абстрактные символы, так и объекты, имеющие определенную интерпретацию;

текстовые задачи можно рассматривать как формализованную прикладную задачу. В этом смысле обучение решению текстовых задач является обучением работы с технической моделью, что представляет собой основное содержание прикладных наук. Для углубления практической направленности проектируемого курса необходимо:

сопровождать текстовыми задачами весь курс изучения дисциплины;

широко практиковать составление задач обучаемыми;

как можно шире привлекать в текстовые задачи материал смежных дисциплин, возможно, несколько забегая вперед изучения соответствующих разделов;

практиковать составление задач по описанию неформализованных ситуаций. Полученные при этом модели должны содержать хорошо изученный материал;

решение некоторых текстовых задач должно сопровождаться предварительной оценкой результата, сверкой полученного решения с этой оценкой, обсуждением влияния на полученный результат тех или иных величин (возможно, и не входящих в условие задачи);

обобщающие занятия, занятия закрепления должны содержать задание на составление планов и алгоритмов решения изученных классов задач и упражнений;

При структурировании содержания необходимо провести понятийный, логический и методологический анализ не только собственно курса, но и структурно-логической схемы подготовки специалиста. Результатом структурирования является систематизированное учебное знание, *инвариант* которого может быть следующим:

- факты и задачи, приводящие к теоретическим обобщениям;
- объекты, изучаемые в данной предметной области;
- научные понятия курса, их определения и классификации;
- общенаучные теории и закономерности (системность, причинность, логичность, историзм и др.);
- явления и процессы, связанные с изучаемыми объектами;
- теории, законы (теоремы), закономерности научной области знания;
- методы расчета (математические модели);
- использование изучаемых в дисциплине явлений в практике и в профессиональной деятельности;
- контекстное знание (в контексте развития техники, науки, методологии профессиональной деятельности);
- операционные знания или технологические (знания о том, как сделать).

Содержание обучения разрабатывается на уровне структурно-логических схем, программ, тематических планов, методических разработок занятий.

Система индивидуальных учебных заданий предусматривает применение различных видов учебных заданий на каждом этапе учебно-познавательной деятельности обучающихся. Так, например, на ориентировочном (подготовительном, информационном, мотивационном) целесообразно применять тесты входного контроля по темам курса, задания на анализ анкеты-алгоритма деятельности, анализ структуры содержания курса, графика прохождения курса, таблицы рейтинговых оценок всех видов учебных заданий по курсу. На исполнительском этапе – конспект лекций с элементами структурирования информации по типу дидактических многомерных инструментов, образцы решения типовых задач, самостоятельное составление опорных конспектов, структурно-логических схем тем, сводных таблиц, инструкционных карт. На этапе контроля деятельности – контрольные, расчетно-графические, курсовые работы, индивидуальные задания, задания в тестовой форме. На коррекционном – карточки-эталоны, контрольно-обучающие программно-педагогические средства.

Для создания условий формирования целостной самостоятельной учебно-познавательной деятельности индивидуальные учебные задания, образующие систему, предполагается использовать на каждом учебном занятии.

На лекции целесообразно применять следующие виды учебных заданий: входной контроль; построение структурно-логических схем курса, раздела, темы; таблицы аналогии, сводные таблицы. На практических занятиях: составление таблиц понятийного анализа, опорных конспектов, алгоритмов решения типовых задач и решение задач по составленному алгоритму, задание на классификацию понятий по какому-либо основанию, выделение оснований для классификации, составление структурно-логических схем знания, анализ учебного текста. На контрольных занятиях: контрольные работы; защита расчетно-графических работ; защита курсовых работ, тесты по уровню знаний, индивидуальные задания.

Методика применения системы индивидуальных заданий включает в себя следующие элементы: мотивационное обоснование задания; обоснование структуры и последовательности выполнения задания; рейтинговую оценку выполнения каждого учебного задания; выполнение задания (совместно с преподавателем, самостоятельно индивидуально, самостоятельно группами); проверку (самопроверку и взаимопроверку) и оценку (самооценку и взаимооценку), выполнения задания по объему и качеству.

Теоретические и практические исследования привели нас к необходимости разработки методики *пошагового* обучения. С нашей точки зрения для реализации *пошагового* обучения необходимо два этапа: подготовительный и исполнительский.

На подготовительном этапе разрабатывается необходимое обеспечение процесса обучения как педагогической подсистемы. Разрабатывается система целей обучения, воспитания и развития (общих и частных, познавательных и операционных, развивающих). Разрабатывается содержание обучения на уровне структурно-логических схем, программ, тематических планов, методических разработок занятий. Разрабатывается методика *пошагового* обучения, в которой на каждом шаге реализуется двуединая задача: усвоение знаний и усвоение способа интеллектуального действия. Разрабатывается система индивидуальных учебных заданий. Разрабатывается система рейтингового контроля усвоения знаний и способов действия (процедуры и результатов обучения).

Второй этап (исполнительский) реализуется по принципу “шаг за шагом”:

1 шаг – мотивационный (реализуется во время первой лекции по разделу). Деятельность преподавателя состоит в постановке целей на занятие, объяснении способов работы с учебной информацией, введении в систему контроля, актуализации опорных знаний. Взаимодействие

проявляется в совместной постановке целей. Управление совместной деятельностью достигается планированием, подготовкой (до начала занятия), организацией и проведением входного контроля.

2 шаг – информационный (реализуется во время лекции - объясняется структурированный учебный материал). Целью преподавателя является объяснение структурированного учебного материала. Целью обучаемых – конспектирование лекции с элементами структурирования информации. Взаимодействие проявляется в выборе стилей, организации элементов диалога во время лекции, обсуждении результатов. Управление совместной деятельностью заключается в структурировании учебного материала, планирования, подбора заданий.

3 шаг – шаг работы с учебной информацией (реализуется частично на лекции, частично на самостоятельной работе). Целью преподавателя является обеспечение деятельности обучаемых: методическое, информационное, дидактическое. Целью обучаемых – «присвоение» учебного материала. Деятельность преподавателя состоит в объяснении и консультировании. Деятельность обучаемых заключается в выделении объектов изучения, инварианта знания о каждом объекте, установление отношений родовое - видовое, границ применимости закономерностей, теорий, способов, гипотез. Взаимодействие проявляется в организации самостоятельной работы, коллективной мыследеятельности. Управление совместной деятельностью заключается в разработке дидактического обеспечения и контроле качества по выделенным критериям.

4 шаг – шаг работы с учебной информацией (реализуется частично на лекции, частично на самостоятельной работе). Целью преподавателя является консультирование, обеспечение деятельности обучаемых: методическое, информационное, дидактическое. Целью обучаемых – «присвоение» учебного материала, приобретение навыков структурирования учебного материала, систематизация знания, перенос. Деятельность преподавателя состоит в консультировании. Деятельность обучаемых заключается в доработке конспектов лекции, составлении опорных конспектов, таблиц, структур. Взаимодействие проявляется в организации самостоятельной работы, коллективной мыследеятельности. Управление совместной деятельностью заключается в разработке дидактического обеспечения и контроле качества по выделенным критериям.

5 шаг – шаг обсуждения учебного материала, реализуется во время практических занятий. Целью преподавателя является организация вербальной деятельности обучаемых. Целью деятельности обучаемых – формулирование понятий, обоснование, подведение под понятие, перенос, ассоциативное мышление. Деятельность преподавателя состоит в организации коллективной мыследеятельности. Деятельность обучаемых заключается в отработке инварианта знания. Взаимодействие проявляется в организации самостоятельной работы, коллективной мыследеятельности. Управление совместной деятельностью заключается в организации дискуссий, деловых игр, управлении коллективной мыследеятельности.

6 шаг – шаг применения (знаний и операций) реализуется на практических занятиях. Целью преподавателя является организации самостоятельной работы обучаемых по решению индивидуальных заданий. Целью обучаемых – научиться применять теоретические знания к решению типовых задач, овладение операционными умениями. Деятельность преподавателя состоит в организации коллективной мыследеятельности. Деятельность обучаемых заключается в выполнении индивидуальных заданий различного уровня сложности. Взаимодействие проявляется в организации индивидуальной работы, работы в группах. Управление совместной деятельностью заключается в разработке индивидуальных заданий, организации индивидуальной работы, работы в группах, контроле.

7 шаг – шаг закрепления - реализуется на практических занятиях, самостоятельной работе. Целью преподавателя является закрепление знаний, операций, перенос знаний и умений в

нестандартные ситуации. Целью обучаемых – систематизация знаний. Взаимодействие проявляется в организации защиты выполненных работ. Управление совместной деятельностью заключается в разработке индивидуальных заданий, организации индивидуальной работы, работы в группах, контроле.

8 шаг – шаг контроля - реализуется на контрольной или расчетно-графической работе, обобщающей лекции. Целью преподавателя является контроль знаний и умений по уровням усвоения. Целью обучаемых – самооценка уровней усвоения. Деятельность преподавателя состоит в организации контрольных занятий. Деятельность обучаемых заключается в выполнении контрольных заданий. Взаимодействие проявляется в организации индивидуальной работы. Управление совместной деятельностью заключается в организации контроля.

9 шаг – шаг подведения итогов. Реализуется во время итоговой контрольной работы, обобщающей лекции, зачета. Целью преподавателя является оценка качества усвоения учебного материала. Целью обучаемых – анализ самооценки. Деятельность преподавателя состоит в подведении итогов. Деятельность обучаемых заключается в анализе итогов. Взаимодействие проявляется в обсуждении итогов совместной деятельности. Управление совместной деятельностью заключается в организации итогового обсуждения.

Таким образом, создаются условия для управления учебно-познавательной деятельностью студентов в процессе освоения содержания естественнонаучных и базовых общепрофессиональных дисциплин. Предложенная модель системы учебных заданий и методика ее применения могут стать основой формирования учебно-методических комплексов дисциплин, проектируемых с учетом реализации требований стандартов нового поколения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Шиян А. Ф. (Мурманск, МГТУ, кафедра Электрооборудования судов),

Шиян Н. В., Лукоянова Л. В. (г.Мурманск, МГТУ, кафедра Экономической теории и национальной экономики)

Abstract. Possibilities of use of an individual educational Internet site for increase of efficiency of independent work of students are considered

Главная задача вуза – воспитание и подготовка квалифицированных специалистов, конкурентоспособных на мировом рынке, способных самостоятельно решать стоящие перед ними производственные задачи. Ее решению подчинена вся многогранная деятельность учебного заведения, во всех видах которой развитию самостоятельности будущего специалиста уделяется серьезное внимание. Невозможно обучение без развития – в виде репродукции знаний, необходимо перевести студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность.

На аудиторных занятиях преподаватель организует самостоятельную учебную деятельность студента таким образом, чтобы он мог проявить свой творческий потенциал, найти собственное решение исследуемой проблемы. Наблюдая непосредственно деятельность студента, преподаватель имеет обратную связь, позволяющую без запаздывания – синхронно реагировать на учебную ситуацию и направлять ее развитие в оптимальное русло.

Организовать эффективную самостоятельную учебную деятельность студентов и курсантов во время внеаудиторных занятий – во время их самостоятельной работы, задача более сложная, т.к. обратная связь асинхронная, запаздывающая. Уменьшить время отклика преподавателя на изменение учебной ситуации, в которой находится студент или курсант в процессе самостоятельной работы, позволяет введение дополнительных каналов связи между субъектами учебного процесса. В настоящее время таким каналом все чаще становится Интернет.

В МГТУ Интернет используется очень широко. В стенах нашего вуза каждый наш студент может бесплатно подключить свой компьютер к локальной сети, используя Wi-Fi соединение. Сайт МГТУ предоставляет пользователям не только методические материалы, но и дает возможность обратной связи: обучаемый может отправить своему преподавателю свой вопрос по электронной почте. Также, студенты могут выполнять удаленно пробные и контрольные тестирования по своим дисциплинам, результаты которых документируются на сайте и доступны преподавателю и студенту.

Наиболее широкие возможности организации обратной связи между обучаемым и преподавателем предоставляются студентам Института дистанционного образования (ИДО). Помимо выше перечисленных возможностей они могут на сайте ИДО получать в режиме on-line консультации своих преподавателей, а в ЦИТ МГТУ создана видеостудия, обеспечивающая через Интернет видеоконференцсвязь между учебными видеостудиями МГТУ и его филиалов.

Очевидно, что потребность в этих формах связи очень широка. Поэтому преподаватели используют в своей работе и другие общедоступные Интернет-ресурсы: электронную почту, собственные учебные сайты, учебные Интернет-форумы, организуют учебные видеоконференции и вебинары.

По Интернет-адресу <http://af-mgtu.narod.ru/> размещен учебный сайт по электротехнике, в помощь курсантам и студентам МГТУ: специальностей 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», 140211 «Электроснабжение», 260601.65 «Машины и аппараты пищевых производств» и 260602.65 «Пищевая инженерия малых предприятий».

Будущие инженеры любой из перечисленных выше специальностей с главной страницы переходят по соответствующей гиперссылке на свою страничку. На страничке соответствующей специальности размещен каталог методических материалов, выложенных на сайт для этой специальности:

Содержание дисциплины в соответствии с ГОС ВПО;

Вопросы для подготовки к экзамену. Список рекомендуемой литературы;

Задания на курсовую работу;

РГЗ;

Методические рекомендации к самостоятельной работе;

Методические материалы по использованию программных продуктов для расчета электрических цепей и компьютерного моделирования их работы;

Лучшие доклады на СНТК;

Консультации по теоретическим вопросам дисциплины;

Примеры решения электротехнических задач;

Ссылки на сайты отражающие перспективы развития электротехники;

Приведен адрес электронной почты для связи с преподавателем.

Инженерные дисциплины формируют у будущих специалистов навыки применения формализованных методов расчета устройств, техническую поддержку которых должен обеспечивать данный специалист. Закрепить эти навыки будущий инженер должен во время самостоятельной работы.

Чтобы оптимизировать временные затраты обучаемого в процессе самостоятельной работы при выполнении вычислительного эксперимента, обучаемого нужно научить пользоваться современными системами компьютерной математики. Учебный сайт может содержать уроки обучающие работе с подобными программами. На рис. 1 показана страничка нашего сайта, на которой размещены рекомендации по работе с бесплатным программным пакетом компьютерной математики Scilab.

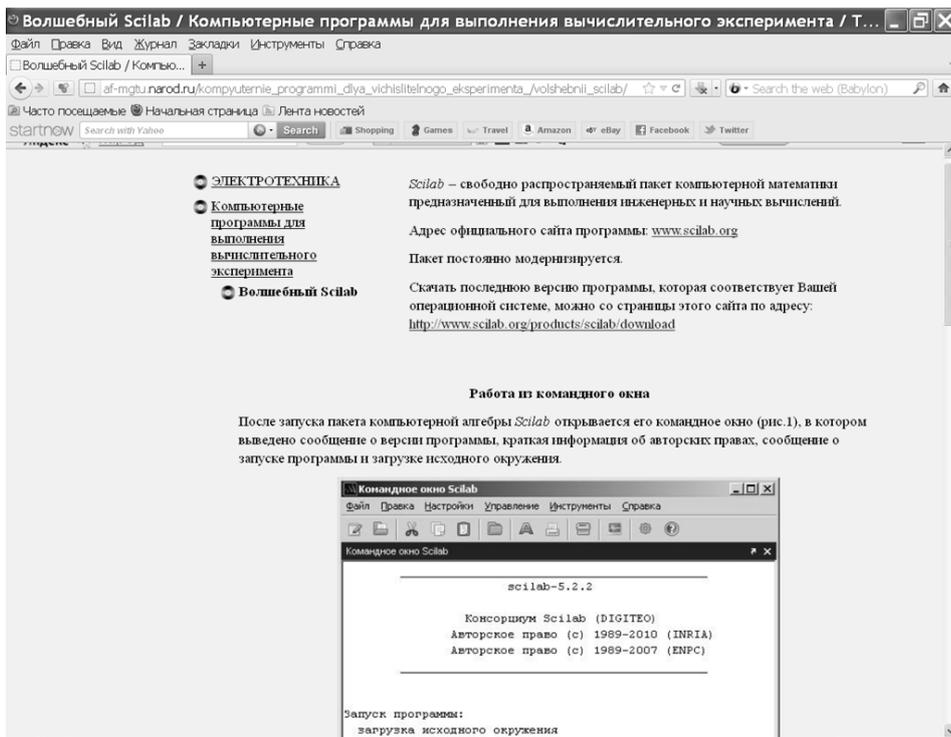


Рис. 1

Использование индивидуального учебного сайта преподавателя позволяет сделать обратную связь между субъектами учебного процесса более динамичной, а руководство преподавателя самостоятельной работой студента более эффективным.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Шиян А. Ф. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Электрооборудования судов),

Шиян Н. В., Мартынова Е. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Экономической теории и национальной экономики),

Abstract. Possibilities of use of software packages Scilab, Maxima and Mathematica for the decision of educational problems are considered. On an example show a solution of a problem about movement of the sea ship with acceleration

В настоящее время имеется огромный выбор программных пакетов компьютерной математики, способных оптимизировать временные затраты на решение многих сложных учебных задач, рассматриваемых в процессе изучения естественнонаучной дисциплины.

Особое место среди пакетов компьютерной математики занимает «Mathematica» – пакет символьной математики фирмы Wolfram Research. Интуитивно понятный интерфейс этого программного продукта требует минимума учебного времени на обучение работе с пакетом. Однако этот пакет не бесплатный. Среди свободно распространяемых пакетов компьютерной математики, наиболее удобным для решения учебных задач, является, по нашему мнению, пакет «Scilab». Конечно, приходится мириться с тем, что этот пакет позволяет осуществлять ввод выражений только в строчной форме, но к этому легко привыкнуть.

Проиллюстрируем достоинства и недостатки пакета «Scilab» на примере решения конкретной учебной задачи.

Задача. На глубокой и спокойной воде осуществляется разгон судна от нулевой скорости (относительно воды) до установившегося ее значения, соответствующего заданному положению телеграфа. Считать, что упор винта (сила, с которой винт толкает судно) в режиме разгона судна остается постоянным и равен $P = 465$ кН. Сопротивление воды пропорционально квадрату скорости судна. Определить зависимость скорости движения судна от времени, найти установившуюся скорость движения судна (ответ выразить в узлах; 1 узел = 1852 м/ч $\approx 0,51$ м/с).

Коэффициент сопротивления движению $K = 11280$ кг/м. Водоизмещение судна $T = 7500$ т, масса судна при прямолинейном движении $M \approx 1,1T$ (с учетом присоединенных масс воды – при своем движении судно перемещает вместе с собой некоторую часть воды, взаимодействующей с корпусом судна).

Решение. Решая эту задачу, студенты и курсанты исследуют физику процесса и, применив законы динамики, составляют две математические модели движения судна.

Первая модель характеризует динамику изменения скорости судна. Она выражается дифференциальным уравнением (решение которого «ручным» способом – задача трудоемкая):

$$M \frac{dv}{dt} = P - Kv^2.$$

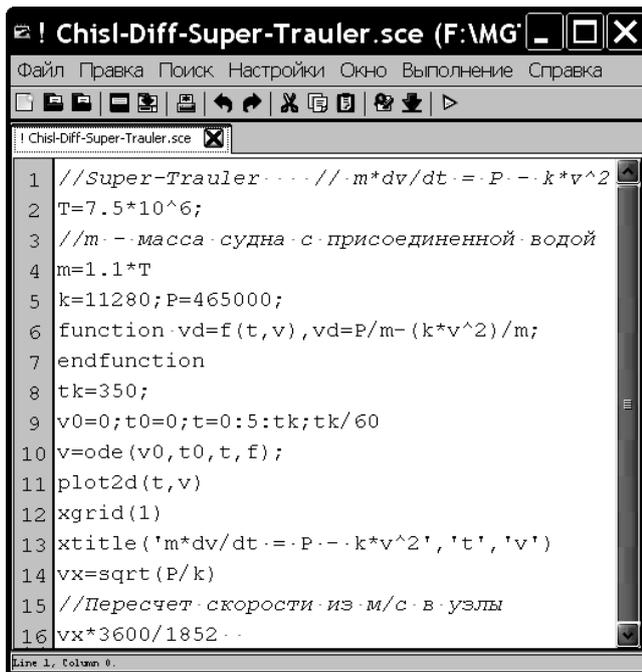
Вторая модель

$$P - Kv^2 = 0,$$

характеризует движение судна с установившейся скоростью. Из второй модели установившаяся скорость движения находится простым вычислением:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{P}{K}} \approx 6,42 \text{ м/с} \approx 12,5 \text{ узлов.}$$

Решение задачи средствами Scilab. На рис.1 показано рабочее окно (окно файла-сценария) интегрированного в *Scilab* блокнота, в котором приведен текст программы для решения этой же физической задачи численными методами. Запуск программы из файла-сценария осуществляется комбинацией клавиш **Ctrl + L**. Результат работы программы наблюдаем в командном окне (рис. 2), предназначенном для вывода текстовых результатов исполнения команд.



```
1 //Super-Trauler . . . // m*dv/dt = P - k*v^2
2 T=7.5*10^6;
3 //m . . . масса судна с присоединенной водой
4 m=1.1*T
5 k=11280; P=465000;
6 function vd=f(t,v), vd=P/m - (k*v^2)/m;
7 endfunction
8 tk=350;
9 v0=0; t0=0; t=0:5:tk; tk/60
10 v=ode(v0, t0, t, f);
11 plot2d(t, v)
12 xgrid(1)
13 xtitle('m*dv/dt = P - k*v^2', 't', 'v')
14 vx=sqrt(P/k)
15 //Пересчет скорости из м/с в узлы
16 vx*3600/1852
```

Рис. 1

```

Командное окно
Файл Правка Настройки Управление Инструменты Справка
загрузка исходного окружения
-->// Super-Trawler // m*dv/dt = P - k*v^2
-->T=7.5*10^6;
-->// m - масса судна с присоединенной водой
-->m=1.1*T
m =
    8250000.
-->k=11280;P=465000;
-->function vd=f(t,v),vd=P/m-(k*v^2)/m;
-->endfunction
-->tk=350;
-->v0=0;t0=0;t=0:5:tk;tk/60
ans =
    5.8333333
-->v=ode(v0,t0,t,f);
-->plot2d(t,v)
-->xgrid(1)
-->xtitle('m*dv/dt = P - k*v^2','t','v')
-->vx=sqrt(P/k)
vx =
    6.4205455
-->//Пересчет скорости из м/с в узлы
-->vx*3600/1852
ans =
    12.480542

```

Рис. 2

Графические результаты выводятся в графическое окно (рис.3). Такая организация интерфейса удобна тем, что позволяет оптимизировать процесс отладки исходного текста программы. Текст программы для численного решения дифференциального уравнения средствами Scilab практически совпадает с математическим языком. Символьного решения дифференциального уравнения Scilab не дает, хотя позволяет решать в символьной форме практически любые алгебраические уравнения, включая алгебраические уравнения на множестве комплексных чисел.

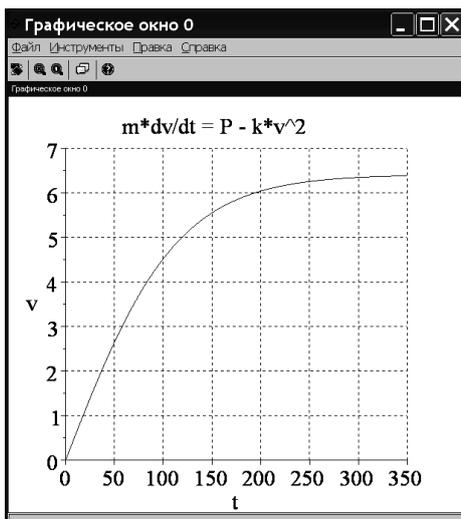


Рис. 3

Решение задачи средствами системы символьной математики Maxima. Символьное решение дифференциальных уравнений можно выполнить с помощью другого бесплатного про-

граммного продукта – средствами пакета компьютерной математики Maxima. Maxima – очень мощный пакет, позволяющий решать практически любые учебные и научные задачи. На рис. 4 показано рабочее окно этого пакета с пятью ячейками ввода-вывода.

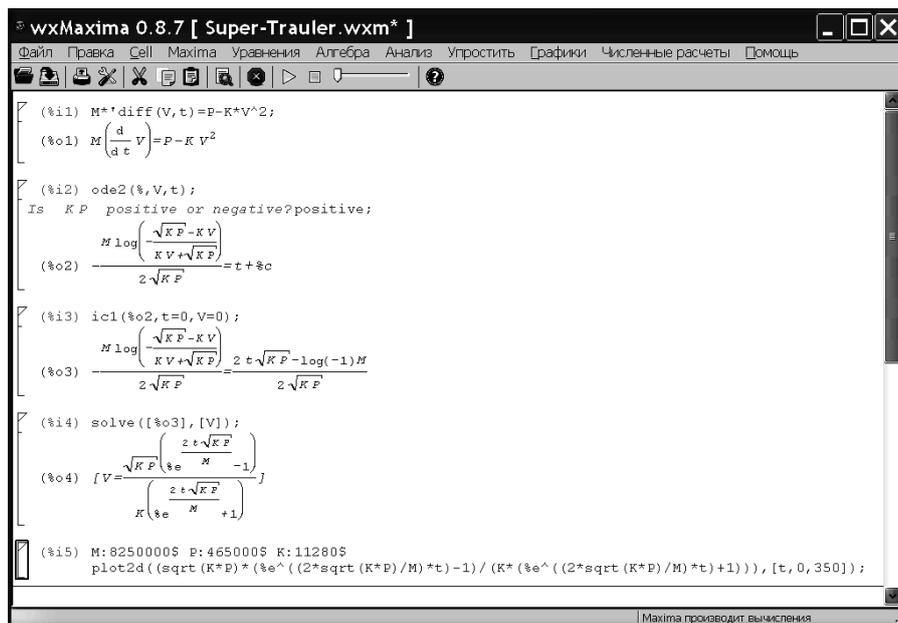


Рис. 4

В первой ячейке введена команда на ввод в программу исследуемого дифференциального уравнения:

$$M*'diff(V,t)=P-K*V^2;$$

Как видно из записи, команда является представлением исследуемого дифференциального уравнения в строчной системе записи. После диалога с пользователем, продолжительность которого зависит от степени сложности задачи, Maxima выдает решение. В исследуемом случае ответ был получен в четвертой ячейке ввода вывода:

$$v = \sqrt{KP} \left(e^{2 \frac{\sqrt{KP}}{M} t} - 1 \right) / \left[K \left(e^{2 \frac{\sqrt{KP}}{M} t} + 1 \right) \right]. \quad (1)$$

В пятой ячейке ввода-вывода мы присвоили числовые значения символьным константам, входящим в уравнение (1) и задали команду plot2d, для вывода графика функции скорости. На рис. 5 показано графическое окно программы Maxima с полученным результатом – графиком изменения скорости судна на участке разгона.

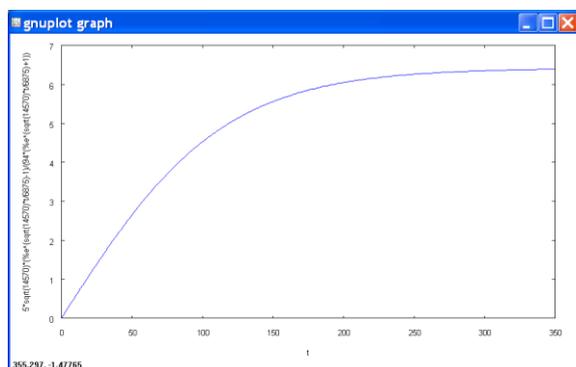


Рис. 5

Решение задачи средствами системы символьной математики *Mathematica*. При решении данной задачи наиболее оптимально использовать пакет «Математика», который позволит получить аналитическое решение, задав в программе всего 2-3 строки программного кода, написанного языком, практически повторяющим естественный язык математики.

Для символьного решения исследуемого дифференциального уравнения в среде пакета *Mathematica*, в ячейку ввода открытого блокнота (рис. 6) достаточно ввести всего одну команду – `DSolve` (решить дифференциальное уравнение).

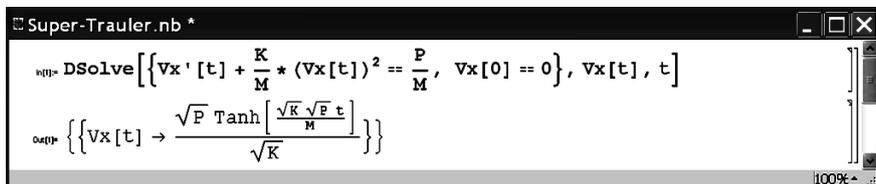


Рис. 6

На рис. 7 показана ячейка ввода с командным кодом присвоения числовых значений символьным константам, уравнением графика скорости и команда инициализации вывода графика функции скорости. После исчисления ячейки ввода результат выводится в ячейку вывода графика.

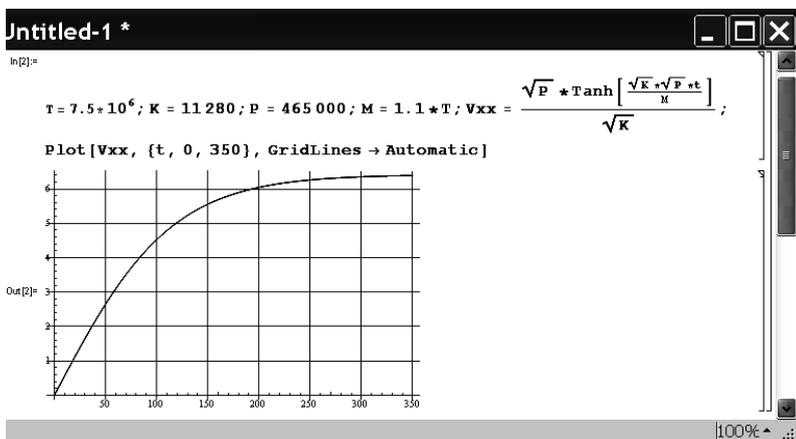


Рис. 7

Однако пакет Математика не бесплатный. Поэтому пакеты *Scilab* и *Maxima* являются для учебного процесса вполне приемлемой бесплатной альтернативой.

ХИМИЯ

ИЗУЧЕНИЕ КИСЛЫХ СУЛЬФИТНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОСКОПИИ

Васёха М.В. (г. Мурманск, МГТУ, технологический факультет, кафедра химии)

Abstract

It is executed spectrophotometric studying of water sour sulphit solutions. Specific character of absorption of ions HSO_3^- , $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ and also $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ in the UV-range is studied. Degree of a dimerization of a hydrosulphite-ion depending on concentration of a solution is established.

Аннотация

Проведено спектрофотометрическое исследование водных сульфитных растворов в кислой среде. Изучен специфический характер поглощения ионов HSO_3^- , $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$, а также $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в УФ-диапазоне. Установлена степень димеризации гидросульфит-иона в зависимости от концентрации раствора. определена константа равновесия процесса: $2\text{HSO}_3^- = \text{S}_2\text{O}_5^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.

Интерес к изучению кислых сульфитных растворов возник в связи с разработкой технологии сульфитной конверсии железогидратных отходов медно-никелевого производства [1], в основе которой лежит процесс восстановления Fe(III) сульфитными соединениями, в частности сульфитом натрия. Для установления механизма окислительно-восстановительной реакции необходима информация об ионном составе кислых сульфитных растворов.

Исследования, проведенные в данной области [2] показывают, что в кислых сульфитных растворах при молярной концентрации сульфитной серы менее $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л в УФ-спектрах наблюдается одна полоса поглощения в области 205 нм, характерная для гидросульфит-иона HSO_3^- . При повышении концентрации растворов до 10^{-2} моль/л наблюдается сдвиг пика до 220 нм, так называемый батохромный сдвиг, который соответствует изомеризации гидросульфит-иона. При молярной концентрации HSO_3^- свыше $3 \cdot 10^{-2}$ моль/л происходит его димеризация с переходом в пиросульфит-ион:



В результате появляется характерный для пиросульфита максимум поглощения при 255-258 нм. Образование пиросульфит-иона может повлечь за собой изменение механизма сульфитной конверсии и привести к появлению новых продуктов.

Целью настоящей работы явилось определение степени димеризации гидросульфита в пиросульфит при различных концентрациях, а также изучение специфического характера поглощения сульфитных растворов в кислой среде.

Растворы сульфита натрия готовились путем разбавления кристаллического Na_2SO_3 (х.ч.) в обезгаженной дистиллированной воде. Для сопоставления содержания серы(IV) в изучаемых растворах выбрана молярная концентрация эквивалента (нормальность). Формулы эквивалентов сульфита натрия и сернистого газа и пиросульфита натрия равны соответственно $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_3$, $\frac{1}{2}\text{SO}_2$ и $\frac{1}{4}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

УФ-спектры снимались в диапазоне длин волн 190 - 350 нм на приборе T70 UV/VIS Spectrometer. Значение pH растворов устанавливалось добавлением серной кислоты.

Выявление характерных полос поглощения ионов гидросульфита и пиросульфита в УФ диапазоне изучали при pH от 7,0 до 1,5. Переход в более кислую область сопровождается обильным выделением из раствора SO_2 , что не позволяет проводить точных измерений.

Молярные концентрации эквивалента сернистых соединений изменялись от $2 \cdot 10^{-3}$ до 1.5 моль·л⁻¹. Заданное значение ионной силы поддерживалось введением сульфата натрия.

При изучении зависимости оптической плотности (A) раствора сульфита натрия от длины волны (λ) при pH = 4.5 для растворов с молярной концентрацией эквивалента $C(\frac{1}{2}Na_2SO_3)$ от 0,002 до 1,000 моль/л показано, что с ростом концентрации появляется пик при $\lambda = 256$ нм (Рис. 1).

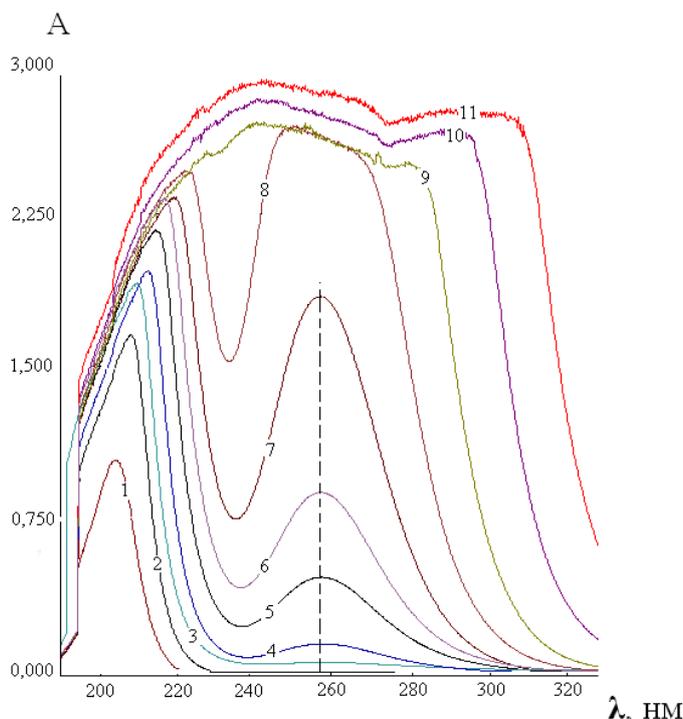


Рис. 1. Зависимость оптической плотности (A) раствора сульфита натрия от длины волны (λ) при pH = 4.5 для растворов с молярной концентрацией эквивалента $C(\frac{1}{2}Na_2SO_3)$, моль·л⁻¹: 1 – 0.002; 2 – 0.020; 3 – 0.030; 4 – 0.050; 5 – 0.100; 6 – 0.150; 7 – 0.200; 8 – 0.300; 9 – 0.500; 10 – 1.000;

В полосе поглощения пиросульфита 256 нм при pH = 4.5 в растворах с молярной концентрацией эквивалента сульфита натрия до 0.2 моль·л⁻¹ наблюдается незначительное отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Зависимость $D_{256} = f(C(\frac{1}{2}Na_2SO_3))$ имеет линейный характер с коэффициентом корреляции 0.9652. Содержание пиросульфита при концентрациях, соответствующих кривым 3 – 7 (рис.1) найдено по формуле:

$$C(1/4 S_2O_5^{2-}) = 4D_{256} / \epsilon_{256}$$

Значение молярного коэффициента светопоглощения принято $\epsilon_{256} = 143$ [3]. Результаты расчета концентрации пиросульфит-иона и степени димеризации гидросульфит-иона представлены в табл. 1.

Табл. 1. Степень димеризации гидросульфит-иона

$C_0(\frac{1}{2}Na_2SO_3)$, моль·л ⁻¹	0.030	0.050	0.100	0.150	0.200
--	-------	-------	-------	-------	-------

$C(\frac{1}{4}S_2O_5^{2-})$, моль·л ⁻¹	$1.426 \cdot 10^{-3}$	$3.804 \cdot 10^{-3}$	$1.303 \cdot 10^{-2}$	$2.464 \cdot 10^{-2}$	$5.172 \cdot 10^{-2}$
Степень димеризации гидросульфит-иона, %	4.75	7.61	13.03	16.43	25.86

Сдвиг пика в области длины волны 205 - 222 нм объясняется таутомерным переходом $HO_2SO_2^- \rightarrow HSO_3^-$ со значением логарифма константы таутомеризации $\log K_t = 1.6 \pm 1.4$ [4].

Теоретически в кислой среде пиросульфит-ион может протонироваться и приводить к образованию гидропиросульфит-иона и пиросернистой кислоты $HS_2O_5^-$ и $H_2S_2O_5$. Доказать или опровергнуть наличие протонированных форм можно путем нахождения изобестической точки. Для этого сняты спектры с раствора сульфита натрия с фиксированной концентрацией и изменяющимся рН (Рис. 2)

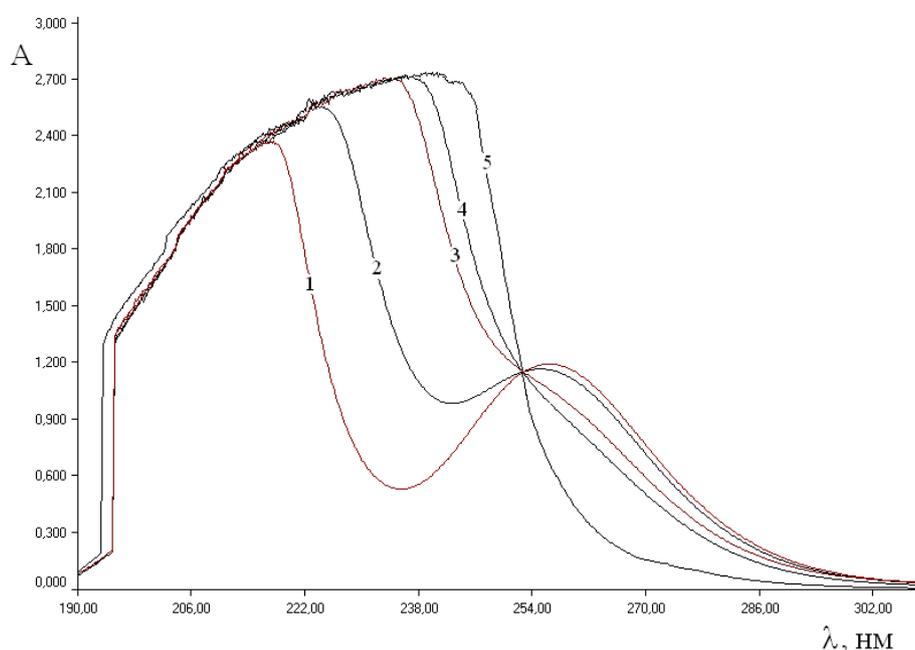


Рис. 2. Изобестическая точка в растворе сульфита натрия с молярной концентрацией эквивалента $C(\frac{1}{2}Na_2SO_3)$ 0,2 моль·л⁻¹ при значениях рН: 1 – 4,5; 2 – 5,2; 3 – 5,7; 4 – 6,2; 5 – 7,0.

Наличие изобестической точки говорит о том, что при указанных условиях существует равновесие только между двумя спектральными состояниями, способными к взаимному переходу, а именно HSO_3^- и $S_2O_5^{2-}$. Можно утверждать, что протонированные формы $HS_2O_5^-$ и $H_2S_2O_5$ отсутствуют.

В изобестической точке при 252,8 нм и $l = 1$ см молярные коэффициенты поглощения HSO_3^- и $S_2O_5^{2-}$ равны: $\epsilon_{252,8}^i = 11,52$

Оптическая плотность при этой длине волны не зависит от соотношения концентраций ионов. Дальнейший переход в кислую область сопровождается протеканием процесса, приводящего к трансформации пиросульфит-иона в гидратированный оксид серы(IV) $SO_2 \cdot H_2O$ смещению пиков, присущих пиросульфиту от 257 нм до 273 нм..

Авторы [3] связывают смещение пика поглощения пиросульфит-иона с протонированием иона $S_2O_5^{2-}$ и образованием $H_2S_2O_5$, а точнее $S_2O_4 \cdot H_2O$, максимум поглощения которого 273 - 276 нм соответствует свободному SO_2 . При увеличении концентрации раствора доля протонированных ионов снижается и пик смещается в полосу поглощения, характерную для пиросульфита.

Для подтверждения того, что при 273 нм поглощает $SO_2 \cdot H_2O$, были приготовлены растворы сернистого газа путем пропускания SO_2 через дистиллированную воду, с последующим снятием УФ-спектров. Показано, что независимо от степени насыщения раствора сернистым газом наблюдается единственный пик поглощения.

В разбавленных растворах сернистого газа пик при 276 нм восходящий, а при повышении концентрации становится нисходящим. Аналогичный пик наблюдается в сильноокислых растворах сульфита натрия.

Выводы.

В результате спектрофотометрическое исследование водных сульфитных растворов в кислой среде в УФ-диапазоне изучен специфический характер поглощения ионов HSO_3^- , $S_2O_5^{2-}$, а также растворенного сернистого газа. Установлена степень димеризации гидросульфит-иона, которая с увеличением содержания S(IV) в растворе от 0,03 до 0,2 моль·л⁻¹ увеличивается от 4,75 до 25,86%.

Появление в растворе Na_2SO_3 дитионат-ионов приводит к тому, что окисление сульфитного раствора идет по двум механизмам. Сульфит-ионы окисляются до сульфата, а пиросульфит-ионы – до дитионата. Знание данного факта позволяет выбирать нужную концентрацию раствора восстановителя при сульфитной конверсии железистого кека медно-никелевого производства.

Литература

1. Мотов, Д. Л. К вопросу гидрометаллургии железистого кека / Д. Л. Мотов, М. В. Васёха // *Металлы*. - 2005. - № 1. - С. 42-47.
2. Боголицын, К. Г. Химия сульфитных методов делигнификации древесины / К. Г. Боголицын, В. М. Резников. - М. : Экология, 1994. – 288, [1] с.
3. Архипова, Г.П. Спектрофотометрическое исследование водных бисульфитных и пиросульфитных растворов // Г.П. Архипова, И.И. Чистякова / *Журн. прикл. химии*. - 1971, №10. - С. 2193 – 2197.
4. Guthrie, J. P. Tautomeric equilibria and pKa values for 'sulfurous acid' in aqueous solution: a thermodynamic analysis // *Canadian Journal of Chemistry*, 1979, V.57, №4. – P. 454-457

ХЛОПРОИЗВОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОКИСЛЕНИЯ **7,8-БЕНЗО-5,6-ДИГИДРО(4Н)СЕЛЕНОХРОМЕНА** -
СТАБИЛИЗАТОРЫ **СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО**

Хайруллина В. Р. 1, Ильина Е. А., Герчиков А. Я.1, Древки Я. б.2, Древки Б. И.2

(1 Уфа, Башкирский государственный университет, химический факультет, кафедра физической химии и химической экологии)

(2 Саратов, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, факультет ветеринарной медицины и биотехнологии, кафедра биотехнологии и химии»,

The antioxidant properties of chlor containing derivatives of 2,4-diphenyl-5,6-dihydro-4*H*-benzo[*h*]selenochromene have been studied. Antioxidant activity of the examples is characterized by a rate constant of inhibition fk_m .

Введение

В настоящее время активное внимание исследователей в области органической и биоорганической химии привлекают производные 2,4-диарил-7,8-бензо-5,6-дигидро-4*H*-селенохромена и соли 2,4-диарил-7,8-бензо-5,6-дигидроселенохромилия как потенциальные лекарственные средства с выраженной антимикробной активностью [1-3]. Кроме того, для производных 2,4-диарил-7,8-бензо-5,6-дигидроселенохромена установлена способность снижать степень тяжести отравления соединениями тяжелых металлов, что может найти применение в медицине и ветеринарии. Известно, что соединения этого класса являются потенциальными лекарственными препаратами противоопухолевого действия [3]. Антиокислительная активность (АОА) является важным компонентом комплексного исследования биологической активности этих веществ. Однако информация об их АОА в литературе практически отсутствует. Вместе с тем, перспективы разработки стабилизаторов к лекарственным препаратам, а также потенциальных лекарственных средств на основе этих веществ и аналогичных им соединений требуют детального исследования их антиокислительных свойств в различных реакционных системах. Целью настоящей работы было определение количественных параметров эффективности антиокислительного действия хлорсодержащих производных 2,4-дифенил-7,8-бензо-5,6-дигидро-4*H*-селенохромена.

Методика эксперимента

На рис. 1 изображены структурные формулы исследуемых соединений. Исследуемые образцы охарактеризованы методом элементного анализа и спектрами ЯМР ^1H . Известно, что степень чистоты исследуемых образцов составляет не менее 95% [4-5].

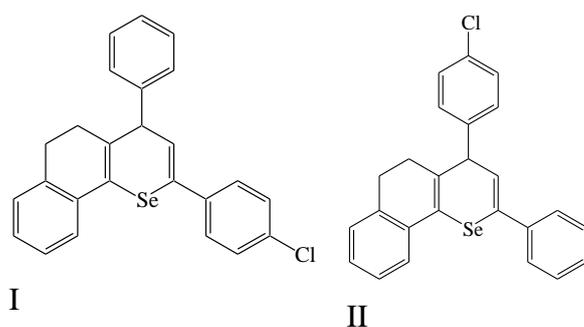


Рис. 1. Структурные формулы исследуемых соединений.

АОА производных селенохромена изучали без дополнительной очистки с помощью манометрической установки по скорости поглощению кислорода воздуха в окисляющемся 1,4-диоксане при 348 К (инициатор – азиоизобутиронитрил, скорость инициирования $W_i = 1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с) [1]. Опыты проводили в термостатируемом стеклянном реакторе, снабженным обратным холодильником, в который загружали растворы инициатора и исследуемых веществ в модельном субстрате. Эффективность ингибирующего действия исследуемых веществ оценивали по степени снижения начальной скорости поглощения кислорода, численное значение которой рассчитывали по 5÷8 точкам на начальном участке кинетической кривой поглощения кислорода с использованием ПК методом наименьших квадратов. 1,4-диоксан предварительно очищали по стандартной методике [6]. Азиоизобутиронитрил (АИБН) дважды перекристаллизовывали из этанола, затем сушили в вакууме.

Скорость инициирования рассчитывали по уравнению $W_i = k_i[\text{АИБН}]$, где k_i – константа скорости инициирования, с^{-1} . При расчете скорости инициирования полагали, что $k_i = 2ek_p$, где k_p – константа скорости распада АИБН, e – вероятность выхода радикалов в объем. При расчетах k_i принимали значение k_p , измеренное в циклогексаноле

$$\lg k_p = 17.70 - 35 / (4.575T \times 10^{-3}), \quad e = 0.5 \quad [7].$$

АОА исследуемых веществ характеризовали эффективной константой скорости ингибирования fk_m , где f – радикалоёмкость антиоксиданта (АО), показывающая число радикальных интермедиатов, погибающих на одной молекуле АО в актах обрыва цепи [1, 7].

Результаты и их обсуждение

Установлено, что соединения I–IV оказывают выраженное ингибирующее действие на процесс иницированного окисления 1,4-диоксана вследствие обрыва цепи на молекулах ингибирующей примеси. Зависимость начальной скорости окисления 1,4-диоксана от концентрации I и II изображена на рис. 2.

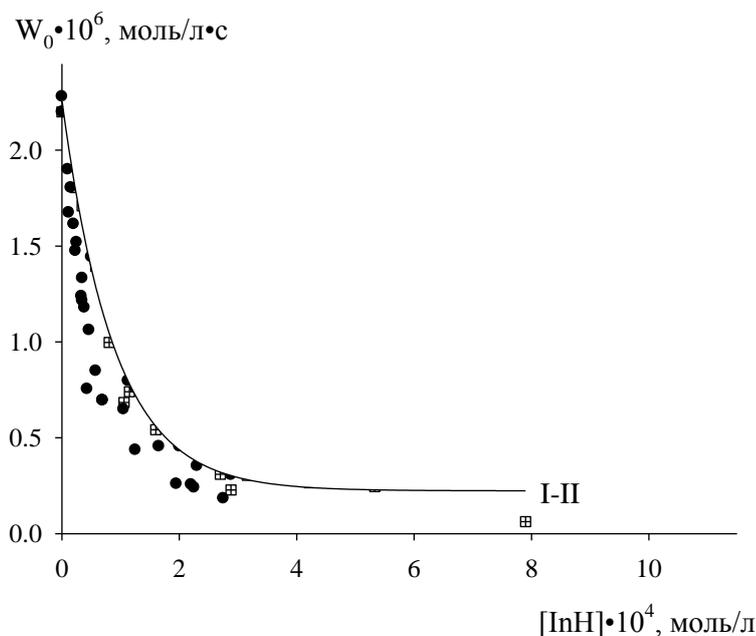
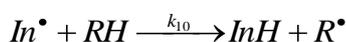


Рис.2. Зависимость скорости поглощения кислорода при окислении 1,4-диоксана от начальной концентрации образцов I-II; T=348 К, $W_i=1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с.

Как видно из рис. 2, зависимость скорости окисления 1,4-диоксана от концентрации введенных селенохромонов носит предельный характер: при концентрациях тестируемых веществ, превышающей $2.00 \cdot 10^{-4}$ моль/л, скорость окисления 1,4-диоксана перестает зависеть от концентрации их добавок. Вероятно, при повышении концентрации выше $9.0 \cdot 10^{-5}$ моль/л становится существенной реакция переноса цепи окисления на ингибитор:



Для определения fk_{in} , экспериментальные результаты трансформировали в координатах уравнения (1) [13-14]:

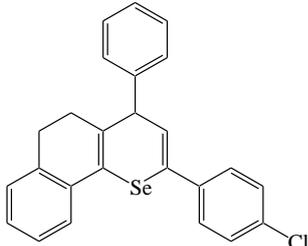
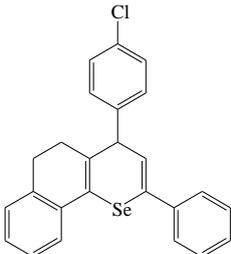
$$F = \frac{W_0^0}{W_0} - \frac{W_0}{W_0^0} = fk_{in} [InH] \sqrt{2k_6 W_i} \quad (1)$$

где W_0^0 и W_0 – начальные скорости поглощения кислорода при окислении 1,4-диоксана в отсутствии и в присутствии InH соответственно; $[InH]$ – концентрация добавки АО; k_{in} и $2k_6$ – константы скорости обрыва цепи окисления на АО и квадратичного обрыва цепи на пероксильных радикалах субстрата соответственно [1, 7].

Установлено, что соотношение (1) удовлетворительно выполняется для двух изученных нами веществ (коэффициент корреляции $> 0,96$). В результате обработки экспериментальных данных в координатах уравнения (1) определены величины fk_{in} , 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].

Таблица 1.

Количественные характеристики антиокислительного действия хлорпроизводных 2,4-дифенил-7,8-бензо-5,6-дигидро-4Н-селенохромена

Шифр антиоксиданта	Структурная формула антиоксиданта InH	$k_{in} \cdot 10^{-4}$, л/моль·с
I		$6,0 \pm 1,0$
II		$5,2 \pm 0,5$

Из табл. 1 видно, что оба изученных хлорпроизводных 2,4-дифенил-7,8-бензо-5,6-дигидро-4Н-селенохромена являются эффективными ингибиторами процесса радикально-цепного окисления 1,4-диоксана. Из сравнения реакционной способности I и II в качестве антиоксидантов следует, что, положение атома хлора не влияет на АОА этих соединений. Таким образом, исследованные нами ингибиторы I и II могут быть перспективны в качестве стабилизирующих добавок к лекарственным препаратам, а также как действующие вещества к биологически активным добавкам к пище для регулирования антиоксидантного статуса организма животных и человека.

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.

ВЛИЯНИЕ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ НА КОАГУЛЯЦИЮ ПРИ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЕВЫХ НУЖД

Ничемержина Т.В., Реут К.В., Теслюк Д.А. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра химии)

The lake Pervoe is the source of water the settlements in the Murmansk region. The water of the lake is characterized by low turbidity and high color, it contains iron and aluminum and has low alkalinity, mineralization and high values of dissolved organic carbon. The composition of humic substances adding the color to water is studied. It is defined, that fulvic acids compose the substantial part of humic substances in natural waters. Coagulation conditions for the main fractions of humic substances in natural waters are defined. The coagulation process was investigated with the help of jar-test on the basis of data obtained.

Key words: humus, color, coagulant, Aluminum; Humic substances; Fulvic acid; drinking water

Совершенствование технологии подготовки питьевой воды, реконструкция, модернизация и строительство водопроводных сооружений, использование наиболее экологически безопасных и эффективных реагентов для очистки воды являются одними из приоритетных направлений развития водохозяйственного комплекса в долгосрочной перспективе.

Обеспечение населения чистой питьевой водой является важнейшим направлением социально-экономического развития России.

Несмотря на то, что Мурманская область богата водными ресурсами, в настоящее время остро стоит проблема обеспечения качественной питьевой водой потребителей в малых населенных пунктах.

Озеро Первое является источником водоснабжения поселка Дровяное, который расположен на западном берегу Кольского залива и является частью Первомайского административного округа города Мурманска. Водозабор руслового типа состоит из водоприемного колодца; вода проходит только первичную очистку от грубодисперсных примесей; обеззараживание воды производится жидким хлором, более глубокая очистка воды отсутствует.

Многолетние наблюдения показывают, что вода исследуемого источника характеризуется как среднецветная (цветность 43 – 70 градусов), маломутная (мутность 0,5 мг/дм³), с малой или средней, в зависимости от сезона, перманганатной окисляемостью (5,5 – 10,5 мг/дм³), слабокислая (рН 4,3 – 6,6), с низким щелочным резервом (щелочность менее 0,35 мг-экв/дм³); повышенным содержанием алюминия (0,14 – 0,19 мг/дм³) и железа (0,12 – 0,19 мг/дм³).

Цветность является одним из основных органолептических показателей качества питьевой воды, который регламентируется СанПиН 2.1.4.1074-01.

Цветность поверхностных вод в основном обусловлена высокомолекулярными гумусовыми кислотами, которые вымываются из почвы, при этом интенсивность окраски и спектральные характеристики воды определяются концентрацией и составом водного гумуса.

Изменение концентрации и состава гумусовых кислот существенно влияет на технологические свойства этих примесей. Поэтому для оптимизации процесса обработки природной воды необходимо изучение суммарного показателя цветности воды.

В качестве объекта исследования была использована природная вода из источника озеро Первое, отобранная в марте 2012 года.

Для исследуемой воды были определены следующие показатели:

Цветность, град.	73
pH	6,1
Щелочность, мг-экв/дм ³	0,4
Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	11
Концентрация алюминия, мг/дм ³	0,11
Концентрация железа, мг/дм ³	0,13
Концентрация гуминовых кислот, мг/дм ³	3,4
Концентрация фульвокислот, мг/дм ³	15,8

Для изучения суммарного показателя цветности воды были исследованы зависимости цветности фракций гуминовых веществ воды озера Первое от их концентрации. Полученная зависимость (рис. 1) показывает, что цветность воды в большей степени обусловлена фракцией фульвокислот вследствие их большей концентрации. Доля цветности фульвокислот составляет около 75%, а гуминовых кислот приблизительно 25% от цветности исследуемой воды.

Для извлечения гумусовых веществ из природной воды в настоящее время чаще всего применяют метод коагуляции.

В данной работе в качестве коагулянта использовали оксихлорид алюминия, коагуляцию проводили при температуре 2°C, при дозе коагулянта 8 мг/дм³, при различных значениях pH.

Влияние pH на обесцвечивание гуминовых веществ изучалось на растворах гуминовых кислот и фульвокислот, концентрации которых соответствовали их содержанию в природной воде (рис. 2). Анализ полученных зависимостей показал, что область pH, при которых достигается цветность, не превышающая норматив, соответствует от 4 до 7 единиц для растворов гуминовых кислот и от 4 до 6,5 единиц для растворов фульвокислот. При этом в данном интервале pH достигается более глубокое извлечение гуминовых кислот. При pH больше 6 наблюдается существенное увеличение цветности для обоих растворов, очевидно, вследствие растворения продуктов гидролиза коагулянта.

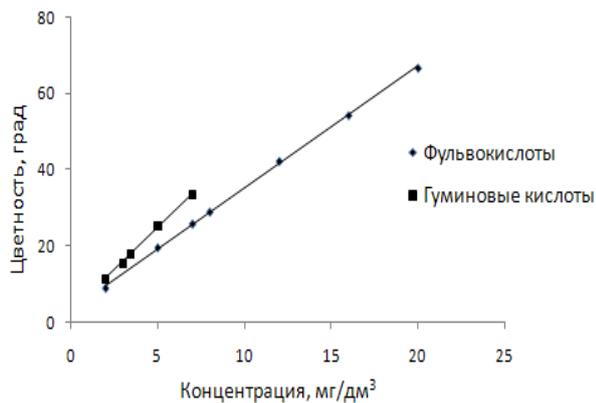


Рис. 1 Зависимость цветности фракций гуминовых кислот от концентрации

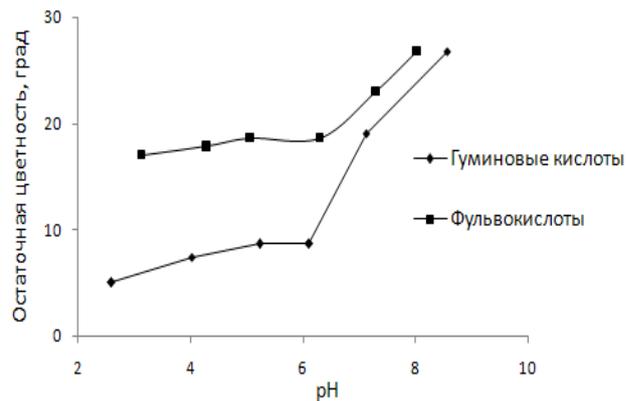


Рис.2 Зависимость остаточной цветности фракций гуминовых кислот от pH

Концентрация остаточного алюминия в обработанной воде согласно СанПиН не должна превышать $0,5 \text{ мг/дм}^3$. Поэтому были изучены зависимости остаточной концентрации алюминия от pH для гуминовых кислот и фульвокислот (рис.3, 4). Экспериментальные данные показали, что минимальные концентрации остаточного алюминия достигаются при pH от 6 до 7,8 единиц для обеих фракций гуминовых веществ.

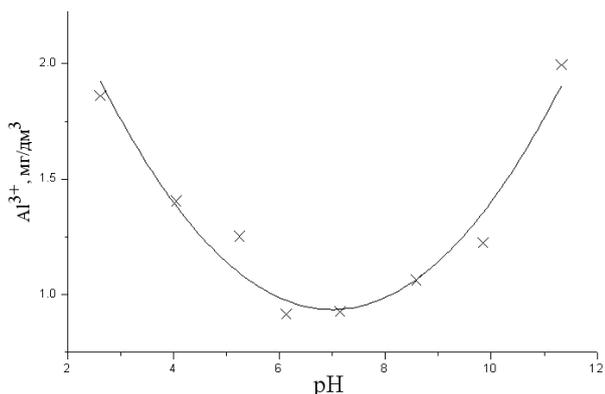


Рис. 3 Зависимость остаточной концентрации алюминия при коагуляции гуминовых кислот от pH

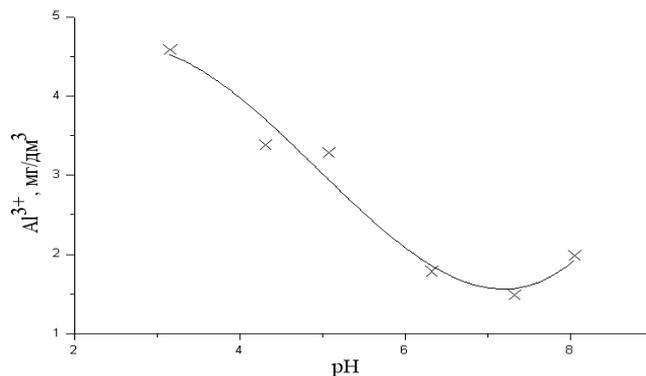


Рис. 4 Зависимость остаточной концентрации алюминия при коагуляции фульвокислот от pH

Таким образом, полученные результаты позволяют определить условия, при которых достигается эффективное обесцвечивание, и концентрация остаточного алюминия не превышает нормативное значение.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 22.12.2010 N 1092 "О федеральной целевой программе "Чистая вода" на 2011 - 2017 годы"
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" (Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 26 сентября 2001 г. N 24)

3. Фомина, В.Ф. Состав водного гумуса реки Вычегды в створе водозабора г. Сыктывкара/В.Ф. Фомина//Водоснабжение и санитарная техника.– 2011.– № 8.– С.42-47.
4. Сколубович, А.Ю. Очистка маломутных высокоцветных природных вод/ А.Ю. Сколубович, Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколубович // Вода: экология и технология: Сб. докл. 8-го Международ. конгресса «ЭКВАТЭК–2008». Под ред. Л. И. Эльпинера [электронный ресурс]. – М., «СИБИКО Интернэшнл». – 2008.
5. Алексеева, Л.П. Применение щелочных реагентов для оптимизации реагентной обработки маломутных цветных вод/Л.П. Алексеева, В.Л. Драгинский, Б.Л. Видер// Водоснабжение и санитарная техника.– 2006.– № 8.– С. 9-15.
6. Драгинский, В.Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод/ В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника.– 2008.– № 1.– С.9-15.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИЙ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТА ИЗ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ СЁМГИ

Порцель М. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии; Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО))

The cartilage of sharks and other aquatic organisms is used as a raw material for preparing of such polysaccharides chondroitin sulfate. The paper shows the fractional composition of the preparations CS from cartilages of salmon (*Salmo salar*). Galactosamine in each fraction was quantified by reversed-phase chromatography.

Хондроитинсульфат – сульфатированный полисахарид, содержащийся в хрящевой ткани, в настоящее время широко используется как пищевая добавка при лечении остеоартроза. Современные технологии получения хондроитинсульфата предполагают использование сырья из различных источников [1, 2, 3, 5] в том числе хрящей сёмги и других рыб.

Хондроитинсульфат из сёмги получали по известной методике[5].

Хондроитинсульфат в тканях присутствует виде комплекса полисахарид-белок. В процессе экстракции хондроитинсульфата из тканей белковая часть гидролизуется до аминокислот, а макромолекулярные цепочки полисахарида могут частично разрушаться. Полисахаридные цепи хондроитинсульфата различаются по молекулярной массе, наличию присоединенных остаточных аминокислот, преобладающему положению сульфатной группы.

Одним из важных методов исследования свойств хондроитинсульфата является изучение фракционного состава. Фракционный состав дает информацию о распределении полисахаридов по размерам молекул и наличию в них примесей.

Ранее нами было установлено, что при фракционировании образцов хондроитинсульфатов существует зависимость смещения пиков на хроматограмме от ионной силы раствора элюента. Эта зависимость обусловлена явлением полиэлектролитного набухания [6]. Также было показано, что полное подавление полиэлектролитного набухания происходит при концентрации соли, превышающей 0,05 моль/дм³. При ионной силе раствора 0,003 моль/дм³ на хроматограмме присутствует наибольшее количество пиков.

Исследование состава фракций раствора хондроитинсульфата с концентрацией 2,5 % проводили с использованием коллектора фракций хроматографической системы Shimadzu LC, которая состояла из дегазатора, бинарного насоса, автоматического пробоотборника, термостабируемой колонки (С-12, размер 4,6 × 250 мм, 35 °С), UV-VIS детектора и детектора-флуориметра. Фракции хондроитинсульфата с различным временем удерживания по заданной программе собирались в установленные пробирки коллектора фракций хроматографической системы. Небольшой объём введенной пробы (50 мкл) не позволяет собрать достаточного для анализа количества полисахарида за один цикл, поэтому было проведено 9 автоматических циклов хроматографирования со сбором фракций в одни и те же пробирки.

На рисунке 2 приведена хроматограмма хондроитинсульфата из сёмги с нанесенными временными рамками фракций.

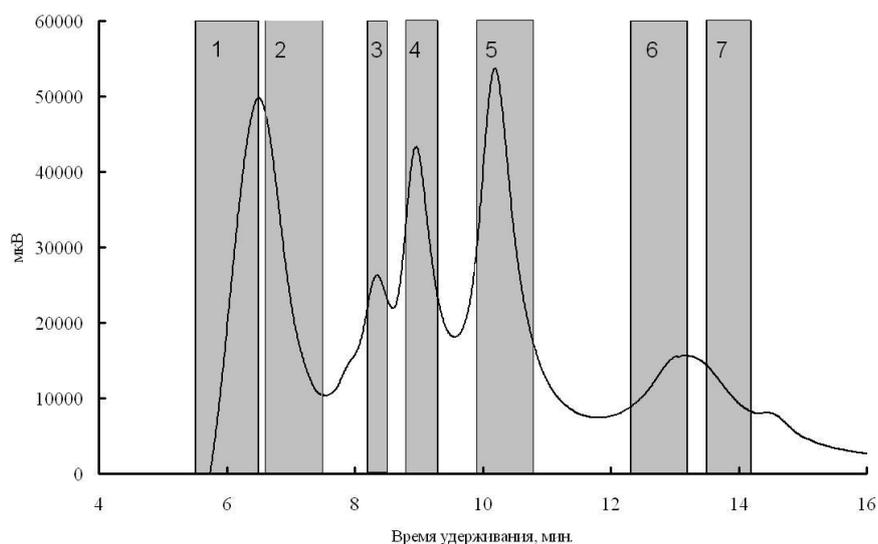


Рисунок 2 – Хроматограмма хондроитинсульфата из сёмги. 1-7 – номера фракций с различным временем удерживания

Собранные фракции высушивали под вакуумом при температуре -50 ± 2 °С, затем к сухому остатку добавляли 2 мл соляной кислоты с концентрацией 6 моль/дм³. Кислотный гидролиз полученных фракций хондроитинсульфата проводили в течение 60 минут при температуре 100 °С. Гидролиз останавливали немедленным охлаждением пробы, затем раствор сушили под вакуумом. В гидролизатах определяли концентрацию D-галактозамина методом ВЭЖХ на обращенной фазе [4]. В таблице 2 приведены данные количества D-галактозамина в различных фракциях.

Таблица 1 – Содержание D-галактозамина в гидролизатах фракций хондроитинсульфата

№ фракции	Концентрация хондроитинсульфата во фракции, 10 ³ ммоль/дм ³	Концентрация D-галактозамина, 10 ³ ммоль/дм ³	Соотношение концентраций D-галактозамина и хондроитинсульфата
1	1,225	0,145	0,118
2	0,993	0,053	0,054
3	0,110	0,056	0,506
4	0,306	0,021	0,068
5	0,993	0,004	0,004
6	0,993	0,013	0,014
7	0,600	0,0399	0,0665

Из данных, приведенных в таблице 1 следует, что наиболее высоким относительным содержанием D-галактозамина характеризуется фракция № 3. Этой фракции соответствует время удерживания на колонке 8,2 - 8,5 мин. (рисунок 1) и ионная сила раствора 0,003 моль/дм³.

Таким образом, регулируя ионную силу раствора можно получить хроматограммы с различным временем удерживания фракций. Фракции отличаются размерами молекул, содержат не только полисахариды, но и белковые макромолекулы, поли- и олигопептиды, олигосахариды и мономеры.

Установлено, что в условиях эксперимента при ионной силе раствора 0,003 моль/дм³ фракция с временем удерживания 8,2 - 8,5 мин. характеризуется максимальным содержанием D-галактозамина и, соответственно, хондроитинсульфата.

Литература

1. Anil B. Khare, Isolating chondroitin sulfate / patent US 20040146993A1 . МПК C12P019/30; A61K031/737 / Anil B. Khare, Stephen A. Houlston, Timothy J. Black - № 10/704866 ; заявл. 10.10.2003 ; опубл.: 29.07.2004.
2. Balassa; Leslie L. Method of processing animal cartilage: patent 4656137, МПК C07G 17/00; A61K 35/32 / № 06/775,492; заявл. 12.09.1985; опубл. 07.04.1987.
3. Optimization of shark (*Squatina oculata*) cartilage hydrolysis for the preparation of chondroitin sulfate / J.-H. Jo // The Food Science and Biotechnology - 2005. – № 14 (5). – P. 651-655
4. Quantification of glycosaminoglycans by reversed-phase HPLC separation of fluorescent isoindole derivatives / Daniel R. Studelska [et al.] // Glycobiology. – 2006. – Vol. 16, № 1. – P. 65–72.
5. Salmon-origin chondroitin sulfate : patent US 20030162744, МПК A61K 031/737, C08B 037/00 / М. Takai, Н. Kono ; заявитель и патентообладатель М. Takai, Н. Kono - № 220539; заявл. 17.12.2002; опубл. 28.08.2003.
6. Порцель, М. Н. Исследование фракционного состава хондроитинсульфатов из морских гидробионтов методом ВЭЖХ / М. Н. Порцель, В. Ю. Новиков, И. Н. Коновалова // Материалы конф. «Инновации в науке и образовании-2010», Калининград, 19-21 окт. 2010 г. – Калининград, 2010. – С. 88-90.

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ХОДЕ ГИДРОЛИЗА ТКАНЕЙ ГИДРОБИОНТОВ

Рысакова К. С., Лыжов И. И. (г. Мурманск, Полярный Научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), лаборатория биохимии и технологии);

Hyaluronic acid (HA) is one of the most important components of connective tissue, intra-articular (synovial) fluid, the vitreous eye. Due to its structure glycosaminoglycan is able to engage enormous quantity of water (up to $\times 10000$ of its volume). Because it serves as bio protector, researching of hyaluronic acid properties is very important. There were a number of polysaccharide samples obtained from the aquatic organisms in the laboratory. The goal of that stage was identification of polysaccharides, contained in this samples. It was established that some method of determining uronic acids and monomeric components have some limitations and not suitable for identification HA. The possibility of using the method of IR spectroscopy for identification hyaluronic acid was demonstrated.

Гиалуруновая кислота (ГК) - относительно простой неэтерифицированный гликозаминогликан, построена из дисахаридных звеньев, состоящих из N-ацетилглюкозамина и глюкуроновой кислоты, соединенных в положении $\beta(1\rightarrow3)$. Повторяющиеся звенья связаны в положении $\beta(1\rightarrow4)$. Благодаря присутствию $\beta(1\rightarrow3)$ -связей молекула ГК, насчитывающая несколько тысяч моносахаридных остатков, принимает конформацию спирали (Радаева и др., 1997). На один виток спирали приходится три дисахаридных блока. Локализованные на внешней стороне спирали гидрофильные карбоксильные группы остатков глюкуроновой кислоты могут связывать ионы Ca^{2+} . За счет сильной гидратация этих групп ГК и другие гликозаминогликаны при образовании гелей связывают 10 000-кратный объем воды. ГК выполняет функцию стабилизатора геля в стекловидном теле глаза, которое содержит всего 1% ГК и на 98% состоит из воды.

В связи с тем, что ГК и ее препараты играют существенную роль как биологические протекторы, представляет интерес провести исследование по содержанию и некоторым свойствам ГК в различных органах и тканях гидробионтов.

В лабораторных условиях были получены образцы полисахаридов, выделенные из различных частей тела промысловых гидробионтов (глаза, кожа, хрящи). Возникла проблема идентификации гиалуруновой кислоты в полученных образцах, так как помимо неё в смеси содержатся и другие сахара, такие как хондроитин сульфат, кератан сульфат и т.д.

Целью работы являлась апробация различных методик для определения содержания гиалуруновой кислоты в полученных препаратах.

Был отобран ряд методик определения содержания полисахаридов в образцах препаратов, включающий в себя колориметрическое определение уоновых кислот (модифицированный метод Дише), количественный анализ гликозаминогликанов (их флуоресцентных производных) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на обращенной фазе, определение глюкозамина по методу Эльсона-Моргана и определение содержания гиалуруновой кислоты в образцах гидролизатов методом инфракрасной спектроскопии. Статистическую обработку результатов измерений проводили общепринятыми методами при доверительной вероятности $P < 95\%$ (Корн, Г., 1978; Дёрффель К., 1994).

В ходе исследований установлено содержание гиалуруновой кислоты в различных тканях гидробионтов. Показано, что наибольшее количество ГК содержится в хрящевой ткани исследуемых гидробионтов, что положительно согласуется с литературными данными (Ковалев Н.Н., 1999). Количественное содержание ГК определяли по калибровочной прямой по

глюкуроновой кислоте (карбазольным методом определения уроновых кислот, метод Дише). (Dishe, 1947).

Для селективного определения содержания гиалуроновой кислоты был применен метод количественного анализа D(+)-глюкозамина гидрохлорида (ГЛА·НСl) (метод ВЭЖХ анализа) в кислотных гидролизатах смеси полисахаридов. Полученные хроматограммы демонстрируют линейное нарастание содержания ГК в гидролизатах. Кроме того, на хроматограмме были идентифицированы пики, соответствующие глюкозамину, свидетельствует о наличии в данном гидролизате хондроитинсульфата, причем его содержание, исходя из площади пиков, несколько превышает количество ГК.

Также нами была предпринята попытка использования метода ИК-спектроскопии для идентификации гиалуроновой кислоты в исследуемых объектах.

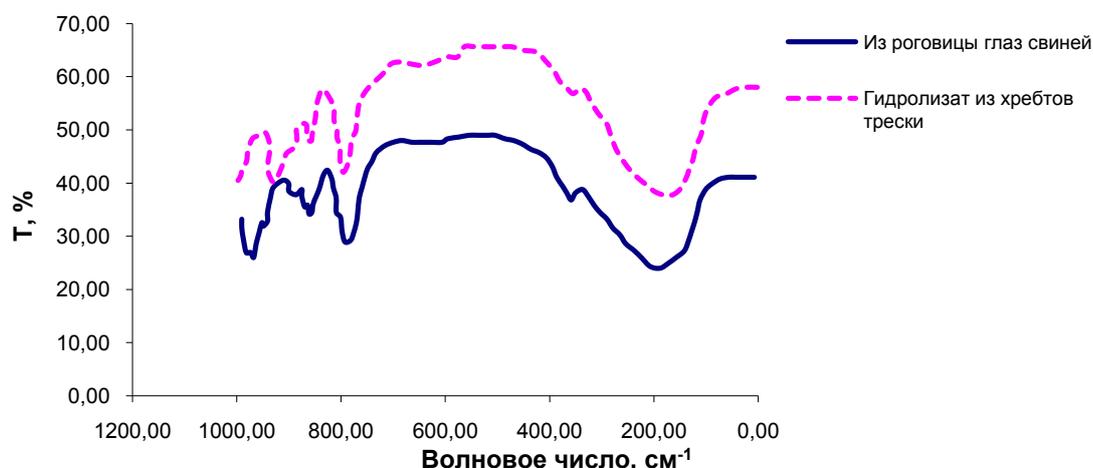


Рис. 1. Инфракрасные спектры гиалуроновой кислоты в дисках калия бромиде.

При визуальном сравнении спектров препарата ГК, полученных из роговицы глаза свиней (по литературным данным) и из исследуемых нами гидролизатов, в дальней области между ними не было выявлено каких-либо различий (рис.1).

Были сделаны следующие выводы:

Недостаток метода Дише заключается в том, что карбазол реагирует с уроновыми кислотами, входящими в состав разных полисахаридов. Кроме ГК определяется также хондроитин сульфаты.

Для идентификации методом инфракрасной спектроскопии пригодны препараты только достаточно высокой степени очистки для возможности сравнения их спектров с эталонными.

Из рассмотренных нами методов, ВЭЖХ является наиболее точным и наглядным, хотя и требующим тщательной пробоподготовки, поэтому предпочтительнее использовать именно его.

Литература

1. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии / Дёрффель К. / Пер. с нем. – М.: Мир, 1994. – 268 с.
2. Радаева И.Ф., Костина Г.А., Змиевский А.В. Гиалуроновая кислота, биологическая роль, строение, синтез, выделение, очистка и применение // Прикл. биохим. и микробиол. — 1997. — Т. 33, № 2. — С. 133-137.

3. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. / Пер. с англ. – М.: Наука, 1978. – 832 с.
4. Ковалев Н. Н., Чепкасова А. И. Гиалуриновая кислота некоторых видов рыб и беспозвоночных // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. - 1999.- Т. 125.- С. 56-59.
5. Dishe Z. A new specific color reaction of hexuronic acids // The Journal of Biological Chemistry. – 1947. – Vol. 167, No. 1. – P. 189-198.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТИНА

Сагайдачный В.А., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю., Кучина Ю.А., Коновалова И.Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

The overview of methods for determination the chitin and chitosan deacetylation degree is provided. The optical density of chitosan samples with different molecular weight in infrared has been defined. There are given comparative results of measuring of chitin deacetylation degree by method of infrared spectroscopy and using registration of chitin acid hydrolysis product by liquid chromatography method.

Значительно возросший в последние годы интерес к полимерам природного происхождения – хитину и хитозану, их олигомерам и мономерам, обусловлен уникальным комплексом физико-химических свойств этих полисахаридов, а так же присущим им широким спектром биологической активности (бактерицидной, противовирусной и др.).

Химический кислотный гидролиз хитина и хитозана является одним из основных методов получения хитоолигосахаридов и мономеров.

Хитозан является аминополисахаридом, полученным при удалении ацетильной группы (деацетилировании) в хитине в результате обработки его в жестких условиях раствором щелочи.

В основе получения хитозана лежит реакция отщепления от структурной единицы хитина (N-ацетил-D-глюкозамина) ацетильной группы- реакция деацетилирования, представленная на рисунке 1.

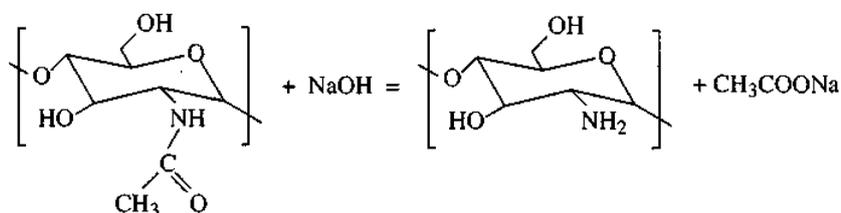


Рисунок 1 - Реакция отщепления от N-ацетил-D-глюкозамина ацетильной группы.

Наиболее распространено деацетилирование хитина с целью получения хитозана растворами щелочей 30-50%-ной концентраций. Деацетилирование в водных растворах щелочей может обеспечить 100%-ную степень деацетилирования при использовании ступенчатого процесса и значительно менее деструктурирует хитозан. При получении хитозана в указанных условиях одновременно с реакцией деацетилирования идет деструкция хитина, т.е. разрыв его цепей по гликозидным связям, что приводит к уменьшению молекулярной массы хитозана и снижению его вязкости [1, 2].

Поскольку степень деацетилирования (DD) является важной характеристикой хитина и хитозана, определяющей их свойства и области применения, остановимся на наиболее распространенных способах ее определения.

Степень деацетилирования может быть определена ИК спектроскопией [3], титрованием [4], пиролизом с газо-жидкостной хроматографией [5], по первой производной ультрафиолетовой спектрофотометрии, спектроскопией ядерного магнитного резонанса [6], методом кругового

дихроизма, ферментативным гидролизом и элементным анализом [7]. Учитывая растворимость хитина-хитозана, некоторые из этих методов являются неподходящими для высокодеацетилованных образцов хитозана, или для высоко ацетилованного хитина. В некоторых методах образцы должны быть очищены, что бы удалить фракцию нерастворимого материала. Кроме того, большинство методов представляет несколько недостатков относительно продолжительности анализа, стоимости или точности.

В статье [8] описывается простой и быстрый метод определения N-ацетильных групп в образцах хитина-хитозана. Он состоит из кислотного гидролиза, проводимого при высокой температуре смесью серной и щавелевой кислот. Образующаяся уксусная кислота определяется спектрофотометрически после разделения реакционной смеси методом ВЭЖХ.

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 DD только растворимых образцов хитозана; для определения степени деацетилирования методом ИК-спектроскопии необходимы стандартные образцы с известной DD. Поэтому использование различных методов для характеристики степени деацетилирования хитина и хитозана позволяет оценить этот показатель с наибольшей достоверностью.

Элементным анализом степень деацетилирования определяют как процент азота, рассчитанный по органической фракции анализируемого полисахарида. Анализируемый образец сжигают при температуре 600 °С, долю неорганического вещества определяется взвешиванием остатка после сжигания, степень деацетилирования рассчитывают по формуле:

$$DD (\%) = [(8,695 - N) / 1,799] \times 100 \quad (1)$$

где 8,695 – процент азота в полностью деацетилованном хитозане,

1,799 – разница между 8,695 и 6,896 (процент в полностью ацетилованном хитине),

N (%) – процент азота, рассчитанный по органической фракции анализируемого материала.

Элементный анализ характеризуется невысокой воспроизводимостью результатов.

Метод потенциометрического титрования основан на титровании хлористого водорода, связанного с аминогруппами молекул хитозана.

Степень деацетилирования образца (DD), в процентах, вычисляют по формуле:

$$DD = \frac{203,2 \cdot 100}{42,0 + \frac{1000 \cdot m_0}{C_{NaOH} \cdot dV_{NaOH}}} \quad (2)$$

где m_0 - масса хитозана в навеске, г; C_{NaOH} - точная концентрация раствора гидроксида натрия, моль/дм³; dV_{NaOH} - объём раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование аминогрупп, см³; 203,2; 42,0; 100; 1000 - пересчётные коэффициенты.

Метод кислотного гидролиза может быть использован для определения степени деацетилирования хитина в диапазоне DD от 0 до 100% . Этот метод заключается в кислотном гидролизе полисахарида с последующим количественным определением выделившейся в процессе деацетилирования уксусной кислоты. Впервые этот метод был использован для определения ацетильных групп в древесине и сопутствующих изделиях [8, 9]. В работе [8] гидролиз хитина проводили в присутствии серной и щавелевой кислот, что увеличивает эффективность процесса гидролиза, т.к. серная кислота частично деполимеризует полисахарид, снижая его молекулярную

массу, а далее щавелевая кислота деацетилюет. Выделяющуюся при деацетилювании хитина и хитозана уксусную кислоту авторы этой работы определяли спектрофотометрически на $\lambda=210-215$ нм после разделения реакционной смеси методом жидкостной хроматографии. Этот метод применим для полного диапазона степеней ацетилювания, результаты определения DD совпадают с результатами, полученными другими методами. Метод кислотного гидролиза характеризуется непродолжительным временем анализа, по сравнению с другими методами.

Метод инфракрасной спектроскопии (в таблетках КВг или пленках) широко используется для определения степени деацетилювания хитина и хитозана [3, 10, 11]. На образцах хитина и хитозана с DD от 0 до 100 % ранее было установлено [12], что наиболее подходящей для измерения опорной частотой является 2878 см^{-1} . Поглощение на этой частоте обусловлено валентными колебаниями связей С-Н, и величина оптической плотности сохраняется постоянной для образцов с разной степенью деацетилювания. Деформационным колебаниям аминокруппы (Амид I) соответствует частота 1655 см^{-1} . Пример обработки ИК спектра приведен на рисунке 2.

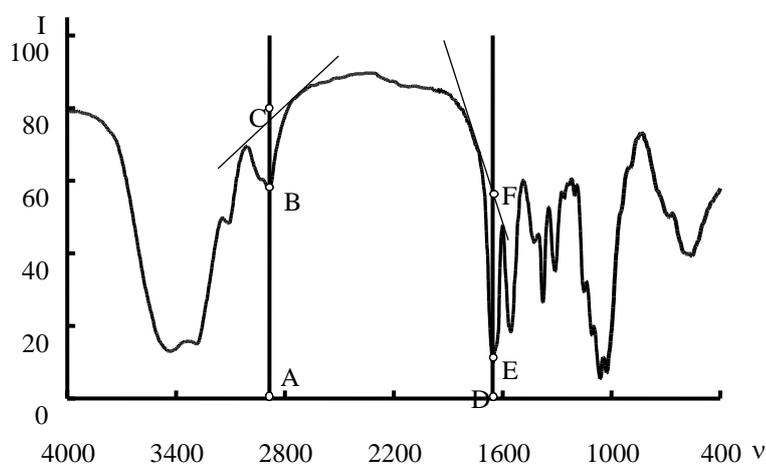


Рисунок 2 – ИК-спектр поглощения хитина в таблетке КВг. Линии и точки показывают пример графической обработки данных для расчета DD. I – пропускание (%), ν - частота излучения (см^{-1}).

Оптическую плотность рассчитывают по формулам :

$$A_{2878} = \lg(AC/AB) \quad (3)$$

$$A_{1655} = \lg(DF/DE) \quad (4)$$

Степень деацетилювания образцов хитина/хитозана определяют по калибровочному графику, полученному для образцов с известной DD. На рисунке 3 приведен пример построения калибровочного графика, где на оси абсцисс – степень деацетилювания (DD, %), а на оси ординат – отношение оптической плотности на частоте 1655 см^{-1} к оптической плотности на опорной частоте 2878 см^{-1} (A_{1655}/A_{2878}).

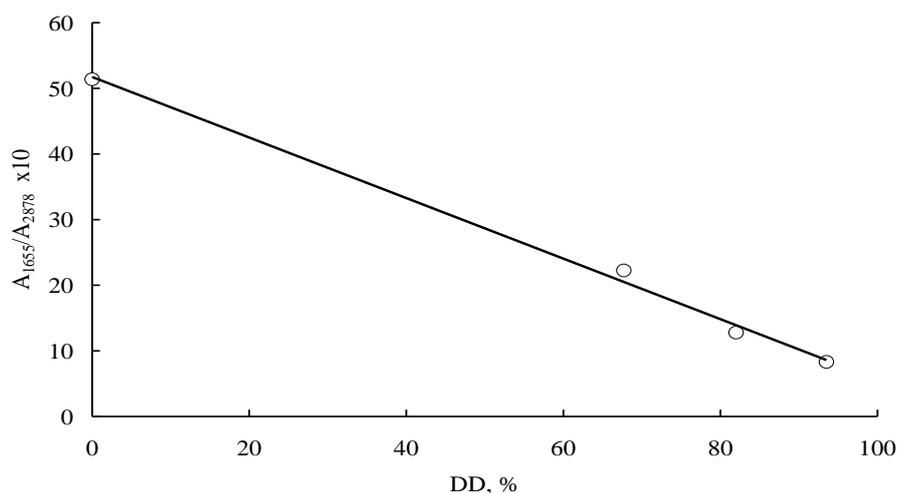


Рисунок 3 – Зависимость поглощения хитина/хитозана в ИК области от степени деацетилирования. Таблетка KBr.

К недостаткам определения степени деацетилирования методом ИК-спектроскопии можно отнести необходимость определения степени деацетилирования образцов, используемых для построения калибровочной зависимости, другими методами. Чаще всего для построения калибровочного графика используют растворимые образцы хитозанов, DD которых определяется методом потенциометрического титрования. Полученную для образцов хитозана зависимость оптическая плотность-степень деацетилирования ($A - DD$) экстраполируют до нулевых значений DD.

Авторы данной работы предложили новый способ подготовки образцов для определения степени деацетилирования хитина и хитозана методом инфракрасной спектроскопии.

Способ подготовки образцов заключается в следующем. Проводили гидролиз образцов хитина раствором гидроксида калия с последующей нейтрализацией гидролизата хлороводородной кислотой. Таким образом получали раствор, содержащий продукты гидролиза хитина/хитозана 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/хитозана с 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 DD. 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 спектров хитина/хитозана, полученных из этих таблеток показал их полную идентичность со спектрами, полученными в таблетках из KBr.

Литература

1. Новиков, В. Ю. Химический гидролиз хитина и хитозана / В. Ю. Новиков // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана : материалы Седьмой междунар. конф., С.-Петербург-Репино, 15-18 сент. 2003 г. / ВНИРО. - М., 2003. - С. 38-42.
2. Хитин и хитозан = Chitin and chitosan: получение, свойства и применение / В. М. Быкова [и др.] ; под ред. Н. Г. Скрябина [и др.] ; Рос. акад. наук, Центр «Биоинженерия», Общерос. обществ. орг. «Рос. хитиновое о-во». – М. : Наука, 2002. – 364 с.

3. Domszy, J. G. Evaluation of infrared spectroscopic techniques for analysing chitosan / J. G. Domszy, G. A. F. Roberts // *Makromol. Chem.* - 1985. - V. 186, № 8. - P. 1671-1677.
4. Broussignac, P. / P. Broussignac // *Chun. Ind. Genie Chim.* - 1968. - № 99. - P. 1241-1247.
5. Lai, G. S. / G. S. Lai, R. Hayes, J. Anal // *Appl. Pyrolysis.* - 1984. - № 6. - P. 183-193.
6. 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.
7. Nanjo, F. / F. Nanjo, R. Katsumi, K. Sakai // *Anal. Biochem.* - 1991. - № 193. - P. 164-167.
8. Niola, F. A rapid method for the determination of the degree of N-acetylation of chitin-chitosan samples by acid hydrolysis and HPLC / F. Niola, N. Basora, E. Chornet, P.F. Vidal // *Carbohydrate Research.* - 1993. - Vol. 238. - P. 1-9.
9. Solar, R. / R. Solar, F. Kactk, I. Melcer / *Nord. Pulp. Pap. Res. J.*, V.4. - 1987. - P. 139-141.
10. Khan, T. A. . Reporting degree of deacetylation values of chitosan: the influence of analytical methods / T. A. Khan, K. K. Peh, H. S. Ch'ng // *J. Pharmacy and Pharm. Sci.* - 2002. - V. 5, № 3. - P. 205-212.
11. Wang, T. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan-poly(vinyl alcohol) hydrogel / T. Wang, M. Turhan, S. Gunasekaran // *Polymer International.* - 2004. - V. 53. - P. 911-918.
12. Stereochemistry of chitin hydrolysis by a plant chitinase/lysozyme and X-ray structure of a complex with allosamidin: Evidence for substrate assisted catalysis / A. C. T. van Scheltinga, [et al.] // *Biochemistry.* - 1995. - Vol. 34, № 48. - P. 15619-15623.

Работа выполнена в рамках выполнения федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы

СЕЛЕКТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ С ВЕЩЕСТВАМИ НЕПОЛЯРНОЙ ПРИРОДЫ

Степанова Н. В., Зайцева М. В. (г. Мурманск, Мгту, кафедра химии)

In recent years application of adsorbents in food, medical and other areas of the industry becomes more and more actual. Thus gain value the adsorbents capable selectively to contact substances of the various nature. So, for example, in the oil and gas industry the adsorbents capable selectively contact substances of the unpolar nature can matter: oil products, oils other.

Research of adsorbtsionnyj capacity of some industrial adsorbents at interaction with substances of the unpolar nature was the work purpose.

В последние годы применение адсорбентов в пищевой, медицинской и других областях промышленности становится все более актуальным. При этом приобретают значение адсорбенты, способные селективно связываться с веществами различной природы. Так, например, в нефтегазовой промышленности могут иметь значение адсорбенты, способные селективно связываться с веществами неполярной природы: нефтепродуктами, маслами др..

Целью работы было исследование адсорбционной емкости некоторых промышленных адсорбентов при взаимодействии с веществами неполярной природы.

Объектами изучения являлись промышленные адсорбенты: терморасщепленный графит (СТРГ), новосорб, вермикулит, активированный уголь. Изучали извлечение неполярных веществ (смеси предельных углеводородов) из водной дисперсии с концентрацией углеводородов 0,280 г/м³.

Результаты исследования эффективности адсорбции углеводородов из водных дисперсий, а также сравнительная стоимость адсорбентов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Адсорбент	СТРГ	Новосорб	Вермикулит	Активированный уголь
Адсорбционная емкость, г/г	50	6-8	1,6-3,5	35
Стоимость, руб/кг	460	160	5,5	80

Как видно из результатов исследований, представленных в табл.1, среди исследованных адсорбентов наибольшее сродство с веществами неполярной природы проявляет СТРГ и активированный уголь. Однако высокая стоимость СТРГ может стать препятствием для его широкого применения. Таким образом, для адсорбции веществ неполярной природы может быть рекомендован активированный уголь в качестве эффективного и недорогого сорбента.

АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВЫХ АДСОРБЕНТОВ

Степанова Н. В. (г.Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

Now an actual problem is application of food enterosorbents. Thus gain value the adsorbents capable selectively to contact bacterial cages or organic molecules of the various nature. So, for example, in dietology or medicine the adsorbents capable selectively contact substances of the unpolar nature can matter: fats, lipids, metabolism products, toxins.

The purpose of this work is comparison of adsorbtsionnyj activity, and also costs of some food adsorbents presented in pharmacy networks.

В настоящее время актуальной проблемой является применение пищевых энтеросорбентов. При этом приобретают значение адсорбенты, способные селективно связываться с бактериальными клетками или органическими молекулами различной природы. Так, например, в диетологии или медицине могут иметь значение адсорбенты, способные селективно связываться с веществами неполярной природы: жирами, липидами, продуктами метаболизма, токсинами.

Целью данной работы является сравнение адсорбционной активности, а также стоимости некоторых пищевых адсорбентов, представленных в аптечных сетях.

В качестве адсорбентов использовали аптечные препараты: активированный уголь, полисорб, энтеросгель, полифепан и смекта. В качестве адсорбирующихся веществ использовали поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы: уксусная кислота, являющаяся анионным ПАВ, а также анилин, являющийся катионным ПАВ. Концентрации ПАВ до и после адсорбции определяли титриметрически в случае уксусной кислоты и фотометрически в случае анилина. По результатам исследований строили графики зависимости количества адсорбированного вещества от концентрации ПАВ (изотерма адсорбции). Графически определяли значения констант в уравнении Фрейндлиха-Бедеккера, описывающего процесс адсорбции ПАВ из раствора на твердой границе раздела фаз.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Адсорбент	Адсорбционная емкость; мг/г (уксусная кислота / анилин)	Стоимость препарата для однократного приема (в соответствии с инструкцией); руб
Активированный уголь	0,36 / 0,00003	1,40
Полифепан	0,06 / 0,00003	6,72
Смекта	0,24 / 0,00001	18,1
Полисорб	0,72 / 0,00001	21,6
Энтеросгель	0,24 / 0,00002	15,3

Как показали результаты исследований, адсорбционная емкость исследованных адсорбентов зависит от природы ПАВ. Для всех исследованных адсорбентов адсорбция анионного ПАВ (уксусной кислоты) в значительной степени превышает адсорбцию катионного ПАВ (анилина). Максимальной эффективностью в случае анионного ПАВ обладает активированный уголь и полисорб, в случае катионного ПАВ – активированный уголь и полифепан. С учетом высокой адсорбционной емкости активированного угля как для анионного, так и для катионного ПАВ, а также низкой стоимости указанного препарата, применение активированного угля может считаться предпочтительным по сравнению с другими исследованными адсорбентами

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ЖИДКОСТЕЙ ПЕРФОРАЦИИ

Деркач С. Р., Мотылева Т. А., Берестова Г. И., Лавринюк Е. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии, кафедра морского нефтегазового дела и механики сплошных сред)

Аннотация. The different kind of surfactants as components of borehole perforation liquids using for oil and gas industry, in particular their waterproofing and demulsifying properties, have been investigated. The results obtained under completion of the international project «Development of the Innovative and Environmentally Friendly Recipes for Technological Fluids» which are supported by the company Statoil ASA have been included.

В работе исследована возможность использования различных поверхностно-активных веществ в качестве гидрофобизирующих и деэмульгирующих компонентов технологических жидкостей для нефтегазовой промышленности. Используются результаты, полученные в рамках проекта «Разработка инновационных и экологически безопасных рецептов технологических жидкостей», выполняемого при финансовой поддержке компании Статойл АСА.

Введение. Одним из путей повышения качества эксплуатации скважин является разработка рецептов жидкостей перфорации и глушения на основе новых, более эффективных ингибиторов гидратации и набухания глинистых отложений, снижающих риск повреждения продуктивных пластов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) применяются для гидрофобизации призабойной зоны пласта с целью увеличения нефтеотдачи. Применяемые в нефтегазовой промышленности поверхностно-активные вещества должны полностью растворяться в пластовой и технической воде; снижать межфазное натяжение на границе раздела «водный раствор – нефть» при возможно малых концентрациях; обладать гидрофобизирующими и деэмульгирующими свойствами; незначительно адсорбироваться на поверхности твердых пород; предотвращать набухание глинистых пород.

В данной работе проведены исследования различных ПАВ в качестве компонентов жидкости перфорации.

Методика проведения исследований. Поверхностное (на границе с воздухом) и межфазное (на границе с гептаном) натяжение растворов измеряли методом Вильгельми. Деэмульгирующую способность ПАВ определяли, исследуя устойчивость эмульсий (нефть/вода) в зависимости от концентрации дисперсной фазы. Определение адсорбции поверхностно-активных реагентов из раствора на поверхности кернового материала проводили статическим методом. Определение концентраций растворов ПАВ проводили методом Шенфельда (осаждение железистосинеродистой кислотой).

Объектами исследования являлись ПАВ комплексного действия ПКД-515 (ТУ 39-05765670-ОП-211-95), который представляет собой композицию многофункциональных ПАВ неионогенного типа (нефрас, этилбензол, изопропанол, неонол АФ 9-12 – оксиэтилированный моноалкилфенол на основе тримеров пропилена); Сонбур-1101 (ТУ 2458-014-00151816-2001) - добавка является продуктом взаимодействия сырых таловых масел с аминами и органическим растворителем; Нефтенол К марок НК-20 и НК-40 (ТУ 2483-065-17197708-2002) – многокомпонентная смесь анионных и катионных ПАВ разного химического строения с модифицированными добавками.

Результаты исследования. Исследовано изменение поверхностного натяжения на границе с воздухом и межфазного натяжения на границе с гептаном растворов поверхностно-активных

реагентов ПКД-515, Сонбур-1101, Нефтенла К марок НК-20 и НК-40 в диапазоне концентраций 0,1 – 1,0 %. Реагенты ПКД-515 и Сонбур-1101 примерно одинаково снижают поверхностное натяжение воды до 36,7 мН/м в случае ПКД-515 и до 30,4 мН/м – в случае Сонбур-1101. Поверхностное натяжение водных растворов НК-40 и НК-20 во всем диапазоне исследуемых концентраций изменялось незначительно. На межфазной границе с углеводородом наиболее эффективными являются добавки НК-20 (понижает межфазное натяжение до $\sigma = 3,66$ мН/м при $C_{НК-20} \geq 0,8$ %) и ПКД-515 (межфазное натяжение снижается до $\sigma = 4,7$ мН/м при $C_{ПКД-515} \geq 1$ %). В присутствии хлорида калия наблюдалось снижение межфазного натяжения растворов ПКД-515 до значений 1,5 мН/м. Полученные результаты представлены на рис. 1, 2.

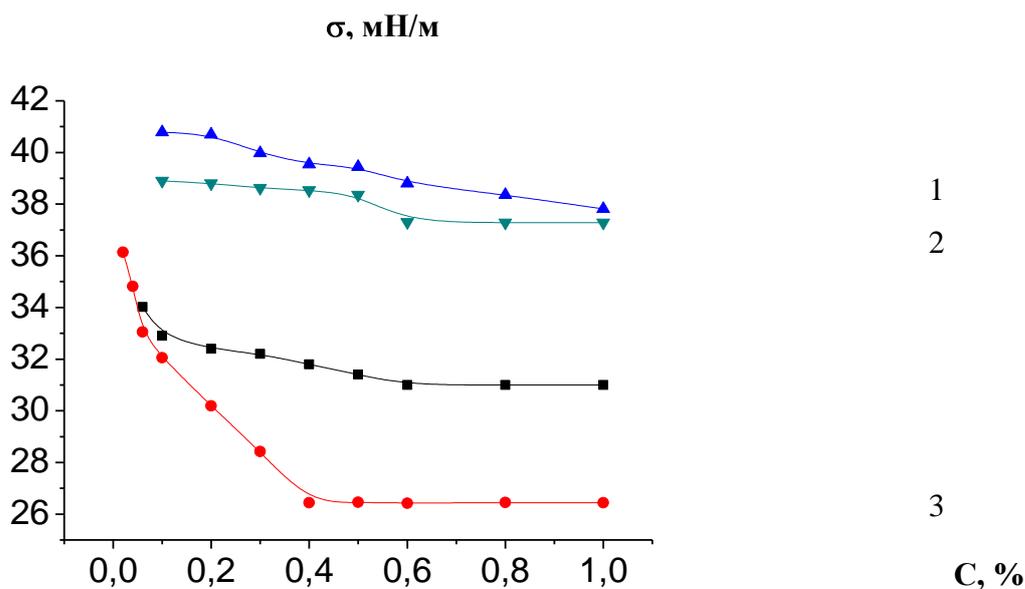


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения на границе с воздухом растворов ПАВ при $t = 25$ °С (1 – Сонбур-1101, 2 – ПКД-515, 3 – НК-40, 4 – НК-20)

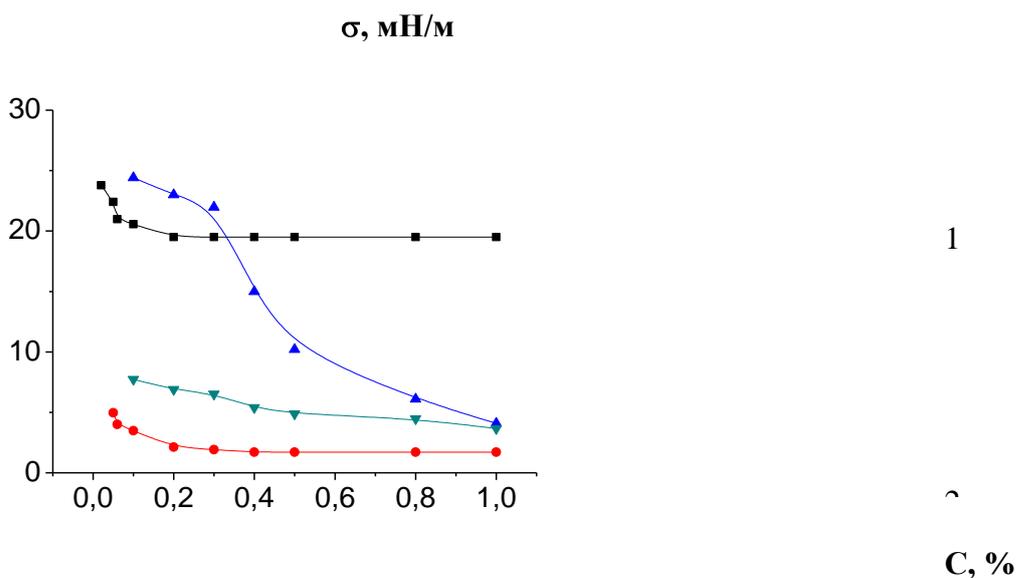


Рис. 2. Изотермы межфазного натяжения на границе с гептаном растворов ПАВ при $t = 25$ °С (1 – Сонбур-1101, 2 – НК-40, 3 – НК-20, 4 – ПКД-515)

ПАВ адсорбируются из раствора на твердой поверхности скважины, что приводит к уменьшению равновесной концентрации ПАВ в растворе и, соответственно, повышению поверхностного и межфазного натяжения на границе с углеводородом. Влияние адсорбции ПКД-515 и НК-40 на керновом материале на понижение поверхностного и межфазного натяжения показано на рис.3 и в табл. 1.

При низких концентрациях раствора $C_{ПКД} = 0,4 \%$ разница между значениями σ до и после адсорбции составляет ~ 4 мН/м. При высоких концентрациях $C_{ПКД} = 1,0 \%$ эта разница уменьшается в два раза и составляет ~ 2 мН/м. Как видно их таблицы 1, при высоких концентрациях $C_{ПКД} = 1,0 \%$ разница между межфазным натяжением на границе вода/углеводород до и после адсорбции практически отсутствует и $\sigma = 0,5$ мН/м.

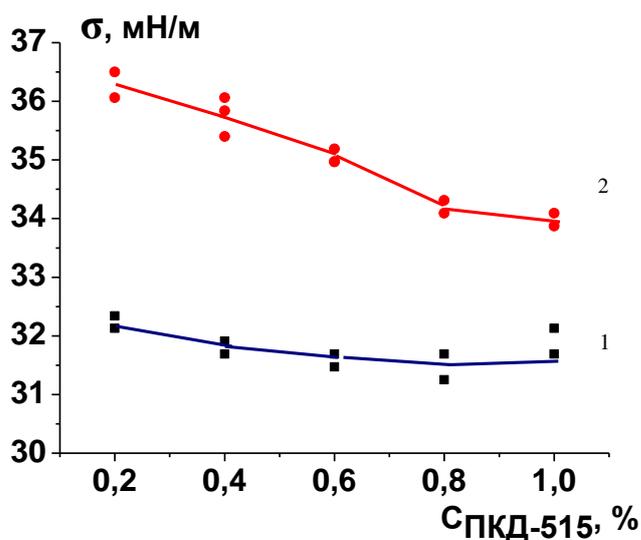


Рис. 3. Изотермы поверхностного натяжения (на границе с воздухом) растворов ПКД-515 до адсорбции (1) и после адсорбции (2) на керне. Время адсорбции 24 час., $t = 25$ °С.

Таблица 1. Межфазное натяжение (на границе с гептаном) водных растворов ПКД-515 (в присутствии КСl) и НК-40 при разных концентрациях ПАВ до и после адсорбции на керне. Время адсорбции 24 час., $t = 25$ °С.

$C_{ПАВ}, \%$	$\sigma, \text{мН/м}$	
	до адсорбции	после адсорбции
ПКД-515 (в присутствии хлорида калия)		
0,6	0,5	0,6
0,8	0,5	0,6
1,0	0,5	0,5
НК-40		

0,1	24,41	44,75
0,3	21,97	34,98
0,5	10,20	33,36
0,8	6,10	32,54
1,0	4,10	30,92

Не смотря на то, что максимальное снижение межфазного натяжения раствора ПКД-515 в присутствии КС1 достигается при $C_{ПКД} = 0.4 \%$, концентрация ПКД-515 в жидкости перфорации должна быть выше и составлять $\sim 0,8-1,0 \%$, что продиктовано необходимостью учета адсорбции ПАВ на керновом материале. С учетом значительной адсорбции реагента НК-40 на керне можно сделать вывод о большей эффективности добавки ПКД-515. ПАВ комплексного действия ПКД-515 характеризуется высокой поверхностной активностью и способностью понижать межфазное натяжение на границе с углеводородом. Использование ПКД-515 в качестве ПАВ максимально понижающего поверхностное и межфазное натяжение будет приводить к значительному понижению капиллярного давления, что в свою очередь будет способствовать повышению проницаемости пористой среды нефтяного пласта при эксплуатации.

В работе также исследовалась деэмульгирующая способность предложенных ПАВ. Обезвоживание нефти связано с разрушением водонефтяной эмульсии, образующейся при извлечении смеси нефти и воды из пласта. Поэтому ПАВ, входящие в состав жидкости перфорации, должны обладать низкой эмульгирующей способностью. Для характеристики ПАВ как деэмульгатора определяли устойчивость эмульсии, стабилизированной данным ПАВ.

Результаты исследования эмульсий на основе смесей нефти и водных растворов ПКД-515 и НК-20, полученных при различных объемных соотношениях нефтяной и водной фазы показали, что полное расслоение эмульсий наступает через 8-9 минут после получения. Это свидетельствует о крайней неустойчивости эмульсий, что обусловлено отсутствием эмульгирующей способности у реагентов ПКД-515 и НК-20.

Таким образом, полученные результаты показали целесообразность и перспективность использования поверхностно-активных реагентов ПКД-515 и НК-40 в качестве гидрофобизирующих и деэмульгирующих компонентов жидкостей перфорации.

В работе использовались результаты, полученные в рамках проекта «Разработка инновационных и экологически безопасных рецептур технологических жидкостей», выполняемого при финансовой поддержке компании Статойл АСА.

Литература

- Русанов, А.К. Межфазная тензиометрия / А.К. Русанов, В.А. Прохоров - С-Пб. : Химия. 1994. – 400 с.
- Поздышев, Г.М. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий / Г.М.Поздышев. – М.: Недра, 1982. – 221 с.
- Булатов, А.И. Теория и практика заканчивания скважин / А.И. Булатов, ПП Макаренко, В.Ф. Будников, Ю.М. Басаргин. ОАО «Издательство Недра», т.5, 1998. – 375 с.

Поздышев, Г.М. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий / Г.М.Поздышев. – М.: Недра, 1982. – 221 с.

Технологическая жидкость для перфорации и глушения нефтяных скважин / Г.И. Берестова, С.Р. Деркач, Т.А. Мотылева. Патент № 24011857. – 2010.

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Павлова А. Л., Федорова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

Sludge treatment and disposal are one of the most difficult problems in environmental engineering. Some properties of deposits of sewage were considered in this article. Water-holding capacity, amount of filtrate in two minutes on a Buchner's funnel, column height of precipitation were determined. Curves of Kinsch were constructed during the process of aerobic stabilization of excess activated sludge from the poultry.

На очистных сооружениях пищевых производств образуются осадки сточных вод, которые подлежат обработке и утилизации. Одним из наиболее распространенных сооружений обезвоживания осадков являются иловые площадки, предназначенные для естественного удаления из них воды. Так, по данным Яковлева [4], в настоящее время на иловых площадках обрабатывается до 90% всего осадка, образующегося в России.

Поведение осадка во время обезвоживания определяется следующими его свойствами: способностью к сгущению, фильтруемостью, сжимаемостью, предельной сухостью (влажностью) и способности к центрифугированию [3]. Увеличение водоотдачи осадков, представляющих собой многофазные многокомпонентные системы, состоящие преимущественно из высокомолекулярных соединений с гидратными оболочками, является одной из задач в любой технологической схеме обработки осадков. Существует ряд методов, направленных на переход связанной воды в свободную форму: обработка реагентами, теплом и пр., позволяющих увеличить способность осадков отдавать воду.

В некоторых технологических схемах обработки осадков перед их сбросом на иловые площадки применяется аэробная стабилизация избыточного активного ила или его смеси с осадком первичных отстойников, в результате которой происходит распад части органических веществ до минеральных и низкомолекулярных органических, что должно приводить к увеличению водоотдающих свойств осадков.

В технологии пищевых производств, для определения качества фарша, используется показатель, называемый влагоудерживающая способность (ВУС), под которым понимается сила, с которой белки или структура мяса удерживают воду при воздействии различных факторов. По данным Е.В. Николаенко и др. [1], активный ил аэротенков содержит белков от 53,7 до 64,0% (от массы абс. сух. вещества), что позволяет предположить возможность применения данного показателя для характеристики осадка вторичных отстойников.

Данные исследования проводились с целью выявления возможности использования показателя ВУС в качестве одной из характеристик осадка, а также зависимости влагоудерживающей способности (ВУС) осадка от времени его аэробной стабилизации и других параметров.

Объектом исследования являлся избыточный активный ил аэротенков очистных сооружений сточных вод птицефабрики. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 1 – 4.

Методика определения ВУС была заимствована из ГОСТ 7636-85. На рис.1 показана графическая зависимость ВУС от времени аэробной стабилизации избыточного активного ила. В первые дни аэрации ВУС находится на уровне 3-7%, что говорит о хорошей способности отдавать воду. До 12 дня процесса аэробной стабилизации происходит увеличение влагоудер-

живающей способности до 20%, затем остается стабильной. В цилиндре емкостью 100 мл измерялась высота слоя осадка H , образовавшегося за 30 мин отстаивания. В ходе аэробной деструкции слой осадка уменьшается, что свидетельствует об образовании более плотной субстанции (рис. 2).

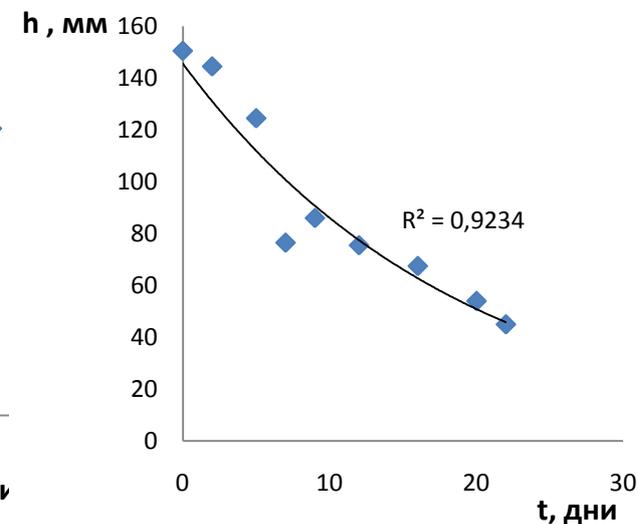
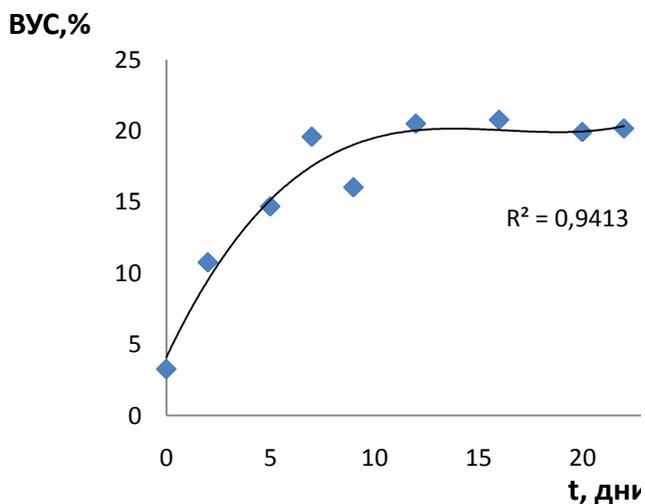


Рис. 1. Динамика изменения влагоудерживающей способности от времени аэрации осадка

Рис. 2. Динамика изменения высоты столба уплотнения осадка

Для определения способности осадка к фильтрованию проводилось исследование зависимости количества отфильтрованной за первые две минуты воды V от времени аэрации. Определение проводилось на воронке Бюхнера через фильтр «белая лента» (рис. 3). Количество фильтрата, полученного таким образом, максимально в начале процесса аэробной стабилизации, затем наступает период стабильной водоотдачи со 2 по 9 день аэрации, а затем наблюдается уменьшение количества отфильтрованной воды. Время полной стабилизации осадков сточных вод зависит от их состава, и может быть достаточно продолжительным, в ходе которого осадок не должен терять способность к обезвоживанию, что говорит о необходимости оптимизации аэробной деструкции.

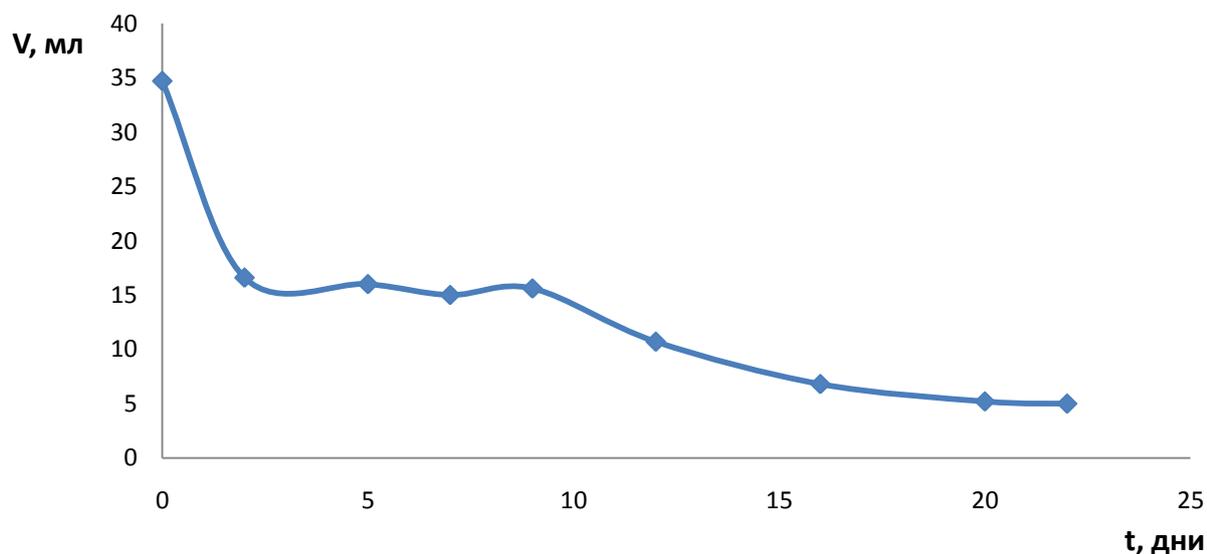


Рис.3. Изменение количества отфильтрованной воды из осадка за две минуты

Также на протяжении всего эксперимента строились кривые Кинша [2], приведенные на рис. 4. Минимальные скорости осаждения и уплотнения осадка наблюдались до начала процесса аэробной стабилизации, максимальные – на двадцать второй день.

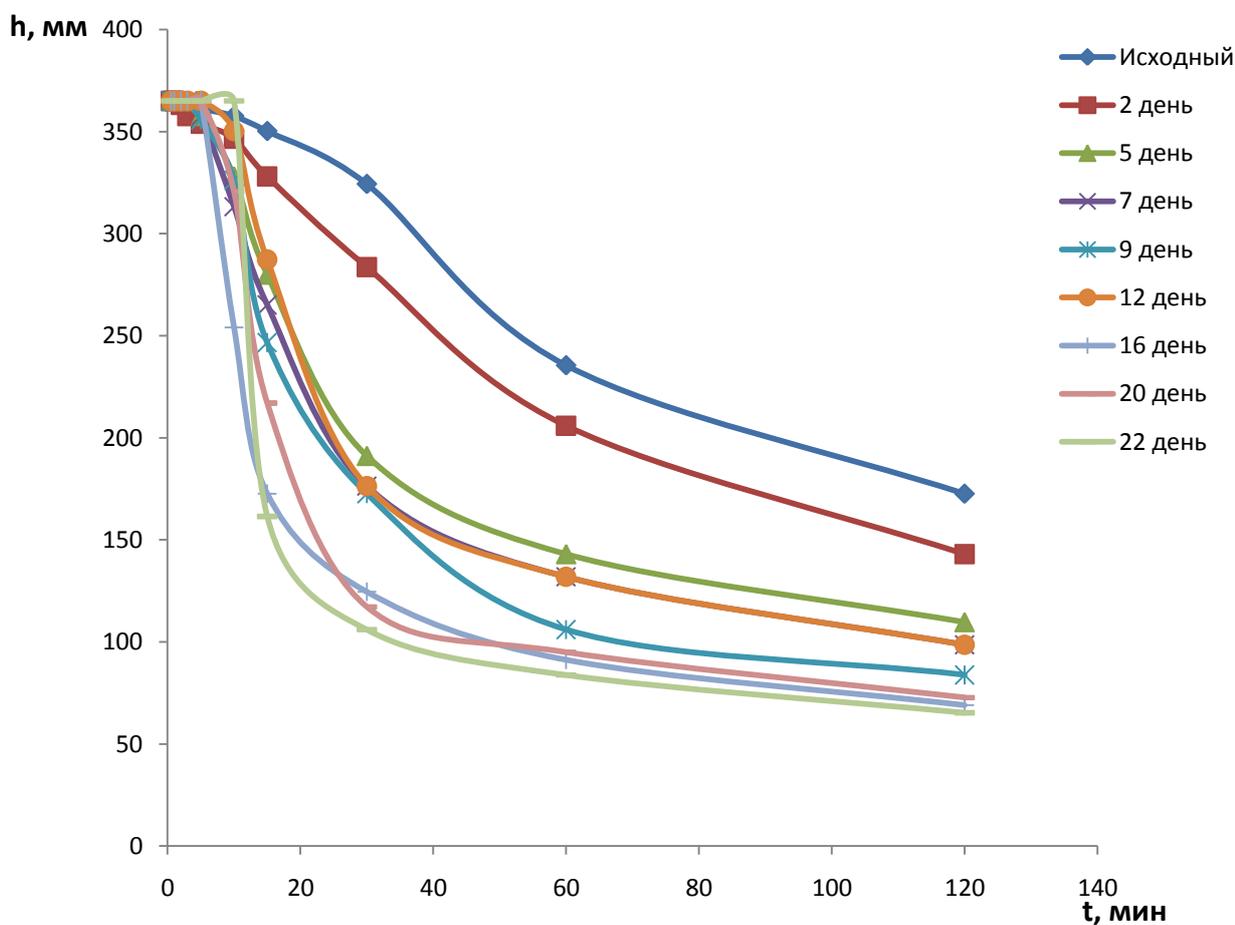


Рис. 4. Кривые Кинша

Таким образом, увеличение продолжительности аэробной стабилизации избыточного активного ила приводит к росту ВУС до некоторого значения, к уменьшению количества фильтрата, получаемого за две минуты на воронке Бюхнера, и к увеличению скорости осаждения и уплотнения осадка.

Литература

1. Николаенко, Е.В Проектирование очистных сооружений канализации: учеб. пособие для вузов / Е.В. Николаенко, В.В. Авдин, В.С. Сперанский. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. - 41 с.
2. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. Проектирование сооружений для очистки сточных вод [Электронный ресурс] / ВНИИ ВОДГЕО.– Режим доступа : <http://www.complexdoc.ru/ntd/484716> (дата обращения : 28.02.2012).
3. Технический справочник по обработке воды / Degremont : пер. с фр. – в 2 т. - СПб. : Новый журнал, 2007.
4. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С.В. Яковлев, Ю.В.Воронов. - М. : АВС, 2002. – 704 с.

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЕРМИКУЛИТА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИМИ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ КЛЕТКАМИ

Губкина Т. Г. , Беляевский А.Т., Фокина Н.В., Маслобоев В. А. (г. Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН)

Immobilization of petrooxidizing bacterial cages on a surface modified vermiculite and its researches on an electronic microscope.

В настоящее время уделяется много внимания новым, высокоэффективным технологиям, которые базируются на применении биосорбентов, объединяющих между собой достоинства сорбционного и биодеструктивного методов ликвидации нефтяных загрязнений. Биодеструктивные сорбенты локализуют нефтяные загрязнения и разрушают адсорбированные нефтепродукты биологическим методом (*Аренс, 1999, Бельков, 1995*). При таком сочетании методов можно исключить необходимость регенерации сорбента (отделение нефтепродуктов) и дальнейший вывоз и утилизацию отходов (*Лейкин, 2009*).

Иммобилизация на носителях позволяет повысить устойчивость процесса и предотвратить вымывание или вытеснение специализированных биологических агентов дикой микрофлорой. Для иммобилизации микроорганизмов и ферментов могут использоваться методы и материалы, применяемые в технологиях биосинтеза и биотрансформации: механическое включение в гранулах геля (в агарозный, полиакриламидных, кальций-альгинатный и другие), физико-химическая или химическая иммобилизация на гранулах, в пористых материалах, волокнах, пластинах носителя, микроинкапсулирование в полупроницаемые мембраны и т.д.

Как известно, почти все микроорганизмы в природе существуют не в изолированной (свободной) форме, а в адсорбированном состоянии. Адсорбционные методы иммобилизации относятся к числу наиболее простых и естественных. Примером этому являются микробные популяции почвы, кишечника, рубца, некоторые азотфиксирующие микроорганизмы растений и т.д. (*Синицын, 1994*).

Адсорбционная иммобилизация бактериальных клеток зависит от неоднородной, мозаичной структуры, на которой располагаются сложные комплексы белков, липидов и полисахаридов, что определяет наличие как гидрофильных, так и гидрофобных участков. Из-за разнообразия свойств поверхности клеток и адсорбентов возникают различные механизмы адсорбционного взаимодействия и различные виды сил адгезии.

При адсорбционной иммобилизации бактериальных клеток, которая обусловлена преимущественно электростатическими силами, одновременно реализуются несколько типов адгезионного взаимодействия.

Энергию ковалентной связи (кДж/моль) можно оценить примерно в 300-400, ионной связи - 160-460, водородной - 8-12, солевого мостика - 4-6, электростатического взаимодействия (в воде) - 6, гидрофобного взаимодействия - 4-8,5. Понятно, что энергия взаимодействия (адгезии) при адсорбционной иммобилизации составляет, как правило, не более 10 кДж/моль (*Синицын, 1994*).

Перспективным направлением является исследование взаимодействия нефтеокисляющих бактериальных клеток с поверхностью вермикулитового сорбента и изучение способов его модификации с целью создания эффективного биодеструктивного сорбента нефтепродуктов.

В настоящее время в рамках данного исследования проводятся эксперименты по иммобилизации штаммов бактерий, выделенных из почв, загрязненных нефтепродуктами, на вермикулитовом сорбенте различной модификации. Проведенные исследования поведения поверхности модифицированного вермикулита методом электронной растровой микроскопии позволили получить данные по влиянию на иммобилизацию гидрофобизаторов кремнийорганической природы и прививки алифатических групп на вермикулите.

Литература

1. Аренс В.Ж., Нефтяные загрязнения: как решить проблему / В.Ж. Аренс, О.М. Гридин, А.Л. Яншин // Экология и промышленность России. – 1999, №9. – с. 33 – 36.
2. Бельков В.В., Биоремедиация: принципы, проблемы, подходы // Биотехнология. 1995г. № 3 - 4. с. 20 – 27.
3. Лейкин Ю.А., Черкасова Т.А., Смагина Н.А., Вермикулитовый сорбент для очистки воды от нефтяных углеводородов. Сорбционные и хроматографические процессы. 2009 г. Т.9. Вып.1.
4. Синицын А.П., Райнина Е.И., Лозинский В.И., Спасов С.Д., Иммобилизационные клетки микроорганизмов. – М.: Изд-во МГУ, 1994. - 288 с.

ТОКСИЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКАХ СЕВЕРНОГО ПОДМОСКОВЬЯ

Иванёха Е. В., Митрофанова М. М. (пос. Рыбное Московской области, Астраханский государственный технологический университет, Дмитровский филиал, кафедра экологии)

Abstract. Heavy metals content in water of 21 springs and 12 wells in the Northern Moscow Area have been determined. Increased levels of zinc and cadmium were detected in water from some wells, and additionally increased concentration of lead, manganese and iron were detected in water from some springs, too. Toxic metals level met hygienic requirements in 10 springs water and 6 wells water only.

Содержание токсичных металлов в родниковой воде обуславливается в основном химическим составом пород, через которые она проходит, пробиваясь на поверхность. Однако, в последнее время все большее значение приобретает антропогенное загрязнение подземных вод, особенно грунтовых. Промышленные выбросы в атмосферу, бытовые и промышленные свалки, сточные воды предприятий способны загрязнять глубинные водоносные горизонты.

К наиболее опасным элементам, которые могут присутствовать в воде, относятся ртуть, свинец, кадмий (I класс опасности). Они способны накапливаться в организме и вызывать различные заболевания. Изредка родниковая вода бывает обогащена серебром, йодом, фтором, цинком и другими микроэлементами, которые биологически активны и в малых концентрациях весьма полезны (Балабанов, Смирнов, 2008).

Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов. Многие соединения цинка токсичны, прежде всего, сульфат и хлорид. В водной среде токсичность цинка усиливают ионы меди и никеля. Кроме того, в большинстве случаев спутником цинка является кадмий, присутствующий в значительно меньших количествах, но отличающийся высокой токсичностью. Цинк попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами предприятий (Гусева и др., 2005).

Кадмий – один из самых токсичных металлов, способных накапливаться в организме. Уже в небольших концентрациях кадмий оказывает вредное действие на живые организмы. В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд и со сточными водами предприятий (Гусева и др., 2005).

Биологическая роль свинца не ясна. Все его растворимые соединения токсичны. Естественными источниками поступления свинца в водные объекты являются процессы растворения минералов. Техногенные источники – сжигание углей, применение тетраэтилсвинца в моторном топливе, сточные воды предприятий. В организм человека проникает главным образом через органы дыхания и пищеварения. Удаляется из организма очень медленно, накапливается в костях, печени и почках (Гусева и др., 2005).

Медь - один из важнейших микроэлементов. Физиологическая активность меди связана главным образом с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов. Избыточная концентрация меди оказывает неблагоприятное воздействие на живые организмы. В подземных водах присутствие меди обусловлено взаимодействием воды с медьсодержащими горными породами (Гусева и др., 2005).

Соединения никеля играют важную роль в кроветворных процессах, являясь катализаторами. Однако, его повышенное содержание оказывает специфическое действие на сердечно-сосудистую систему, органы дыхания, вызывая респираторные заболевания. В больших концентрациях способен оказывать канцерогенный эффект. Присутствие никеля в природных водах обусловлено составом пород, через которые проходит вода. В воду попадает из почв и из растительных и животных организмов при их распаде, а также со сточными водами предприятий (Гусева и др., 2005).

Железо – важный элемент, принимающий активное участие в экосистемных процессах. В грунтовые воды железо попадает из железистых соединений преимущественно лимонитов, а в воды межпластовых отложений – из пород, содержащих пириты. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах, в которых оно находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот – гуматами (Гусева и др., 2005).

Соединения кобальта попадают в природные воды в результате выщелачивания из медно-колчедановых и других руд, из почв при разложении организмов и растений, а также со сточными водами металлургических и химических заводов. Кобальт относится к числу биологически активных элементов и всегда содержится в организме животных и в растениях. Повышенные концентрации соединений кобальта токсичны (Гусева и др., 2005).

Среднее содержание марганца в подземных водах составляет $n \cdot 10^3$ мкг/дм³. Марганец способствует утилизации CO₂ растениями, повышая интенсивность фотосинтеза, участвует в процессах восстановления нитратов и ассимиляции азота растениями. Марганец способствует переходу активного Fe(II) в Fe(III), что предохраняет клетку от отравления, ускоряет рост организмов и т.д. (Гусева и др., 2005).

Серебро – важный для живых организмов микроэлемент, необходимый для нормального функционирования желез внутренней секреции, мозга и печени. Однако, уже в незначительной концентрации ионы серебра стерилизуют воду, уничтожая в ней бактерии, и оказывают токсическое воздействие на высшие организмы. Источниками поступления серебра в природные воды служат процессы разрушения и растворения горных пород и минералов, содержащих в своем составе серебро, и сточные воды рудников, обогатительных фабрик, фото-предприятий (Гусева и др., 2005).

Содержание этих тяжелых металлов было определено в воде из 21 родника и 12 искусственных подземных источников (в основном колодцев) в Дмитровском и Сергиево-Посадском районах. В Дмитровском районе объектами исследования были родники в г. Дмитров (Красная горка), г. Яхрома, пос. Икша, с. Внуково, около пос. Рыбное, с. Ольявидово, с. Очево, с. Ильинское, с. Кикино, с. Якоть, д. Круглино, д. Елизаветино, д. Жуковка, д. Святогорово, с. Целеево, а также колодцы в д. Прудцы, с. Внуково, с. Жестылево, д. Кузнецово и артскважина в пос. Деденево. Объекты исследования в Сергиево-Посадском районе – знаменитый водопад «Гремячий», или источник Сергия Радонежского, недалеко от д. Взгляднево на берегу р. Вондига, родник в г. Хотьково, родник на берегу р. Воря рядом с дачным поселком «Озон» и колодец в этом поселке, расположенном около д. Репихово.

Анализ образцов воды проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре «КВАНТ-2А». Полученные значения сравнивали с гигиеническими нормативами для каждого металла (Предельно-допустимые концентрации..., 2003).

Содержание цинка было значительным в роднике д. Жуковка (0,9 ПДК), а в роднике около д. Очево превышало гигиенический норматив ПДК в 1,2 раза (табл. 1). В воде из колодца д. Прудцы содержание цинка превышает ПДК в 4,5 раза, из двух частных колодцев с. Внуково – в 1,1 и 1,5 раза, из колодца в Озоне – в 5,4 раза (табл. 2). В остальных родниках и колодцах концентрация цинка была намного ниже гигиенического норматива (табл. 1 и 2).

Исследование подземных источников показало, что медь в родниковой и колодезной воде содержится в незначительных концентрациях, на уровне тысячных долей мг/л (табл. 1 и 2). Только в двух частных колодцах с. Внуково содержание меди было на порядок выше. Превышений ПДК меди не отмечено.

Небольшие превышения гигиенического норматива для кадмия зафиксированы в воде нового родника около п. Рыбное (1,6 ПДК), родников с. Целеево и д. Святогорово (1,2 ПДК) и родника в г. Хотьково (1,7 ПДК). Концентрация этого металла в воде общего колодца с. Внуково доходит до уровня ПДК, а в колодце дачного поселка «Озон», в 2 частных колодцах и колонке с. Внуково превышает допустимый уровень (табл. 2). В воде из колонки содержание кадмия достигает 2 ПДК, из колодца д. 23 - 1,5 ПДК, из колодца д. 102 - 4 ПДК, из колодца в Озоне – 1,2 ПДК. В остальных водоисточниках концентрация кадмия была гораздо ниже ПДК или вообще ниже предела обнаружения метода (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Содержание токсичных металлов в родниковой воде, мг/л.

Места отбора проб	Zn	Mn	Pb	Cd	Cu	Ni	Fe	Co	Ag
Рыбное	0,018	0,006	0,002	НПО	0,001	0,005	0,041	0,006	0,008
Рыбное, новый	0,009	НПО	0,012	0,0016	НПО	НПО	0,048	НПО	0,014
Ольявиново	0,009	0,002	0,002	0,0001	0,001	0,004	0,029	НПО	0,001
Очево	1,204	-	0,002	0,0001	0,002	0,005	0,066	-	0,003
Жуковка	0,902	-	0,007	0,0001	0,003	0,007	0,540	-	0,036
Красная горка	0,003	0,093	0,001	0,0001	0,001	0,005	0,094	НПО	0,006
Елизаветино	0,006	0,005	0,002	0,0001	0,001	0,004	0,042	$8 \cdot 10^{-4}$	0,023
Яхрома 1	0,005	0,005	0,001	0,0002	0,001	0,004	0,038	НПО	0,003
Яхрома 2	0,008	0,020	0,001	0,0001	0,001	0,005	0,310	НПО	0,024
Яхрома 3	0,008	-	0,002	0,0002	0,003	0,003	0,058	-	0,001
Круглино	0,005	0,020	0,002	0,0001	0,001	0,005	1,793	НПО	0,005
Ильинское	0,019	НПО	0,003	0,0002	0,001	0,007	0,628	10^{-4}	0,004
Кирино	0,005	0,001	0,011	0,0006	0,002	0,007	0,726	0,001	0,005
Якоть	0,005	0,154	0,001	0,0001	0,001	0,006	2,443	0,004	0,002
Внуково	0,014	0,034	0,002	0,0001	0,003	0,005	0,026	0,003	0,002
Икша	0,006	0,006	0,002	0,0001	0,002	0,002	0,047	НПО	0,007
Святогорово	0,096	0,005	0,001	0,0012	0,003	НПО	0,115	0,008	0,045

Целеево	0,068	НПО	НПО	0,0012	НПО	НПО	0,033	0,018	0,010
«Озон»	НПО	0,008	0,010	НПО	0,003	НПО	0,135	0,008	0,018
водопад «Гремячий»	0,125	0,006	НПО	0,0006	0,001	НПО	0,032	НПО	0,022
Хотьково	0,119	0,007	НПО	0,0017	0,001	0,008	0,022	НПО	0,021
ПДК, мг/л	1,0	0,1	0,01	0,001	1,0	0,02	0,3	0,1	0,05

НПО* - ниже предела обнаружения метода

Концентрация свинца во всех исследованных родниках, кроме источников в с. Кикино (1,1 ПДК) и около п. Рыбное (новый; 1,2 ПДК), не превышает установленного для питьевой воды нормативного уровня (табл. 1). Родник с. Кикино располагается в придорожном овраге, в 5 метрах от шоссе, чем, возможно, объясняется повышенное содержание свинца в родниковой воде. Концентрация этого элемента во всех обследованных искусственных водоисточниках не превышает установленного для питьевой воды уровня ПДК (табл. 2).

Содержание никеля в воде всех обследованных источников не превышает установленного уровня ПДК (табл. 1 и 2). Этот элемент в воде содержится в незначительных концентрациях, на уровне тысячных долей мг/л. Только в двух частных колодцах с. Внуково его содержание несколько выше.

В роднике около с. Якоть, выходящем на поверхность на болотистом участке леса, зафиксировано максимальное содержание железа, его концентрация в родниковой воде в 8 раз превышает ПДК (табл. 1). Большие концентрации железа были отмечены также в воде родников д. Жуковка (1,8 ПДК), д. Круглино (6 ПДК), с. Ильинское (2 ПДК), с. Кикино (2,4 ПДК). Содержание железа в воде искусственных подземных источников гигиенический норматив не превышает (табл. 2).

Содержание кобальта в воде всех источников не превышает ПДК (табл. 1 и 2).

Таблица 2. Содержание токсичных металлов в колодезной воде, мг/л.

Места отбора проб	Zn	Mn	Pb	Cd	Cu	Ni	Fe	Co
Прудцы	4.5196	0.0127	0.0078	НПО	0.0037	0.0005	0.2302	0.0103
<u>Внуково</u> Общий	0.3218	0.0177	НПО	0.001	0.0026	НПО	0.1627	0.0023
Центральный	1.1177	0.0163	НПО	0.0005	0.0057	0.003	0.1636	0.0315
частный (д. 23)	0.528	0.0171	НПО	0.0015	0.0338	0.0151	0.1628	0.0063
частный (д. 24)	0.3137	0.0086	0.0092	0.0004	0.0025	0.0033	0.1546	0.0141
частный (д.102)	1.4628	0.0194	0.0084	0.004	0.0613	0.0099	0.1494	0.005
Колонка	НПО	0.0031	НПО	0.002	0.0025	0.0043	0.1816	0.0183

Жестылево	0.0657	НПО	0.0044	НПО	НПО	НПО	0.0157	НПО
Кузнецово 1	0.279	НПО	0.0094	НПО	0.0036	0.0041	0.0314	НПО
Кузнецово 2	0.071	НПО	НПО	НПО	0.0042	НПО	0.0738	0.0093
Деденево (арт-скважина)	0.01	-	0.006	0.0006	0.0035	0.005	0.058	-
«Озон»	5,3547	0,0106	0,0005	0,0012	0,0006	НПО	0,2948	0,0038
ПДК, мг/л	1,0	0,1	0,01	0,001	1,0	0,02	0,3	0,1

НПО* - ниже предела обнаружения метода

.Содержание марганца превысило гигиенический норматив только в роднике около с. Якоть (1,5 ПДК). В воде всех остальных подземных источников концентрация этого металла была гораздо ниже ПДК или ниже предела обнаружения метода (табл. 1 и 2).

В большинстве исследованных родников содержание серебра было небольшим и не превышало ПДК (табл. 1). Повышенное содержание элемента (больше 20 мкг/л) отмечено в воде источников д. Жуковка, д. Елизаветино, г. Яхрома (родник № 2), д. Святогорова и родниках Сергиево-Посадского р-на. В колодезной воде серебро не определяли.

Результаты показали, что концентрации только 4 тяжелых металлов (кобальт, медь, никель, серебро) из 9 не превышали гигиенические нормативы ни в одном из исследованных водоисточников. В некоторых колодцах превышены ПДК цинка и кадмия, в родниках – еще и свинца, марганца, железа. Источниками повышенных концентраций цинка и кадмия в подземных водах могут быть минеральные удобрения и навоз (Черных, Овчаренко, 2002), а также бетонные кольца и металлические водопроводные трубы, используемые при сооружении искусственных и обустройстве естественных подземных водоисточников.

По содержанию токсичных металлов гигиеническим нормативам соответствовала вода из 10 родников и 6 искусственных подземных источников Северного Подмосковья.

Литература

1. Балабанов И.В. 500 родников Подмосковья. / И.В. Балабанов, С.А. Смирнов – М.:Издатель И.В. Балабанов, 2008. – 184 с.
2. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, В.Н. Виниченко, Е.М. Аверочкин – М.: «Момент», 2005. – 134 с.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ МЗ РФ, 2003. – 154 с.
4. Черных Н.А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. Учебное пособие / Черных Н.А., Овчаренко М.М. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (Г. ДМИТРОВ, ПОДМОСКОВЬЕ)

Иванёха Е. В., Потапова Е. А. (пос. Рыбное Московской области, Астраханский государственный технологический университет, Дмитровский филиал, кафедра экологии)

Abstract. 8 heavy metals were found in snow cover of Dmitrov town in the Northern Moscow Area. Zinc and iron accumulated levels were much more higher than lead, cadmium, copper, manganese, nickel and cobalt levels accumulated in snow during winter.

Снег захватывает существенную часть техногенных загрязнений атмосферы и накапливает их в течение зимнего периода. Химический состав фильтрата талого снега формируется в результате поступления с осадками различных химических элементов, поглощения снеговым покровом газов и водорастворимых аэрозолей и взаимодействия со снеговым покровом твердых частиц, оседающих из атмосферы. Удвоение фонового содержания загрязнений оказывается еще в пределах естественных флуктуации экосистемы. При дальнейшем повышении концентрации загрязнений в снежном покрове в экосистеме начинается деградация чувствительных компонентов, но процессы еще обратимы. При более чем десятикратном увеличении загрязнения в экосистеме начинается необратимая деградация основных компонентов (Лыков, Шестакова, 2005).

В снеговых осадках накапливаются тяжелые металлы. Например, в снеговых выпадениях на территории России выявлены аномально высокие концентрации ртути, кадмия и других тяжелых металлов, которые приурочены к узлам сочленения активных глубинных разломов и имеют природное происхождение. Основная часть тяжелых металлов, находящихся в снеговом покрове, растворяется в снеговой воде, т.е. переходит в подвижную форму. В таком виде они мигрируют в поверхностные и подземные воды, а затем в пищевую цепь и организм человека.

В фоновом районе – Антарктиде – в течение 8 лет изучалось содержание ряда элементов в снеге на трассе станция Мирный – Станция Восток. Средние за 8 лет фоновые концентрации тяжелых металлов составили: свинец – 0,010-0,1 мкг/л, кадмий – 0,0005-0,002 мкг/л, медь – 0,0008-0,03 мкг/л, железо – 1-3 мкг/л, цинк – 0,002-0,05 мкг/л (Мониторинг,.. 2001).

В городах значительный вклад в загрязнение снежного покрова вносят промышленные предприятия, ТЭС, автотранспорт. Так, в России на долю автомобилей приходится в среднем до 45% всех вредных выбросов по стране, более 70% вредных выбросов в средних городах и около 92% в крупных городах. При эксплуатации автомобилей и автомобильных дорог в воздух поступают продукты горения топлива, значительные количества минеральной пыли, нефтепродуктов и солей тяжелых металлов, которые оседают на прилегающие земли.

В городе Дмитрове (центр Дмитровского района в северном Подмосковье) была проведена оценка загрязненности почв придорожных зон тяжелыми металлами, в том числе свинцом (Потапова и др., 2011). Показано, что содержание свинца в придорожных почвах самое высокое летом и снижается к осени, когда ослабевает интенсивность движения автотранспорта. Зимой в соответствии с классификацией транспортных перегонов (Коровина, 2010) движение автотранспорта в Дмитрове характеризуется умеренной или низкой интенсивностью. Тем не менее, вдоль автодорог может происходить загрязнение снегового покрова выбросами автомобилей.

В феврале-марте 2011 г. проведена оценка уровня загрязнения снегового покрова на территории г. Дмитров тяжелыми металлами.

Пробы снегового покрова отбирались в придорожных зонах на тех же 8 участках города, что и пробы почв, на расстоянии 2 м от проезжей части:

пос. Фрезерный (напротив молокозавода);

мкр. Аверьянова (на перекрестке ул. Оборонная и Профессиональная);

Аллея Славы (мкр. Маркова);

Автовокзал;

парк отдыха «Берёзовая роща»;

ул. Профессиональная (на перекрестке с ул. Маркова);

ул. Загорская (около Вала);

Объездная дорога (напротив супермаркета "Карусель").

Свинец в снежном покрове в феврале обнаружен на всех участках, кроме Аверьянова и Аллеи Славы, а в марте – только кроме Аллеи Славы (табл. 1). Содержание свинца было на уровне тысячных и сотых долей мг на кг снега. При значительном объеме выпавшего снега почва после таянии снежного покрова ощутимо обогатится свинцом.

Таблица 1. Содержание свинца и кадмия в снеговом покрове г. Дмитрова

Места отбора	Pb (мг/кг)		Cd (мг/кг)	
	Февраль	Март	Февраль	Март
Фрезерный	0,0157	0,0045	ВПО*	0,0002
Аверьянова	ВПО*	0,017	ВПО*	ВПО*
Аллея Славы	ВПО*	ВПО*	ВПО*	0,0004
Автовокзал	0,005	0,0107	ВПО*	0,0014
Берёзовая роща	0,0109	0,0107	ВПО*	0,0006
Профессиональная	0,0192	0,021	ВПО*	0,0008
Загорская	0,0044	0,0096	ВПО*	0,0002
Объездная	0,0138	0,0142	ВПО*	ВПО*

ВПО* - вне предела обнаружения

Кадмий обнаружен в снежном покрове на 6 участках города и только в марте. Уровень накопления – десятитысячные и тысячные доли мг на кг снега. В феврале этот элемент вообще не был обнаружен ни на одном участке (табл. 1).

Таблица 2. Содержание никеля и марганца в снеговом покрове г. Дмитрова

Места отбора	Ni, мг/кг		Mn, мг/кг	
	Февраль	Март	Февраль	Март

Фрезерный	0,0497	ВПО*	0,0261	0,0533
Аверьянова	ВПО*	ВПО*	0,0375	4,1412
Аллея Славы	ВПО*	0,0107	0,0113	0,0765
Автовокзал	0,0345	0,0335	0,0036	1,9627
Берёзовая роща	ВПО*	ВПО*	1,3495	0,0194
Профессиональная	0,0346	ВПО*	0,022	0,0072
Загорская	ВПО*	0,0743	0,1038	0,0066
Объездная	ВПО*	ВПО*	0,1102	0,0016

ВПО* - вне предела обнаружения

Никель обнаружен на 5 участках, из них только на автовокзале - и в феврале, и в марте (табл. 2). Содержание никеля было на уровне сотых долей миллиграмма на кг снега.

Марганец в снежном покрове обнаружен в феврале на всех участках, но в довольно низких количествах (от тысячных до десятых долей мг/кг) везде, кроме Берёзовой рощи, где его содержание превышало 1 мг/кг. В марте он также обнаружен на всех участках, но тоже в низких количествах (тысячные-сотые доли мг/кг) везде, кроме мкр. Аверьянова и Автовокзала, где его содержание достигло уровней 4 и 2 мг/кг снега, соответственно (табл. 2).

Таблица 3. Содержание меди и цинка в снеговом покрове г. Дмитрова

Места отбора	Cu, мг/кг		Zn, мг/кг	
	Февраль	Март	Февраль	Март
Фрезерный	ВПО*	0,0153	12,938	4,145
Аверьянова	0,0146	0,0142	5,897	6,874
Аллея Славы	ВПО*	0,0103	4,058	6,957
Автовокзал	0,0053	0,009	8,944	15,004
Берёзовая роща	0,0069	0,0164	4,768	10,546
Профессиональная	0,006	0,0002	7,95	9,295
Загорская	0,0156	0,0018	7,661	6,563
Объездная	0,0073	0,0013	10,135	11,977

ВПО* - вне предела обнаружения

Медь и цинк обнаружены на всех 8 обследованных участках (табл. 3), причем цинк – в значительных количествах, от 4 до 15 мг/кг снега. Наибольшее измеренное содержание меди в снегу – 16 мкг/кг (табл 3).

Таблица 4. Содержание кобальта и железа в снеговом покрове г. Дмитрова

Места отбора	Co, мг/кг		Fe, мг/кг	
	Февраль	Март	Февраль	Март
Фрезерный	0,069	0,0135	0,2904	0,6584
Аверьянова	0,0038	ВПО*	2,818	17,371
Аллея Славы	0,0251	0,1356	0,6743	33,061
Автовокзал	0,0332	0,018	0,2872	4,865
Берёзовая роща	0,021	ВПО*	7,122	14,727
Профессиональная	0,0081	ВПО*	8,048	0,1085
Загорская	0,0194	ВПО*	18,483	0,1522
Объездная	0,057	0,0405	4,669	0,4275

ВПО* - вне предела обнаружения

Кроме того, на всех участках в снеговом покрове обнаружены кобальт и железо (табл. 4). Содержание кобальта не превышало 0,14 мг/кг. Содержание железа значительно варьировало – от десятых долей миллиграмма до десятков мг на кг снега.

Таким образом, в снеговом покрове на всех восьми участках города обнаружены цинк, медь, марганец, кобальт и железо. Свинец найден на семи участках, кадмий - на шести, никель - на пяти. Даже самые низкие полученные цифры для всех определяемых в снежном покрове г. Дмитров металлов как минимум на порядок больше, чем фоновые концентрации этих элементов в снегу Антарктики. Содержание цинка и железа в снегу на 2-3 порядка превышало содержание остальных металлов. Следовательно, вклад этих двух металлов в загрязнение почвы после снеготаяния будет наибольшим.

Литература

1. Коровина Е.В. Комплексная оценка загрязнения придорожных зон г. Ульяновска. Автореферат канд. дисс. канд. биол. наук. / Е.В. Коровина; Тольятти - 2010. - 20 с.
2. Лыков И.Н. Техногенные системы и экологический риск / И.Н. Лыков. – М.: «Глобус», 2005. – 262 с.
3. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие в двух частях: Часть 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с., ил.
4. Е.А. Потапова, Е.В. Иванёха, Р.А. Бородкина. Оценка загрязнённости почв г. Дмитров свинцом. Труды Российского НТОРЭС им. А.С. Попова. Серия: Инженерная экология. – Вып. VI. – М., 2011. – С. 60-64.

ТРАНСФОРМАЦИЯ АЗОТНЫХ ФОРМ В ПРОЦЕССЕ АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА

Павлова А.Л., Федорова О.А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, AlyonaPavlova@mail.ru)

The results of the research of waste water sludges properties from food enterprises are introduced in this article. In the course of the research were revealed the dynamics of the nitrogen concentration in waste water sludges generated after biological treatment from different industries of food enterprises.

В связи с быстрым ростом количества отходов к середине XX века одной из глобальных проблем человечества стал выбор новых путей управления отходами, к которым относятся сокращение их количества, повторное использование и уничтожение.

До последнего времени богатство природными ресурсами и огромная территория Российской Федерации позволяли не обращать должного внимания на проблему утилизации всех видов отходов, решение экологических проблем никогда не считалось приоритетным направлением финансирования. Однако сегодня и в России начинают осознавать значимость решения вопроса утилизации различных отходов, в том числе и утилизации осадков сточных вод. На кафедре экологии и защиты окружающей среды МГТУ в течение нескольких лет проводится исследование свойств осадков сточных вод (ОСВ) предприятий пищевой промышленности и создание технологий их обработки и утилизации.

В данной статье рассматривается вопрос о трансформации азотных форм в процессе аэробной стабилизации избыточного активного ила очистных сооружений предприятий пищевых производств.

Избыточный активный ил представляет собой дисперсную систему, в которой дисперсионная среда представлена биологически очищенной сточной водой, а дисперсная фаза - хлопьями активного ила, сформированными в виде сложной трёхуровневой клеточной структуры, окружённой экзоклеточным веществом биополимерного состава. В процессе эксперимента в результате биофлокуляции происходит слияние частиц активного ила в более крупные хлопья размером 1-5 мм, осаждающиеся под действием силы тяжести. Седиментация хлопьев происходит с образованием видимой границы раздела между осветляемой водой и илом.

Процесс аэробной стабилизации избыточного активного ила исследовался на лабораторной установке, состоящей из ёмкости для стабилизации и компрессора для подачи воздуха через диспергаторы. Температура дисперсной системы в течение всего процесса колебалась от 18 до 21 °С.

По литературным данным [1], процесс аэробной стабилизации протекает от 7 до 30 дней в зависимости от состава загрязнений и состава биоценоза адаптированных микроорганизмов. Поэтому продолжительность экспериментов по аэробной стабилизации осадков сточных вод составляла в среднем 20-30 дней.

О ходе деструкции белковых органических соединений можно судить по трансформации азотных форм в надилковой жидкости. Увеличение нитрат-ионов обусловлено преобладанием нитрификационных процессов над денитрификационными. Денитрификация осуществляется под действием группы факультативно-анаэробных гетеротрофных микроорганизмов, существующих за счет органического вещества и использующих кислород, входящий в состав нитратов. Для окисления органических веществ денитрифицирующими бактериями в аэроб-

ном процессе используется растворенный кислород, а не кислород, входящий в состав нитратов. Это изменяет метаболизм бактерий, и процесс осуществляется аналогично схеме аэробной биологической очистки. Нитрификацию осуществляют аэробные автотрофные бактерии, которые синтезируют биомассу из неорганического углерода. При пребывании активного ила в системе биологической очистки в нем развиваются нитрифицирующие микроорганизмы, переводящие аммонийный азот сначала в нитриты, а затем в нитраты [3].

Среднемноголетние результаты проведенных исследований трансформации азотных форм в процессе аэробной стабилизации избыточного активного ила очистных сооружений предприятий пищевой промышленности представлены на рисунках 1-3. Концентрация ионов аммония и нитратов возрастала с первого по 23 сутки экспериментов, в то время как концентрация нитритов достигла максимума на 8 – 10 сутки аэрации, после чего уменьшалась.

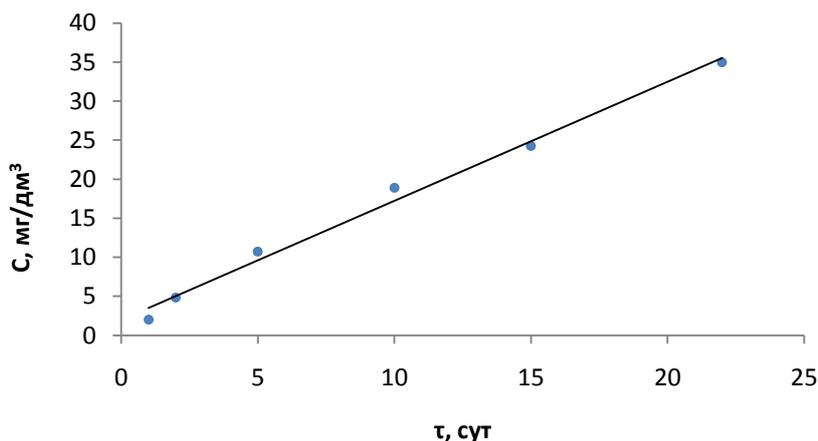


Рис. 1 Динамика изменения концентрации ионов аммония ОСВ аэротенков предприятий пищевых производств

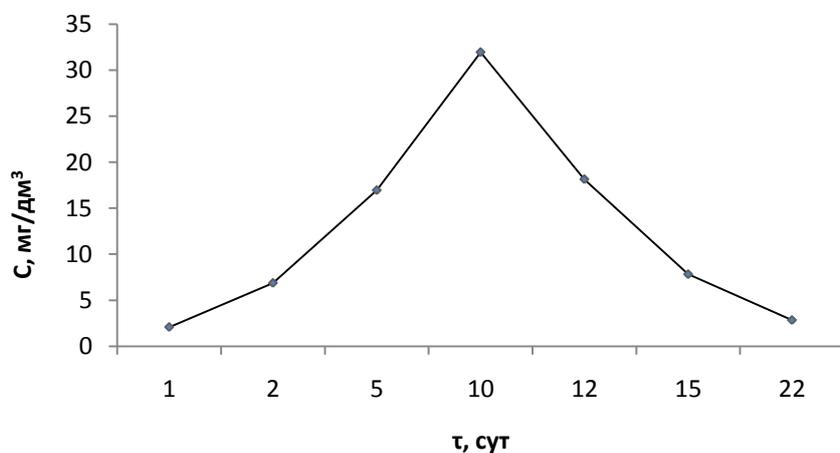


Рис. 2 Динамика изменения концентрации нитритов ОСВ аэротенков предприятий пищевых производств

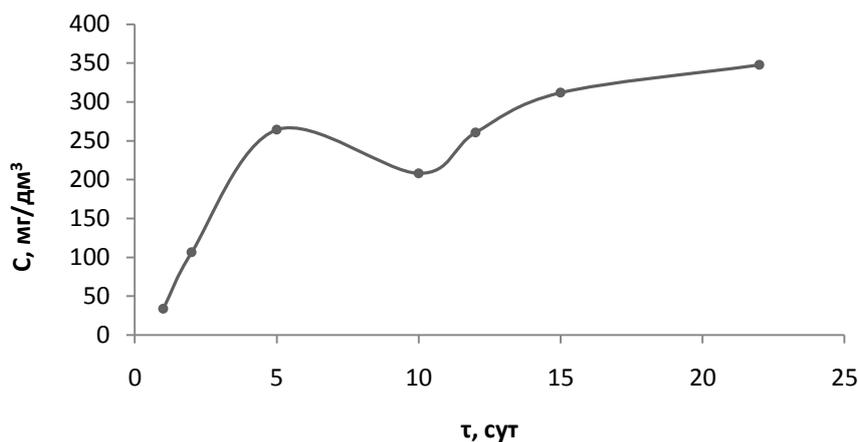


Рис. 3 Динамика изменения концентрации нитратов ОСВ аэротенков предприятий пищевых производств

Таким образом, рост концентрации нитритов напрямую связан с развитием нитрифицирующих бактерий, но при этом в представленных результатах экспериментов при снижении рН до 6 в среде начинает накапливаться аммонийный азот. Накопление аммонийного азота и отсутствие значимого количества нитритного азота означает снижение активности микроорганизмов. На это также указывает рост концентрации нитратного азота на протяжении всего эксперимента.

Следует отметить, что числовые значения концентраций азотов не являются постоянными величинами из-за наличия ряда факторов: залповый сброс, время года, особенности биоценозов, режим эксплуатации очистных сооружений и т.п., при этом динамика изменения концентраций азотных форм идентична для избыточного активного ила очистных сооружений различных пищевых предприятий на протяжении ряда лет.

Литература

1. Аджиенко, В.Е. Исследование процесса аэробной стабилизации избыточного активного ила / В.Е. Аджиенко и др. // Вода и экология. – 2000. - №3. – С. 59-70
2. Туровский, И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С. Туровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 257 с.
3. Хенце, М. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы / М. Хенце, П. Армозс, Й. Ля-Кур-Янсен и др. - М.: Мир, 2004. - 480 с.

АНАЛИЗ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОССИИ И ЕВРОПЕЙСКОМ СООБЩЕСТВЕ

Сташкевич Т. В., Главинская Л. Т. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», кафедра управления производством)

This article it will be about amount of payment for the negative impact on the environment in Russia and other countries: a comparison, the advantages and disadvantages.

В международной практике накоплен богатый опыт применения экологических налогов в качестве инструмента природоохранного механизма. Этот опыт представляет безусловный интерес для России. Современное состояние системы природоохранного регулирования в стране не позволяет говорить о полном воплощении принципов устойчивого развития в государственной политике. С одной стороны, в последние годы в Российской Федерации были введены в действие, а также существенно обновлены некоторые законодательные акты, напрямую касающиеся сферы природопользования. В их числе - ФЗ № 7 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», Лесной и Водный Кодексы РФ. Кроме того, идут активные дебаты по поводу содержания Экологического Кодекса РФ и главы Налогового Кодекса, посвященной экологическому налогообложению. С другой стороны, обновление экологического и ресурсного законодательства не затронуло в необходимой степени совокупность применяемых экономических рычагов и стимулов. Экологические параметры слабо отражены в действующей системе налогообложения. Что же касается применяемой в стране системы платежей за негативное воздействие на окружающую среду, то она хотя и подвергалась в последние годы определенной модернизации, в целом не отвечает современным, а тем более перспективным потребностям и требует кардинального пересмотра.

В зарубежных странах и, прежде всего, в государствах Европейского Союза за последние годы накоплен богатый опыт по последовательной модернизации механизмов экологического регулирования с опорой на экономические инструменты. Важное место в этой системе инструментов отводится экологическому налогообложению и ряду других механизмов, включая ресурсные платежи и торговлю разрешениями на выброс парниковых газов. Данный опыт имеет в качестве теоретической основы продуманные концептуальные идеи, включая, теорию внешних экологических эффектов, а также концепцию двойного дивиденда.

В Российской Федерации согласно ст.16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7 ФЗ негативное воздействие на окружающую среду является платным.

К видам негативного воздействия на окружающую среду относятся:

выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ;

сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;

загрязнение недр, почв;

размещение отходов производства и потребления;

загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;

иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду производится и заполняется всеми без исключения предприятиями, учреждениями, организациями, иностранными юридическими и физическими лицами, осуществляющими на территории РФ любые виды деятельности, связанные с природопользованием:

выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ;

сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;

размещение отходов производства и потребления, облагаемые платой за негативное воздействие на окружающую среду.

Не внесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду влечет наложение административного штрафа (КоАП РФ от 30.12.2001 № 195 –ФЗ). В соответствии со ст. 8.41 КОАП размер штрафа для юридических лиц составляет от 50 до 100 тысяч рублей.

Расчет экологических платежей производится ежеквартально и представляется плательщиками в Управление Росприроднадзора по местонахождению стационарного объекта негативного воздействия.

В России для выбросов в атмосферу установлена 3-х ступенчатая система нормирования:

Если выбросы и сбросы осуществляются в пределах установленных нормативов выбросов (ПДВ), то плата производится по базовым нормативам платы;

Если выбросы и сбросы осуществляются в пределах лимитов выбросов, то плата взимается в пятикратном размере;

Если выбросы и сбросы превышают установленные предприятию лимиты выбросов (сверхлимитные выбросы), то плата взимается в двадцатипятикратном размере.

При отсутствии действующих разрешений на выброс плата вносится в двадцатипятикратном размере.

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками установлены Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года №344 (с изменениями на 1 июля 2005 года) таблица 1.

Таблица 1 Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками³

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выбросы 1 тонны загрязняющих веществ (рубли)	
		в пределах установленных допустимых нормативов выбросов	в пределах установленных лимитов выбросов
1	Азота диоксид	52	260
2	Азота оксид	35	175
3	Серы диоксид (SO ₂)	21	105

³ Сорокин Н.Д. Плата за негативное воздействие на окружающую среду. Пособие для природопользователей./ второе издание – СПб.: ООО «Фирма «Интеграл», 2008г. – 144с.

В Европейском союзе воздухоохранную деятельность регламентирует целый комплекс документов, среди которых наиболее важными можно считать следующие:

Директива 96/61/ЕС о комплексном предотвращении и контроле загрязнения;

Директива 88/609/ЕЕС об ограничении выбросов некоторых загрязняющих веществ в атмосферу крупными энергетическими заводами;

Директива 89/369/ЕЕС о предотвращении загрязнения воздуха новыми муниципальными предприятиями по сжиганию отходов;

Директива 89/429/ЕЕС о снижении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу существующими муниципальными предприятиями по сжиганию отходов;

Директива 94/67/ЕС о сжигании опасных отходов;

Директива 2000/76/ЕС Европарламента и Совета Европы о сжигании отходов;

Директива 94/63/ЕС Европарламента и Совета Европы о контроле выбросов летучих органических соединений в результате хранения бензина и его распределения из терминалов на заправочные станции;

Директива 1999/13/ ЕС об ограничении выбросов летучих органических соединений в результате использования органических растворителей в некоторых видах деятельности и установках;

Директива 1999/32/ЕС о снижении содержания серы в некоторых видах жидкого топлива.

Именно на основе этих директив разрабатываются национальные нормативные акты и системы платежей (налоговые системы) за загрязнение атмосферного воздуха. Так же как и в Российской Федерации, устанавливаются налоговые ставки за единицу массы загрязнения. При этом размеры этих ставок таковы, чтобы у хозяйствующих субъектов был экономический стимул для снижения объёмов выбросов загрязняющих веществ. Эти ставки достаточно часто корректируются, чтобы стимул к снижению загрязнения всегда оставался на высоком уровне. Иногда платежи (налоги) взимаются только в том случае, если объёмы выбросов превышают заранее установленный уровень.

Из табл. 2 можно получить представление о размерах в ряде европейских стран налоговых ставок на выбросы SO_2 и NO_x .

Таблица 2

Размеры налоговых ставок на выбросы SO_2 и NO_x , евро/т

Страна	Налог на выбросы	
	Диоксид серы (SO_2)	Окислы азота (NO_x)
Чехия	28	22
Эстония	3,52	8,5
Польша	85	85
Словакия	22,7	18,2
Франция	27,4	38,1
Италия	53,2	105

В сравнении со странами Европейского союза налоговые ставки по диоксиду серы и окислам азота в России, даже в пределах установленных лимитов выбросов, в несколько раз меньше. Для наглядности представим диаграмму сравнений размера налоговых ставок в странах ЕС и России, рисунок 1. В диаграмму включены налоговые ставки за 1 тонну загрязняющих ве-

ществ (рубли)⁴ в пределах установленных лимитов выбросов (ПДВ) по веществам азота диоксид и азота оксид, как средняя арифметическая величина для общей группы окислов азота.

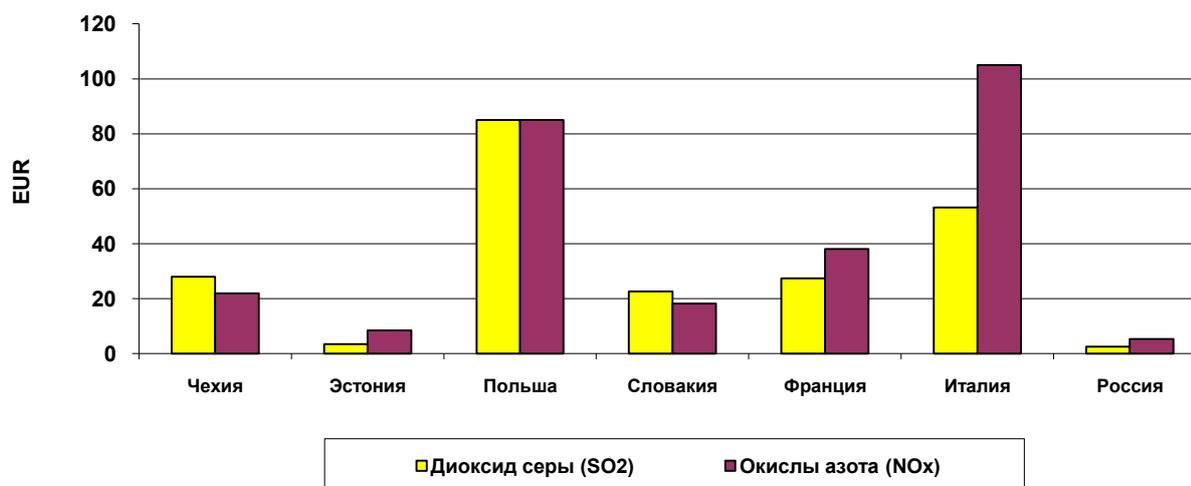


Рисунок 1. Размеры налоговых ставок на выбросы диоксида серы и окислов азота в странах ЕС и России.

В России плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на повышающий коэффициент.

Конечно же, Российское правительство работает над экологическим законодательством, и конечно же, речь идет об экономически рентабельных технологиях, минимизирующих образование отходов, выбросов, сбросов, - иными словами позволяющих более бережно относиться к окружающей среде.

Так, к примеру, предполагается разделить все предприятия на четыре категории по степени воздействия на окружающую среду - от особо опасных до оказывающих минимальное влияние. Для каждой категории будут свои меры регулирования. Внедрять наилучшие доступные технологии заставят всех. Для этого предусматривается несколько экономических "кнутов и пряников", сообщила директор Департамента госполитики и регулирования в сфере охраны окружающей среды Минприроды Светлана Юрманова.

Во-первых, предлагается стопроцентный зачет платы за вредное воздействие на окружающую среду предприятиям, переходящим на новые технологии. Это очень существенно, поскольку с 2016 года плата повысится - сначала в 5, потом в 20 раз. Во-вторых, предусмотрено софинансирование из федерального бюджета ставки кредитов, взятых на переоснащение. В-третьих, планируется ввести ускоренную амортизацию, чтобы предприятия могли быстрее списывать основные фонды.

Проекты предприятий, не соответствующих "зеленым" принципам, с 2016 года предполагается вообще запретить. А с 2021 года ранее открытым, но не модернизированным компаниям включат "красный свет".

⁴ в переводе на евро (курс 1 евро = 40,5 руб.)

В конечном счете, повышение платы за негативное воздействие на окружающую природную среду является экономическим механизмом охраны окружающей среды и заключается в том, чтобы обеспечить с помощью экономических мер достижение целей экологической политики государства, определяемой законодательством, другими нормативными правовыми актами и иными документами. Эта задача будет решена тем успешнее, чем оптимальнее будут урегулированы и реализованы отдельные элементы экономического механизма.

Литература

1. Сорокин Н.Д. Плата за негативное воздействие на окружающую среду. Пособие для природопользователей./ второе издание – СПб.: ООО «Фирма «Интеграл», 2008 г.
2. Расчет выбросов загрязняющих веществ по котельным выполняется по Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час', Москва, 1999 г.
3. <http://rpn.gov.ru/>

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДОЗЫ ИЛА В КАЧЕСТВЕ БИОФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Углова Н.В., Васильева Ж.В.(г.Мурманск, МГТУ)

Одной из важнейших экологических проблем функционирования рыбных промышленных производств является очистка сточных вод, образующихся на различных стадиях технологических процессов при переработке рыбного сырья.

Современные рыбоперерабатывающие предприятия (РПП) потребляют большое количество воды, 95 % которой удаляется из производственных цехов в виде сильно загрязненных промышленных стоков. Так, объемы сточных вод после обработки сырья в несколько раз превышают количество самого обрабатываемого сырья. В то же время состав сточных вод представляет собой сложные полидисперсные коллоидные системы: белковые и небелковые вещества, жир, минеральные вещества (соли фосфора, калия, марганца и другие), витамины и биологически активные вещества. Таким образом, одной из приоритетных задач процесса очистки сточных вод РПП наряду с обеспечением современных природоохранных требований к сбросу производственных сточных вод в водоемы должно являться выделение ценных компонентов сточных вод с целью переработки и использования в качестве высокоценных кормовых и технических продуктов.

Агрегацию и выделение частиц загрязнений коллоидной системы сточных вод обеспечивает технология реагентной очистки сточных вод. Однако традиционно используемые в реагентной технологии минеральные коагулянты и синтетические флокулянты ведут к загрязнению выделяемых потенциально ценных компонентов тяжелыми металлами (Al, Fe), токсичными остаточными количествами полимерных флокулянтов, а также вызывают вторичное загрязнение очищенных вод токсичными компонентами.

Таким образом, поиск новых биоприемлемых реагентов для осуществления операций физико-химической очистки сточных вод (коагуляции, флокуляции), не влияющих на качество выделяемых ценных компонентов сточных вод РПП и нетоксичных для окружающей среды, является одним из актуальных направлений научных исследований.

В связи с этим перспективным является использование в качестве потенциально биоприемлемых реагентов природных биофлокулянтов, в частности внеклеточных полимерных субстанций избыточного активного ила [1, 2]. Известно, что микроорганизмы активного ила самостоятельно выделяют внеклеточные биополимеры, функционально являющиеся флокулирующими агентами, способствующими агломерации дисперсных и коллоидных частиц в хорошо осаждающиеся хлопья загрязнений.

Целью работы являлось исследование влияния дозы активного ила в качестве биофлокулянта на эффективность очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств.

Объектом исследований являлись модельные системы сточных вод рыбоперерабатывающего производства. В качестве биофлокулянта в исследованиях использовался избыточный активный ил (АИ) сооружений биологической очистки, эксплуатируемых ООО "Мурманский хлебокомбинат". Доза ила регулировалась методом декантации. Для реализации метода проводили дозирование биореагента, соответственно его установленным характеристикам, и смешивание его со сточной водой. Характеристики осветленной сточной воды определялись после окончания этапов отстаивания суспензии и отделения сфлокулированного осадка.

Результаты исследований по оценке эффективности очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств при использовании активного ила в качестве биофлокулянта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели очистки сточной воды при использовании в качестве биофлокулянта активного ила с различными дозами

Показатели Исследуемая вода	БПК ₅ , мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	Белок, мг/дм ³	Жиры, мг/дм ³
Исходная сточная вода (СВ)	224,77	1009	560	18,375	0,589
СВ + активный ил с дозой 1,5- 3,5 г/л	160,44	891	480	13,125	0,269
СВ + активный ил с дозой 7-10 г/л	111,24	503	240	8,750	0,242
СВ + активный ил с дозой 15-30 г/л	126,28	736	360	11,375	0,253

Показано, что увеличение дозы активного ила (АИ) с 1,5-3,5 г/л до 7,0-10,0 г/л существенно повышает эффективность очистки сточных вод, так показатель БПК₅ очищенных сточных вод уменьшился с 160,44 до 111,24 мг/дм³. Значения показателей содержания взвешенных веществ, сухого остатка, содержания белковых веществ уменьшились соответственно с 891 до 503 мг/дм³, с 480 до 240 мг/дм³, с 13,125 до 8,75 мг/дм³, приводя, таким образом, к значительному улучшению качества очистки сточных вод.

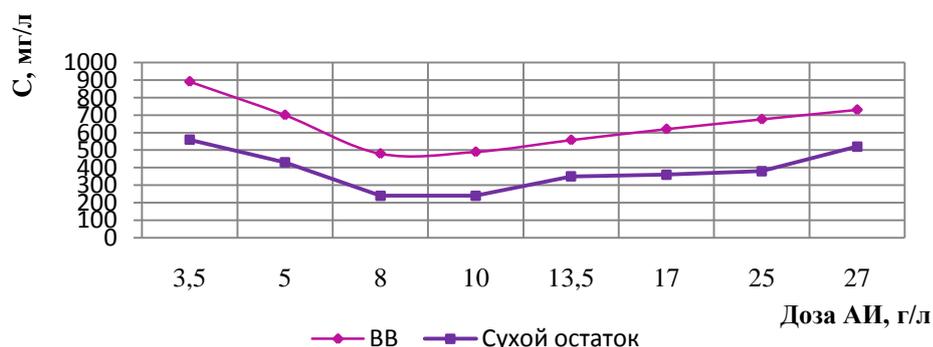


Рис.1 Динамика показателей взвешенных веществ и сухого остатка в очищенных СВ РПП в зависимости от дозы ила

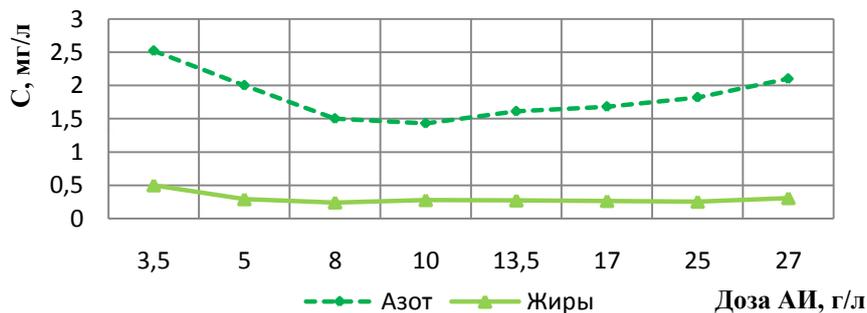


Рис.2 Динамика показателей содержания общего азота и липидов в очищенных СВ в зависимости от дозы ила

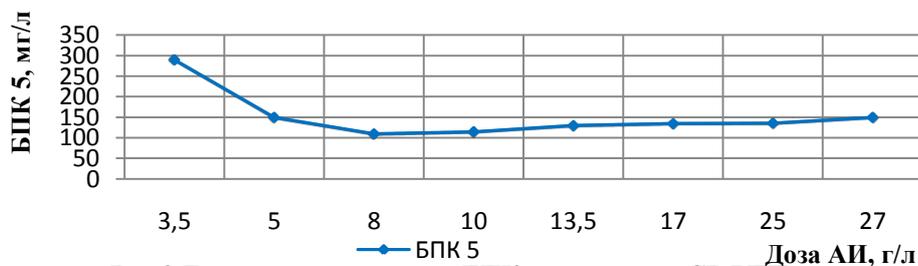


Рис.3 Динамика показателя БПК₅ очищенных СВ РПП в зависимости от дозы ила

Результаты опытов свидетельствуют о повышении степени очистки сточных вод при увеличении концентрации ила, однако, увеличение интенсивности биосорбции загрязнений лимитируется дозой активного ила 7-10 г/л. При дальнейшем увеличении дозировки активного ила до 15-30 г/л биосорбция загрязнений сточных вод идет менее активно чем при действующей дозе АИ 7-10 г/л, что подтверждается некоторым ухудшением качества очистки сточных вод. Так, показатели БПК₅, остаточного содержания взвешенных веществ, сухого остатка, белковых веществ увеличиваются с 111,24 до 126,28; с 503 до 736; с 240 до 360 мг/дм³ соответственно. Таким образом, оптимальная доза АИ по сухому веществу для эффективной очистки сточных вод должна составлять 7-10 г/л.

Литература

1. Гвоздев В. Д., Ксенофонтов Б. С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков.— М.: Химия, 1988, 112 с.
2. Васильева Ж.В. Перспективные направления очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств физико-химическими методами с использованием новых органических флокулянтов. / Ж.В.Васильева, Н.В.Углова, Ю.М.Барашева //Освоение водных биологических ресурсов Арктики и международное сотрудничество: Сб. тезисов Междунар. семинара (15-17 сентября 2010г.). – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. – с.33-35 с.

3. Углова Н.В. Поиск новых природных флокулянтов в очистке сточных вод рыбоперерабатывающих производств. / Н.В. Углова, Ж.В.Васильева//Наука и образование 2010: Материалы междунар. науч.-техн. конф.(5-12 апреля 2010г.). [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон.текст дан (43 Мб) Мурманск: МГТУ, 2010.-(НТЦ "Информрегистр" № гос. регистрации 0321000362:- с.1169-1171.

КОМПОСТИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ДОБАВЛЕНИЕМ МОРСКИХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *FUCUS VESICULOSUS*

Яшкина А. А., Плотникова Е. А., Павлова А. Л., Федорова О. А., Степанова Н. Л. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

The preliminary results of composting mixes such as mix of sewage sludge and seaweeds and mix of sewage sludge and grass are considered in this article. The distinction in course of processes of composting is revealed. Scheduled phytoindication will help to estimate the quality of compost.

В настоящее время существуют следующие два основных способа снижения антропогенной нагрузки на литоральные экосистемы: очистка сточных вод на береговых очистных сооружениях и изъятие загрязняющих веществ из воды водного объекта с использованием биопозитивных конструкций. Первый относится к превентивным мероприятиям, второй – к ликвидации уже существующего загрязнения прибрежных вод. По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ [5] более 60 % сточных вод в Российской Федерации сбрасывается без очистки. Следует также учесть многолетнее накопление в водоеме значительных количеств загрязняющих веществ в воде и в составе донных отложений, что создает угрозу вторичного загрязнения водной экосистемы.

Создавшаяся ситуация диктует необходимость разработки технологий возврата избытка веществ из водоема, где они накопились, на берег, где уже давно ощущается их недостаток. Подобные технологии призваны ликвидировать дисбалансы массопотоков в системе «берег – водоем». Применение традиционных технических решений с использованием химических реагентов, физико-химических процессов в условиях крупномасштабных пространств водоемов и сильного разбавления компонент загрязнения в природных водах, очевидно, не будет целесообразным. Следовательно, нужно организовать извлечение загрязняющих веществ из воды обратно на сушу. Это означает необходимость концентрации разбавленного в морской воде вещества с последующим возвратом его на сушу, что предполагает использование в этих целях аккумулирующих свойств живых организмов (в данном случае макрофитов). Извлекая накопивших поллютант гидробионтов, можно добиться эффекта доочистки прибрежных вод, но при этом возникает задача утилизации изъятной биомассы водорослей.

С другой стороны, основной задачей охраны водных объектов является очистка атмосферных, хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод до их сброса в приемники, которыми являются водоемы. Общеизвестно, что с каждым годом количество сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенных пунктов, неуклонно растет. Проблема очистки, доочистки сточных вод и утилизации образовавшихся в результате очистки осадков сточных вод (ОСВ) на очистных сооружениях канализации городов (ОСК) в последнее время встает очень остро. Для ее решения ученые разных областей науки предлагают различные методы и технологии дальнейшего использования осадков. Однако, реальная ситуация в нашей стране показывает, что значительная часть ОСВ по-прежнему концентрируется на иловых площадках очистных сооружений. Дальнейшее складирование осадков на иловых площадках требует все большей площади под постоянно растущие объемы ОСВ, а условия размещения ОСВ на иловых картах в большинстве случаев не соответствуют принятым нормам и стандартам. Увеличение отводимых земель под складирование ОСВ приводит к постепенному загрязнению высокими концентрациями тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов близлежащих территорий и грунтовых вод, что, в конечном счете, может привести к негативным экологическим последствиям. [4]

Одним из направлений использования осадков сточных вод является почвенный путь утилизации, т.к. он позволяет ограничить загрязнение окружающей среды, обеспечить безотходность производства, повысить рентабельность очистных сооружений за счет реализации получаемой продукции.

Представляет интерес совместная утилизация отходов, образующихся в результате эксплуатации биопозитивных конструкций и канализационных очистных сооружений населенных пунктов, а также предприятий пищевых производств.

Цель работы – исследовать процесс совместного компостирования осадков сточных вод и избыточной биомассы бурых водорослей.

Эксперимент проводился на трех объектах следующего состава:

смесь 1: осадок сточных вод, опилки, древесная пыль, морские водоросли *Fucus vesiculosus* (собранные в пос. Белокаменка), вода;

смесь 2: осадок сточных вод, опилки, древесная пыль, морские водоросли *Fucus vesiculosus* (собранные вблизи причала пос. Абрам-мыс), вода;

смесь 3: осадок сточных вод, опилки, древесная пыль, трава, вода.

Компостирование велось в специально изготовленных установках, конструкции которых предусматривали наличие системы периодического орошения, аэрации, перемешивания и дренажа при температуре окружающей среды от 15 до 22⁰С.

Компостируемые смеси были заложены в конце октября 2011 г., предположительное окончание первой серии эксперимента – апрель 2012 г. Промежуточный отбор пробы компостируемой смеси был произведен через 27 дней после закладки.

В исходной и промежуточной пробах определялись влажность W [1] (рис. 1), зольность X [1] (рис.2), массовая доля азота азота C_N [2] (рис.3) и др. показатели.

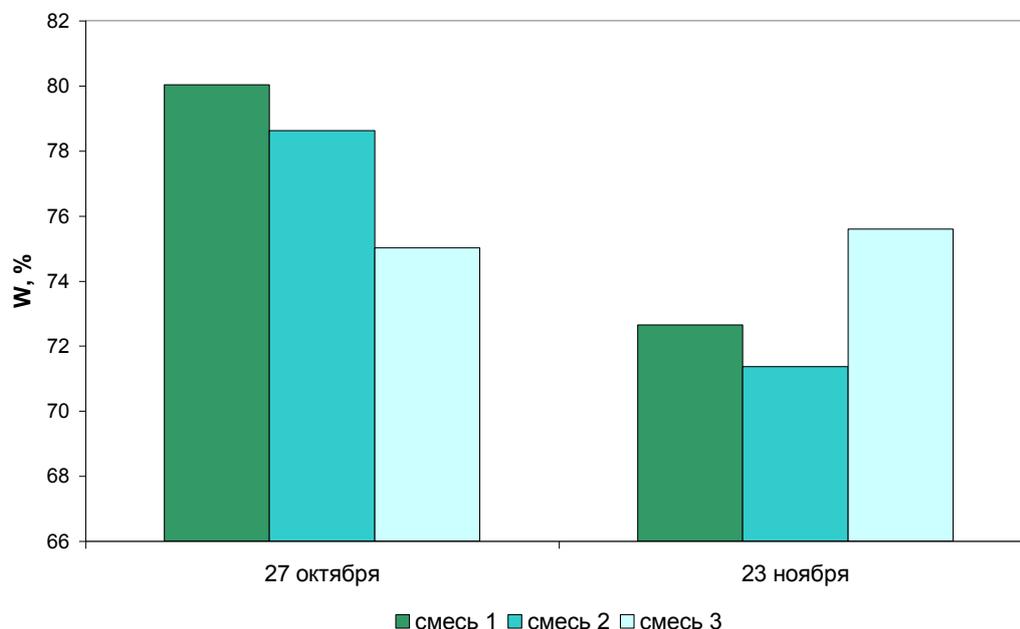


Рис. 1. Влажность в пробах компостной смеси

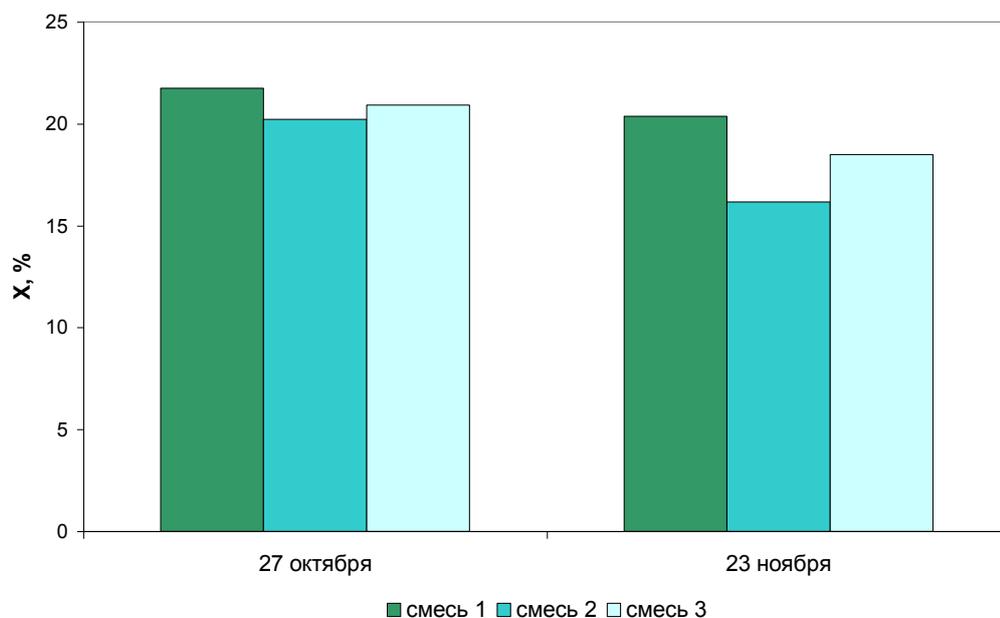


Рис. 2. Зольность в пробах компостной смеси

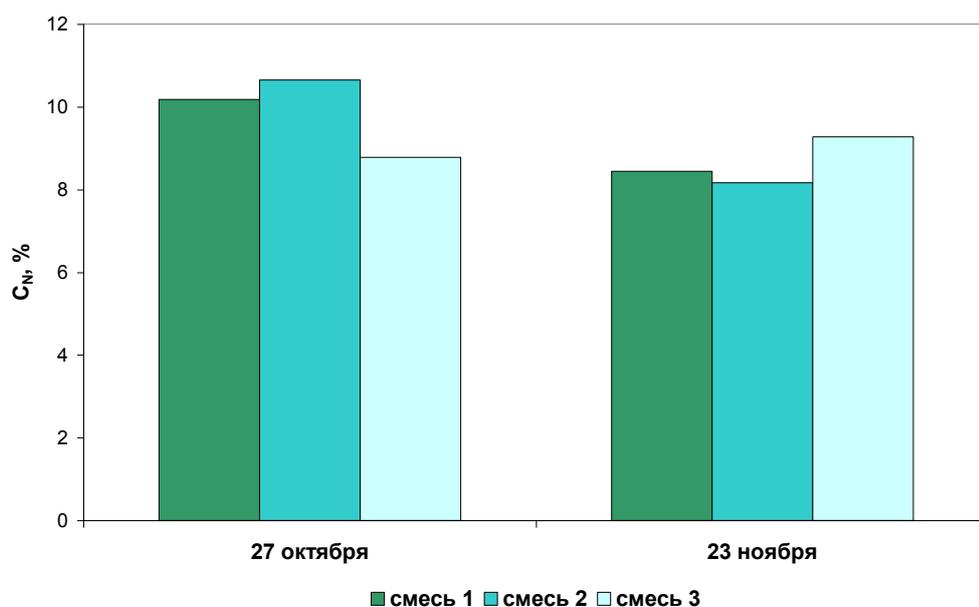


Рис. 3. Массовая доля азота в пробах компостной смеси

Как следует из представленных на рис. 1 – 3 результатов исследования, через 27 дней компостирования заметно снизилась влажность в смеси 1 и смеси 2, в смеси 3 она незначительно увеличилась. Зольность снизилась незначительно, но в смеси 2 снижение данного показателя наибольшее. Массовая доля азота в начале эксперимента была наибольшей в смеси 2, но через 27 дней в данной смеси количество азота стало наименьшим. В смеси 3 содержание азота незначительно возросло.

По промежуточным результатам, представленным выше, можно сделать вывод о существенном различии протекания процессов компостирования смесей, в состав которых входит биомасса морских макрофитов, и смеси с наземной растительностью. Качество полученных

компостов предполагается оценить фитотестированием при использовании в качестве тест-объекта семян высших растений (бархатцы, горох, овес).

Литература

Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации [Текст] / О.Т. Болотина [и др.]. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Стройиздат, 1977. - 299 с.;

ГОСТ 261585-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 1985.01.01. - [Электронный ресурс]. – <http://www.complexdoc.ru/scan/ГОСТ%2012038-84>

Силкин, В. А. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре [Текст] / В. А. Силкин, К. М. Хайлов. – Л. : Наука, 1988. – 230 с.

Слипец, А.А, Агроэкологическая оценка почвенного пути утилизации осадков сточных вод в севообороте [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.А Слипец; Росс. гос. аграрный университет. – МСХА имени К.А.Тимирязева. - Калуга, 2007. – 22 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году [Электронный ресурс] : Доклад / Министерство природных ресурсов и экологии. – <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=128153/>.

**БИОРЕСУРСЫ,
УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ
ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ**

БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Анохина В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

The known methods of evaluating the bioproductivity of hydrobionts in aquaculture according to the index of the expenditure of fodders for the construction of the unit of mass are generalized. Is proposed to unify procedure and to use in the practical fish-breeding a new index - the thermal effectiveness of increase by one power consumption on a quantity of assimilated food.

В трудах А.Ф. Карпевич (1998) убедительно показано, что в пределах видового диапазона изменчивости биопродуктивность особей является функцией их генетической (физиологической), наследственной (видовой) и экологической (положением популяции в ареале вида) потенции вида.

Биопродуктивность гидробиионтов с очевидной необходимостью находится в числе важнейших составляющих их пригодности в рыбоводстве. Фактор продуктивности, являясь интегральным показателем, может быть структурирован с выделением функциональных составляющих, ответственных за проявление признака. Исследования в этом направлении были довольно успешными и позволили обосновать количественные критерии оценки формирования биопродукции гидробиионтов, отражающие, в совокупности, «биологическую стоимость» организмов, в том числе аквакультурантов. К важнейшим сравнительным критериям биопродуктивности А.Ф. Карпевич отнесены следующие показатели:

наращивание органического вещества (предельные возможности увеличения массы тела);

траты кормов на построение единицы массы;

скорость оплаты организмом кормовых затрат.

С теоретических позиций значимость каждого из них очевидна, однако условность и неопределенность количественного выражения признаков затрудняет получение репрезентативной сравнительной оценки аквакультурантов.

Это замечание в меньшей степени касается максимально достижимого веса рыб, как относительно легко исчисляемого показателя соматической продуктивности. Вес рыб подвержен значительным индивидуальным колебаниям, вместе с тем, диапазон его изменчивости закреплен эволюционным отбором, предельная масса тела является видовым признаком и для основных промысловых гидробиионтов известна. Значительно сложнее получить достоверную оценку величины траты кормов на построение единицы массы или оценить скорость оплаты организмом кормовых затрат.

Траты кормов на построение единицы массы. Накопление белковой массы в результате пластического обмена неотрывно связано с мощным биотическим фактором - пищей. Обеспечивая соматический рост, питание также удовлетворяет энергетические потребности на поддержание жизнедеятельности и резервирование энергии.

Оценить обмен рыб в природе, количественно определить полезную метаболизируемую фракцию пищи и содержащуюся в ней энергию чрезвычайно сложно и не выполнимо без специальных экспериментов. Энергозатраты рыб в природе не поддаются прямому измерению. Вместе с тем, различия продуктивности рыб напрямую зависят от физиологической способности их организмов конвертировать пищу с максимальным использованием метаболизируемой фракции на белковый рост. Доля метаболизируемой части корма, которая определяет физиологическую ценность пищи и используется исключительно на прирост, может

значительно варьировать. Эффективная реализация трофической функции находится, например, под влиянием рациона (Davies, 1963) и адекватности биохимического состава пищи. Хорошо известна видовая специфичность метаболических реакций на температуру, а также их зависимость от некоторых других факторов (Brett, 1965).

Эти и другие причины ограничивают использование исчисляемых показателей метаболизма в качестве индикаторов сравнительной продуктивности аквакультурантов. Тем не менее, определение величины усвояемой части пищи, расходуемой на прирост, а также ее энергетической составляющей, представляет существенный интерес для аквакультуры, так как позволяет получить репрезентативную оценку продуктивности объектов разведения.

Наиболее распространенным и общепризнанным способом количественной оценки способности организма преобразовывать пищу в ткани собственного тела является показатель валовой эффективности конвертирования. Определяется он отношением темпа роста к величине рациона и выражается простым уравнением (Brett, Glass, 1973):

$$K = (G/R) \times 100\%,$$

где G – темп роста, R – величина рациона.

Однако, показатель валовой эффективности имеет лишь относительную ценность для сравнительных исследований, поскольку значения валовой эффективности в единицах сырого и сухого веса, а также в калориях, в большинстве случаев не совпадают (Huisman, 1974).

При выполнении практических задач, не требующих большой точности, допускается считать, что энергетические траты организма на синтез тканей составляют 15-20 % метаболизируемой энергии запасаемых веществ тела (Brett, Glass, 1973).

Видовая специфичность метаболических реакций на температуру и влияние размеров тела на скорость обмена хорошо известны. В пределах видового диапазона изменчивости величина траты кормов на построение единицы массы зависит от факторов среды и типа пищи, поэтому управление, например, температурой, в сочетании с улучшенными рационами, открывает возможности для достижения значительной валовой эффективности конвертирования пищи, которая у молодых рыб может достигать 50 % (Бретт и Гроувс, 1983).

В биоэнергетических расчетах эффективности использования энергии пищи на рост, в том числе для трески (Карамушко, 1996), широко применяются классические представления В.С. Ивлева (1945; 1955), Г.Г. Винберга (1986) и ряда зарубежных исследователей о путях контроля баланса энергии в животном организме, в соответствии с которыми коэффициент использования энергии пищи определяют как отношение энергии прироста к величине усвоенной (ассимилированной) пищи, а именно, к сумме энергии прироста, а также энергии внешней и внутренней работы. В современных обозначениях формула выглядит следующим образом:

$$K_2 = P/A, \text{ где } A = P + R.$$

$R = Q_w + Q_v$, где Q_w – энергия внешней работы, Q_v – энергия внутренней работы.

Сравнение гидробионтов разной видовой и популяционной принадлежности по эффективности использования энергии пищи на их рост – важнейшая составляющая оценки их биопродуктивности в процессе отбора потенциальных аквакультурантов. Для соответствующей оценки было бы предпочтительнее применять усовершенствованный коэффициент использования энергии пищи на рост гидробионтов В.С. Ивлева (1977). В меньшей степени, по мнению автора, подходит показатель валовой эффективности конвертирования: $K = (G/R) \times 100\%$, тем не менее, оба эти подхода характеризуются достаточной надежностью измерения основных параметров. К сожалению, подобная практика слабо применяется в рыбохозяйственных исследованиях.

Фактическое отложение белка пищи можно определять по отношению разности между конечным и начальным содержанием белка в тканях к содержанию белка в пище. Считается, что получение высоких привесов может зависеть от соотношения между концентрацией белка в рационах и их калорийностью, так как эффективность усвоения белка связана отрицательной корреляцией с отношением содержания белка рациона к его калорийности.

В классической физиологии мерой усвояемости белка служит показатель чистой утилизации, который отражает отношение количества азота, удерживаемого в организме, к общему количеству азота, содержащемуся в пище, при этом ретенция (задержание) азота в организме служит показателем биологической ценности белка.

Многие исследователи определяют траты кормов на построение единицы массы тела по отношению живого веса рыбы (в г) к весу потребленного с пищей белка (в г) за период роста. Несмотря на недостатки, присущие такому способу оценки эффективности использования белка пищи на рост рыб, которые необходимо учитывать, вычисленный коэффициент находит своё применение в научной практике (Coweу and Sargent, 1972).

Весьма полезной может быть оценка трансформации части питательных веществ в ткани гидробионтов с использованием другого показателя ретенции, который вычисляется по отношению количества питательных веществ, отложившихся в организме рыб, к количеству потребленных, и отражает биологическое действие корма (Щербина, 1983).

Отечественные методики учета эффективности использования корма организмом рыб основаны на упрощенном способе определения затрат питательных веществ корма по кормовому коэффициенту.

Кормовой коэффициент (К.к.) рассчитывают исходя из общего прироста биомассы культивируемого объекта за определенный временной промежуток - ($P_{\text{кон.}} - P_{\text{нач.}}$), при этом количество корма, съеденного за период времени, делят на прирост биомассы за тот же период :

$$\text{К.к.} = \frac{\text{количество израсходованного корма}}{P_{\text{кон.}} - P_{\text{нач.}}}$$

К.к. не является показателем эффективности конвертирования пищи с позиций энергетики метаболических преобразований в процессе усвоения корма, но позволяет исследователю в некотором приближении сравнивать между собой трофическую ценность кормов и их участие в пластическом обмене. Не являясь биологическим показателем, Кк, тем не менее, широко и не без оснований используется рыбоводами как экономическая мера траты кормов на получение единицы биопродукции.

Тщательный учет траты кормов на построение единицы массы аквакультуранта является обязательным на каждом рыбоводном хозяйстве.

На морских хозяйствах аквакультуры получение достоверной оценки биопродуктивности рыб на основании их прямых энергетических трат чрезвычайно затруднительно в силу специфики интенсивного рыбоводства в открытых водоемах. Например, в Баренцевом море, для которого характерна крайняя нестабильность условий среды и высокая продуктивность прибрежной экосистемы, оценить энергетические потребности рыб без специальных лабораторных исследований практически невозможно. Значительные колебания факторов среды, в первую очередь температуры, нарушают положительную динамику обменных процессов в организме культивируемых рыб, затрудняют сравнительную оценку превращения биологической энергии и эффективности роста. Существенное влияние на энергетику роста оказывает присутствующая в районе размещения рыбоводных садков естественная кормовая база, которая является дополнением к расчётному рациону и не поддаётся учёту.

Одним из способов скорректировать влияние температуры на обменные процессы и получить сравнимые конечные характеристики могло бы стать вычисление разработанного нами показателя термальной эффективности роста на единицу энергозатрат по количеству assimилированной пищи (Анохина, 2002; Anokhina, 2002). Показатель термальной эффективности рассчитывается как отношение темпа линейного или весового роста рыб за определённый период времени к количеству набранного тепла в градусоднях.

Принимая во внимание тот факт, что эффективность использования пищи на прирост с той степенью надёжности, которая возможна в лаборатории, при тщательном контроле условий и параметров, в практическом рыбоводстве недостижима, а также разнообразие методов количественного определения биопродуктивности с учетом траты кормов, бывает затруднительно дать репрезентативную оценку сравнительной способности аквакультурантов формировать биопродукцию. Расчеты по единой методике могут значительно упростить задачу.

Литература

1. Анохина В.С. 2002. Особенности адаптации трески в морских садках баренцевоморского побережья/ Тр. ВНИРО, Т. СХЛ 1.-М.- С.240-246.
2. Анохина В.С. 2002. Domestication of the Barents sea cod in the coastal waters of the European North of Russia/ Extended Abstracts and Short Communications, 'Seafarming today and tomorrow'.- Triest, Italy. EAS, № 32.- P131-132.
3. Бретт, Д., Гроувс, Т. 1983. Физиологическая энергетика.// В кн.: Биоэнергетика и рост рыб. Под ред. У. Хоара, Д. Рендолла, Дж. Бретта/ М., Лёгк. и пищ. пр-ть.- С.203-274.
4. Винберг, Г.Г. 1986. Эффективность роста и продукции водных животных// Эффективность роста гидробионтов. Гомель. С. 20-61.
5. Ивлев, В. С. 1945. Биологическая продуктивность вод. – Успехи современной биологии- 19.- С. 98-120.
6. Карамушко, Л. И. Биоэнергетические аспекты питания и роста трески Баренцева моря.//Атлантическая треска:биология,экология, промысел.- СПб.: Наука.- С. 74-80.
7. Карпевич, А.Ф. 1998. Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре // В кн.: Биологические основы марикультуры / Под ред. Л.А. Душкиной.- М.: Изд-во ВНИРО.- С. 78-99.
8. Щербина М.А. Методические указания по физиологической оценке питательности кормов для рыб. - М., - 1983. - 50 с. Brett, J. R. 1965. The relation of size to rate of oxygen consumption and sustained swimming speed of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). J.Fish. Res. Boar Can. 22, 1491-1501.
9. Brett, J. R., Glass, N. R. 1973. Metabolic rates and critical swimming speed of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to temperature and ration size. J.Fish. Res. Boar Can. 26, 2363-2394.
10. Cowey C. B., Sargent, J. R. 1972. Fish nutrition. Adv. Mar. Biol. 10. 383-492.
11. Davies, P. M. C. 1963. Food input and energy extraction efficiency in *Carassius auratus*. Nature (London) 198, 707.
12. Huisman, E.A. 1974. A study on optimal rearing conditions for carp (*Cyprinus carpio* L.). Ph. D. Thesis, Agricult. Univ. Wageningen. (Spec.Publ.).
13. Обобщены известные способы оценки биопродуктивности гидробионтов в аквакультуре по показателю траты кормов на построение единицы массы. Предлагается унифицировать методику и использовать в практическом рыбоводстве новый показатель – термальную эффективность роста на единицу энергозатрат по количеству assimилированной пищи.

МАРИКУЛЬТУРА КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ МОРСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕГИОНЕ

Анохина В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

The value of mariculture for the realization of national sea policy in the Arctic regional direction is discussed.

С началом 21 века мировая цивилизация, обеспокоенная возрастающей численностью населения планеты и его продовольственной безопасностью, продолжает планомерно расширять хозяйственную деятельность в водах Мирового океана. В условиях обострившейся конкурентной борьбы за освоение мировых морских ресурсов государства стремятся укрепить и защитить национальные интересы.

Реализация национальной морской политики в Баренцево - Беломорском регионе тесно связана с защитой стратегических интересов государства на Кольском полуострове методами жесткого государственного регулирования процессов расширения производственного сектора на приграничных территориях и с полноценным мониторингом приграничной рыбохозяйственной деятельности на морской акватории. Заполярная Мурманская область размещена на территории Кольского полуострова и является стратегическим арктическим регионом на Европейском Севере России. Кольский полуостров и прилегающая акватория - это исключительная в своем роде экосистема с богатейшими природными биологическими ресурсами. Континентальные пресные воды и окружающие моря являются основными районами обитания наиболее ценных видов рыб и других объектов промысла: многочисленных лососевых, трески, пикши, сельди, зубаток, палтуса, морского окуня, морского ежа, исландского гребешка, камчатского краба. Массовые промысловые виды рыб составляют промыслово-географические комплексы ихтиофауны моря: северо-бореальный, субарктический и арктический, каждый из которых состоит из общих структурных звеньев – планктофагов, бентофагов, хищников и проходных рыб (Расс,1990).

Богатейшая ресурсная база северных морей создает уникальные возможности для разносторонней хозяйственной деятельности и, прежде всего, для марикультуры. Марикультура, признавая сырьевой, экономический и социальный приоритет за традиционным рыболовством, способствует стабилизации и укреплению ресурсной базы добывающего сектора и является действенным способом реализации национальных задач.

Важнейшим условием национальной морской деятельности в регионе является реализация Комплексной целевой программы Мурманской области по марикультуре. Основы программы, включая теоретический базис и экономические расчёты, были в соответствии с государственным контрактом разработаны нами ранее (Рекомендации по развитию морского рыболовства в Заполярье, 2001) и не утратили своего значения. К факторам, определяющим перспективность решения проблем марикультуры на основе программно-целевого метода, относятся:

богатейшие возможности для размещения марикомплексов на водной акватории площадью 15,5 тыс. га на Баренцевом море и 1,6 тыс. га на Белом море;

необходимость охраны геополитических и экономических интересов России в регионе при распределении совместно эксплуатируемых запасов, повышение конкурентной способностью отечественных инвесторов;

решение задачи планомерной и эффективной реструктуризации рыбной отрасли на бассейне;

наличие ценнейших аборигенных морских видов рыб и беспозвоночных в качестве исходного биологического материала для культивирования;

необходимость защиты уникального природного комплекса северных морей;

необходимость внедрения прогрессивных технологий и методов управления рыбоводством в новых условиях хозяйствования;

восстановление и оживление хозяйственной деятельности в прибрежных посёлках.

Решение перспективных задач рыбохозяйственного комплекса Мурманской области программно-целевыми методами определяется также повышенным риском хозяйственной деятельности в регионе в связи с территориальным размещением за Полярным кругом и неустойчивостью арктического климата, пограничным положением и большой плотностью военных поселений, удаленностью от центров жизнеобеспечения. Таким образом, реализация национальной морской политики на Арктическом региональном направлении определяется богатством исключительной экономической зоны и необходимостью защиты экономических, политических и оборонных интересов России при разработке и использовании ресурсов Арктики.

ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЛАСТОНОГИМИ СОДЕРЖАЩИМИСЯ В УСЛОВИЯХ ОКЕАНАРИУМА И РАЗЛИЧИЕ НАСТОЯЩИМИ ТЮЛЕНЯМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР С ИЗМЕНЕННОЙ ПЛОЩАДЬЮ КРЕСТА

Березина И.А.1, Калинин А.М. 2, Клапатюк А.М.1 (1- г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, биологический факультет, 2-ООО “Арктик-сервис-Мурманский океанариум”)

In this paper motor acts and fixed positions of the body common to pinnipeds are described and classified. Additional elements noticed for the first time were introduced in the elements catalog. Motor behavior of pinnipeds in captivity characterized by stereotype and stability. In determining minimum difference degree of geometric figures form the results shown by gray seals are much higher sea-hare results, that is caused by the difference in their lifestyle.

В Мировом океане обитает более 100 видов морских млекопитающих. Перейдя к жизни в водной среде, ластоногие сохранили хищнический образ жизни, и как прекрасные охотники имеют хорошо развитую систему органов чувств. Глаз тюленя очень хорошо приспособлен к функционированию как под водой, так и на суше (Андреев, 1978; Морозов, 1983). Известно, что в прозрачной воде тюлень может обнаружить движущийся объект на глубинах до 450 м (Ренуф, 1989).

Одним из путей более рационального использования животного мира Арктики и расширения областей применения морских млекопитающих в народном хозяйстве являются не только знание их физиологических и биологических особенностей, но и знание особенностей поведения. К сожалению, многие вопросы жизнедеятельности морских млекопитающих до сих пор остаются открытыми. Это связано, прежде всего, с тем, морские звери обитают преимущественно в водной среде и, как правило, избегают встреч с человеком. Одним из способов восполнить пробелы в наших знаниях о морских млекопитающих является изучение этих животных в аквариальных комплексах зоопарков, океанариумах и научных учреждениях. Исследования в области оптических способностей ластоногих важны при решении вопросов их охраны, для рационального ведения промысла, при разработке систем управления их поведением. Разработки в этой области особенно актуальны для российского Севера.

Целью настоящей работы является: составление детального представления о двигательном поведении ластоногих в условиях неволи и определение особенностей зрительных анализаторов тюленей при формировании двигательных условных рефлексов.

При этом были поставлены следующие задачи: 1) Описать и классифицировать перечень моторных актов и фиксируемых положений тела, свойственных этим ластоногим в неволе; 2) Провести сравнительный анализ полученных результатов с литературными данными, описанными ранее; 3) Определить минимальную степень различия формы плоских геометрических фигур

Материалы и методы.

1) В процессе экспериментальных работ в течение нескольких лет проводились наблюдения за двигательным поведением разновозрастных тюленей 4 видов семейства настоящие тюлени. Длительность каждого наблюдения составляла, в среднем, 30 минут, частота наблюдений пять раз в неделю. Протоколы наблюдений анализировались на предмет качественного выделения и описания элементов двигательного поведения, а также блоков элементов. Для этого применялся морфологический подход к описанию (Надолишняя, Стародубцев, 2000). При

составлении каталога были использованы те же принципы, что и в аналогичной работе, выполненной на серых тюленях, содержащихся в океанариуме (Зими́на, Мишин, 2003).

2) Все эксперименты проводили по стандартной двигательной-пищевой методике. Критерием обучения было достижение 95%-го уровня правильных ответов в двух опытах подряд.

За положительный ответ принято касание носом креста, независимо от того с какой стороны относительно животного он находится. Сторона предъявления фигур менялась псевдослучайно: не более тех раз подряд с одной стороны и так, чтобы каждая фигура занимала положение право-лево относительно животного не более 15 раз на опыт.

Всего в работе было использовано 5 вариантов крестов, стороны которых составляли от 36% до 97.44% от площади квадрата со сторонами 25x25 см, предъявляемого одновременно с крестом.

Результаты и обсуждения.

В ходе обработки результатов наблюдений все зарегистрированные элементы двигательного поведения были выделены в большой каталог: *каталог индивидуальных элементов*. Многие формы поведения, наблюдаемые нами в данной работе, были фиксированы и описаны ранее (Зими́на, Мишин, 2003). Но при этом нами были зафиксированы 23 новые формы поведения. Их можно отнести к 7 разделам: Почесывание (Ч 1.10; Ч 1.11; Ч 1.12; Ч 1.13; Ч 1.14; Ч 2.3.4); Изменение ориентации тела в пространстве и его частей относительно друг друга (И 1.5); Блоки поз и телодвижений (Б 2.1.3; Б 2.1.4.; Б 3.1.7.); Зависание (В 2.6); Лежание (Л 1.5; Л 2.1.10; Л 2.1.11; Л 2.2.7; Л 2.2.8; Л 3.5; Л 3.6; Л 3.7; Л 3.8); Элементы индивидуального двигательного поведения без поступательного движения (И 9.9.4); Взаимодействия с преградами (П 2.18; П 2.19). Появление новых форм двигательного поведения связано с обучением животных в процессе дрессировки, с определенной игровой деятельностью.

При проведении экспериментов по распознаванию геометрических фигур с морским зайцем было проведено 17 занятий с предъявлением ему 5 вариантов форм креста. В 4 вариантах морской заяц очень уверенно и быстро дифференцировал крест от квадрата и процент правильных ответов не был ниже 83.33 %, что позволяет говорить о том, что тюлень уверенно отличает крест со сторонами шириной 17 см от квадрата как самостоятельную фигуру. Однако в варианте 5 (ширина сторон креста 21 см) морской заяц показал равномерное снижение уровня дифференцировки от 50 % до 40 %, из чего можно заключить, что такая фигура воспринимается животным как квадрат.

С серым тюленем было проведено 20 занятий. По сравнению с результатами экспериментов с морским зайцем можно отметить, что серый тюлень уверенно (96.66 % в двух опытах подряд) дифференцирует крест со сторонами 21 см от квадрата как самостоятельную фигуру, тогда как у морского зайца в этой паре отмечено падение уровня правильных ответов. Возможно, это связано с образом жизни этих животных, а, следовательно, с физиологическими особенностями организации их зрительной системы. Серые тюлени ведут хищнический образ жизни и охотятся на активную добычу, а морские зайцы бентофаги и для них большее значение имеет чувствительность вибриссов, чем зрение.

Вывод: В результате проведенной работы были описаны и классифицированы моторные акты и фиксированные положения тела, свойственные этим млекопитающим. В каталог элементов были внесены дополнительные элементы, замеченные впервые. Сравнивая описание двигательного поведения серых тюленей с литературными данными более раннего периода, можно отметить, что двигательное поведение в неволе отличается стереотипностью и стабильностью. Это связано с отсутствием опыта и постоянными неизменяющимися условиями обитания животных в неволе. И при определении минимальной степени различий формы

плоских геометрических фигур результаты показанные серым тюленем значительно выше, чем результаты морского зайца, что обусловлено различием в их образе жизни.

Литература

1. Андреев Ф.Б. Новое в изучении китообразных и ластоногих. – Москва: Наука, 1978. – С. 116-133.
2. Зимина, 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.
3. Морозов В.П. Занимательная биоакустика: рассказы о языке эмоций в мире животных и человека. – М.: Знание, 1983. – 184 с.
4. Надолишняя А.П., Стародубцев Ю.Д. Элементы двигательного поведения белух при содержании в условиях дельфинария. Архангельск, 2000. – 276с.
5. Ренуф Д. Сенсорные способности обыкновенного тюленя // В мире науки. – 1989, № 6. – С. 50-55.

ВЫРАБОТКА У СЕРЫХ ТЮЛЕНЕЙ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ НА ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.

Литвинов Ю. В. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Sense of smell one of the most ancient and major analyzers at animals. It plays the important role in their ability to live. Sense of smell serves animals for search and a choice of food, tracing of extraction, and rescue from predators, for bioorientation and biocommunications. Sea mammals are usually considered as animals with poorly developed sense of smell. During work we managed to develop at two grey seals a conditioned reflex on olfactory irritant by different techniques in a current of two weeks.

Морские млекопитающие долгое время рассматривались как аносматики или микросматики (Lowell and Flanigan, 1980; Brown et al., 1985). Ластоногие, несмотря на то, что являются вторично водными животными, сохранили основные мозговые структуры и органы обоняния (Binnida-Emonds, 2000), в том числе даже вомероназальный орган (Hoelzel, 2002). Однако наблюдения за поведением животных в естественных условиях позволяют сделать вывод, что обоняние, возможно, играет важную роль в социальной коммуникации, репродуктивном поведении (Schusterman, 1981) и выборе пищи (Laska et al., 2008).

Обонятельное поведение и назо-назальные контакты южноафриканских морских котиков (*Arctocephalus pusillus*), содержащихся в неволе, были описаны Россом (Ross, 1972). У гренландских тюленей (*Phoca groenlandica*) самка определяла своего щенка визуально, вокально и с помощью обоняния, но окончательное подтверждение было сделано только после обнюхивания щенка (Kovacs, 1987). Кормлению почти всегда предшествовал назо-назальный контакт (Kovacs, 1987, 1995), в течение первых двух дней после рождения самка обнюхивала своего щенка значительно чаще, чем во время остального периода грудного вскармливания (Kovacs, 1987). В случае если щенок не подает голоса, самка способна найти его по запаху на расстоянии до 50-100 метров, при этом чужих бельков после обнюхивания она прогоняет (Назаренко, 1984). Известен случай, когда самки гренландского тюленя следовали за своими щенками к местам передержки, расположенными на расстоянии 50-70 километров от их отлова, проползая по берегу от 2 до 5 километров. При этом, возможно, для ориентирования они использовали не только зрение и слух, но и обоняние (Томилин, 1984). Самки северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) так же часто обнюхивают своего щенка после рождения и во время периода лактации и используют назо-назальный контакт, как средство идентификации своего щенка (Bartholomew, 1959). Этот же контакт, как заключительное признание самкой своего щенка, был описан у южноамериканских морских котиков (*Arctocephalus australis*) (Phillips, 2003), антарктических морских котиков (*Arctocephalus gazella*) (Dobson and Jouventin, 2003), австралийских морских львов (*Neophoca cinerea*) (Pitcher, 2010) и у сивучей (*Eumetopias jubatus*) (Чечина, 2004). Такое поведение обычно для сухопутных млекопитающих и обеспечивает появление тесной связи между самкой и ее потомством (Wyatt, 2003).

Важную роль обоняние играет и в репродуктивном поведении морских млекопитающих. Самцы новозеландских морских котиков (*Arctocephalus forsteri*) обнюхивали самок в области головы и задней части тела (perineal) во время периода размножения, по-видимому, оценивая готовность самок к спариванию (Miller, 1974). Обонятельное поведение сивучей различалось как между животными разного пола и возраста, так и в разные периоды их жизни – репро-

дуктивный и пострепродуктивный (Белонович и др., 2006). У самцов кольчатых нерп (*Phoca hispida*) в период размножения усиливалась секреция сальных и апокринных желез, которые издавали сильный и специфический аромат (Hardy et al., 1991). Возможно, он используется для маркировки территории и/или для привлечения самок (Ryg et al., 1992).

Возможно, обоняние используется тюленями и при поиске и выборе пищи. Так серые тюлени (*Halichoerus grypus*) всплывали и поедали пойманную рыбу только с подветренной стороны нефтяного пятна (Lunneryd et al., 2003). Обыкновенные тюлени (*Phoca vitulina*) наблюдались плывущими в океане по кратчайшим маршрутам к местам нахождения рыбных косяков и существует предположение, что они используют обонятельные стимулы для ориентации в пространстве и поиске пищи (Thompson and Miller, 1990; Kowalewsky et al., 2006).

Обоняние ластоногих на физиологическом уровне достаточно плохо изучено. В основном проводились исследования зрения, слуха и соматосенсорной системы тюленей. В доступных нам источниках найдено всего несколько работ по изучению обоняния ластоногих. Это исследование обыкновенных тюленей (*Phoca vitulina*) на чувствительность к сульфиду этана (DMS) (Kowalewsky et al., 2006), и две работы на южноафриканских морских котиках (*Arctocephalus pusillus*) по распознаванию ими различных ароматов (Laska et al., 2008; 2010). Данные полученные в ходе них позволяют сделать вывод, что скорость выработки условных рефлексов на обонятельные раздражители и длительность их сохранения у ластоногих находится на уровне с некоторыми представителями отряда приматов и грызунов (Laska et al., 2008). Острота обоняния существенно превосходит остроту обоняния человека (Kowalewsky et al., 2006, Laska et al., 2008; 2010). На серых тюленей (*Halichoerus grypus*) подобные исследования не проводились.

Целью данной работы являлось установление возможности выработки у серых тюленей условных рефлексов на обонятельные раздражители. В эксперименте участвовали две самки серого тюленя. Возраст обеих – шесть лет. Тюлени были обучены различным командам и участвовали в выполнении других экспериментальных работ. Животные были здоровы и имели высокий уровень пищевой мотивации. Экспериментальные работы проводились на полигоне ММБИ в Кольском заливе в феврале 2010 года.

С тюленем №1 эксперимент проводился по методу «выбор по образцу» (Зорина, Полетаева, 2002). С тюленем №2 работа велась по методике подготовки собак-ищейек (Крузерман, 1997). В качестве раздражителя использовался 10 % раствор камфорного масла. Данное вещество было выбрано потому, что согласно одной из классификаций запахов оно относится к первичным ароматам (Amoore, 1970).

Вначале животных знакомили с целевым раздражителем в форме пластиковой непрозрачной бутылки с отверстиями, в которой помещалась медицинская вата с ароматическим маслом, для определения его реакции на данный аромат. Концентрация камфорного масла составляла 3 мл. Пищевое подкрепление следовало после того, как тюлень делал 2-3 вдоха возле емкости. Отрицательной реакции на запах у обоих животных не было отмечено.

Тюлень №1 в течение 3-х тренировок обучали оставаться возле емкости с запахом на протяжении 5 секунд. Подкрепление следовало, если животное не убирало нос от емкости и делало вдохи. За это время тюлень успевал сделать 3 – 4 глубоких вдоха. После того как животное стало выдерживать данное время, перешли к следующему этапу. По краям садка на расстоянии 2 м от тюленя повесили две идентичные по размерам и цвету непрозрачные пластиковые бутылки с одинаковым числом отверстий. В одну из них поместили вату, пропитанную камфорным маслом. После демонстрации целевого раздражителя, животному разрешалось обследовать обе емкости, но подкрепление следовало только, если тюлень задерживался в течение 5 секунд у емкости, сделав правильный выбор. Если выбор был не-

верный, то бутылки убирались, а тюлень подзывался на стартовую позицию, но подкрепления не следовало. Емкости меняли в случайном порядке.

При проведении эксперимента с тюленем №2 было максимально ограничено использование животным всех органов чувств, кроме обоняния. Емкость помещалась на боковой сетке садка, так что животное ее не видело. Расстояние от тюленя составляло 80 см. В дальнейшем оно увеличивалось до 1.5 метров. После демонстрации целевого раздражителя животное должно было следовать вдоль стенки садка и, при обнаружении емкости, остановиться около нее и ждать сигнала. При правильном исполнении следовало подкрепление.

Всего было проведено 10 тренировок по 20 предъявлений раздражителя в каждой. Тюлень №1 на шестой тренировке показал 75% результативности. В дальнейшем она достигла 90% и составила в среднем 64.5%. Тюлень №2 уже с третьей тренировки показал высокий процент результативности - 80%. В дальнейшем он достиг 100%, в среднем результативность составила 70.5%. При проведении пятой тренировки животное отказалось работать. Возможно, причиной этого стали выхлопные газы катера, стоящего рядом с садком. Разница в результативности правильного выбора емкости у двух животных, вероятно, можно объяснить, как различиями в методике проведения эксперимента, так и индивидуальными особенностями организмов.

В ходе эксперимента было установлено, что у серых тюленей возможна выработка условного рефлекса на обонятельный раздражитель различными методами в течение относительно непродолжительного времени. В дальнейшем планируется расширить данные исследования и получить более объективные данные.

Литература

1. Белонович О.А, Рожнов В.В, Мамаев Е.Г, Бурканов В. Н. Обонятельные контакты сивучей (*Eumetopias jubatus*)//Морские млекопитающие Голарктики, 2006. С.64-67
2. Зорина З.А., Полетаева И. И. Элементарное мышление животных//М.: Аспект Пресс, 2002. 320 с.
3. Крузерман Г.В. Дрессировка собак// Справочник. М.: ВСВ-Сфинкс, 1997. 143 с.
4. Назаренко Ю.И. Биология и промысел беломорской популяции гренландского тюленя//Морские млекопитающие. Сер. Биол. ресурсы гидросферы и их использование. М. Наука, 1984. С. 109–117
5. Томилин А. Г. Снова в воду//М. Знание. 1984. 191 с.
6. Чечина О.Н. Видотипичное поведение сивучей//Этологический атлас. Севастополь, 2004. 120 с.
7. Amoore J.E. Molecular basis of odor // Springfield. 1970.
8. Brown R.E. The marine mammals: orders Cetacea, Pinnipedia, and Sirenia//Social odours in mammals. Clarendon Press, Oxford. 1985. V. 2. P. 723-731
9. Bartholomew G.A. Mother-young relations and the maturation of pup behavior in the Alaska fur seal//Animal Behaviour. 1959. V. 7. P. 163-171.
10. Binnida-Emonds O, Gittleman J. Are pinnipeds functionally different from fissiped carnivores? The importance of phylogenetic comparative analyses//Evolution 2000. V.54, P. 1011-23.
11. Dobson F.S. and Jouventin P. How mothers find their pups in a colony of Antarctic fur seals//Behavioural processes. 2003.V. 61.P. 77-85.
12. Hardy M.H., Roff E., Smith T.G. and Ryg M. Facial skin glands of ringed and grey seals, and their possible function as odoriferous organs//Canadian Journal of Zoology. 1991. V. 69. P.189-200.
13. Hoelzel A. Marine mammal biology: an evolutionary approach//Durham: Blackwell. 2002.
14. Kovacs K.M. Maternal behaviour and early behavioural ontogeny of harp seals, *Phoca groenlandica*//Animal Behaviour. 1987. V. 35. P. 844-855.

15. Kovacs K.M. Mother-pup reunions in harp seals, *Phoca groenlandica*: cues for the relocation of pups//Canadian Journal of Zoology. 1995. V. 73.P. 843-849.
16. Kowalewsky S., Dambach M., Mauck B. and Dehnhardt G. High olfactory sensitivity for dimethyl sulphide in harbour seals//Biology Letters. 2006. V. 2. P.106-109.
17. Laska M, Svelander M. and Amundin M. Successful acquisition of an olfactory discrimination paradigm by South African fur seals, *Arctocephalus pusillus*//Physiology and Behavior. 2008. V. 93. P. 1033-1038.
18. Laska M., Lord E., Selin S. and Amundin M. Olfactory discrimination of aliphatic odorants in South African fur seals (*Arctocephalus pusillus*)//Journal of Comparative Psychology. 2010. V.124(2). P. 187-193.
19. Lowell W.R. and Flanigan J. W. Marine mammal chemoreception//Mammal review. 1980. V. 10, 53-59.
20. Lunneryd G., Fjälling A., and Westerberg H.A large-mesh salmon trap: a way of mitigating seal impact on a coastal fishery. ICES J. Mar. Sci. 2003.V 60.P. 1194-119
21. Miller E.H. Social behaviour between adult male and female New Zealand fur seals, *Arctocephalus forsteri* (Lesson) during breeding season//Australian Journal of Zoology. 1974. V. 22. P. 155-173.
22. Phillips A.V. Behavioral cues used in reunions between mother and pup South American fur seals (*Arctocephalus australis*)// Mammology. 2003. V. 84. P. 524-535.
23. Pitcher B.J. Social olfaction in marine mammals_ wild female Australian sea lions can identify their pup's scent//Biol Lett. 2011. V. 7. P. 60
24. Ross G.J. Nuzzling behaviour in captive cape fur seals//International Zoo Yearbook 1972. V. 12. P. 183-184.
25. Ryg M. Solberg Y. Lydersen C. and Smith T.G. The scent of rutting male ringed seals (*Phoca hispida*)// Zoology (London). 1992. V. 226. P. 681-689.
26. Thompson P., Miller D. Summer foraging activity and movements of radio-tagged common seals (*Phoca vitulina* L.) in the Moray Firth//Scotland. J Appl Ecol 1990. V.27. P.492-501.
27. Shusterman J.R. Behavioral capabilities of seals and sea lions a reveiw of their hearing, visual, learning and diving skills//The Psychological Record.1981. V. 31, P.125-143.
28. Wyatt T.D. Pheromones and animal behaviour: communication by smell and taste. Cambridge: Cambridge University Press; 2003.

СТРУКТУРА ПОЯСА *SACCHARINA LATISSIMA* ГУБЕ ЗЕЛЕНЕЦКАЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Малавенда С. В., Макаров М. В. (г. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН, лаборатория альгологии)

Saccharina latissima (синоним *Laminaria saccharina*.) – промысловый и зарослеобразующий вид в Баренцевом море. Представляет интерес закономерности распределения вида и межвидовые взаимодействия, его определяющие. В ранее выполненных работах нет единого мнения о том, сколько ассоциаций в поясе *S. latissima*. При масштабном анализе береговой растительности (Блинова, 2007) указывается, что на защищенных участках сублиторали преобладает ассоциация *L. saccharina*, а на глубине 5-7 м - *Desmarestia aculeata*. Детальное описание фитоценозов губы Ярнышная (Шошина, Аверинцева, 1994) позволило авторам выделить в поясе *L. saccharina* три ассоциации и ряд переходных. Цель данной работы – дополнить представления о структуре сублиторальных фитоценозов Баренцева моря и уточнить состав и структуру ассоциаций, в которых доминирует *Saccharina latissima*.

Материалы и методы

Пробы были отобраны в губе Зеленецкая Баренцева моря во второй половине июля – начале августа в 2009 и 2010 годах. Именно в данное время года морские прибрежные фитоценозы достигают своего максимального развития. Пробы отбирали по стандартной методике: площадками по 1 м² в сублиторали через каждые 2 м глубины. Количественная обработка проб проводилась в течение двух суток с момента сбора. Всего выполнено 29 сублиторальных проб.

Губа Зеленецкая имеет форму двух сообщающихся ковшей. Наибольшая глубина 18 м. Благодаря группе островов в устье большая часть хорошо защищена от прибоя. Грунты в верхних отделах сублиторали (до 3-5 м) валунные, глубже илисто-песчаные.

Растительные ассоциации выделяли по традиционной методике (Калугина-Гутник, 1975). Анализ данных по биомассе макрофитов проводили по стандартным методам. Оценку распределения выполнили в пакете Statistica 6.0 методом подгонки, а проверку через хи-квадрат. Для определения взаимной обусловленности организмов выполнили корреляционный анализ данных по биомассе интересующих видов. Приуроченность к определенной глубине для ряда видов также оценивали корреляционным анализом. Оценка достоверности коэффициента корреляции не могла быть выполнена, поскольку обилие видов в пробах описывается лог-нормальным распределением.

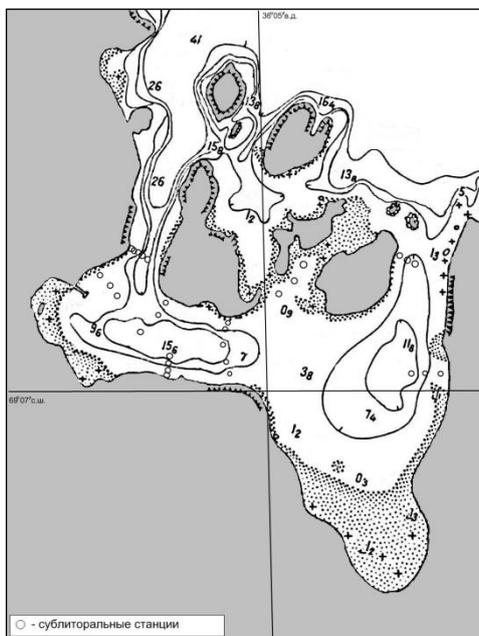


Рис.1. Размещение сублиторальных станций в губе Зеленецкая Баренцева моря.

Результаты и их обсуждение

Обнаружено 85 видов макрофитов. Из них 30 бурых, 37 видов красных и 18 – зеленых. Только 23 вида из 77 обнаруженных имеют среднюю плотность больше 1 г/м². Еще 17 более 0.1 г/м², причем у каждого биомасса в 1 пробе превышает 0.5 г/м². Распределение данных видов очень неравномерное, стандартное отклонение в несколько раз выше среднего арифметического.

Корреляционный анализ данных выявил слабую положительную связь меры доминирования с прибойностью и отрицательную с глубиной. В целом связь всех исследованных параметров слабая. Выявлено, что ассоциация *Saccharina latissima* + *Alaria esculenta* произрастает на защищенных, но хорошо промываемых участках дна на валунных грунтах. Со снижением интенсивности движения воды и увеличением доли мягких грунтов из состава сообществ практически исчезает *A. esculenta* (выявлены отдельные особи первого года жизни) и формируется ассоциация *S. latissima* + *Desmarestia aculeata*.

Ассоциация *S. latissima* + *A. esculenta* отмечена в наиболее защищенной части губы на смешанных грунтах (в основном валуны и песок, ил в небольших долях) до глубины 5 м и на 15 м в проливе. Проективное покрытие 80-100 %. Биомасса варьирует в зависимости от особенностей грунта и составляет в среднем 6.4±1.9 кг/м². Ассоциация монодоминантная. Доля субдоминанта в общей биомассе составляет до 30%. 100% встречаемость только у трех видов: *S. latissima*, *A. esculenta*, и *D. aculeata*. Отмечены в 80% проб виды нижнего яруса: *Desmarestia viridis*, *Odonthalia dentata*, *Euthora cristata*, *Phycodrys rubens*, *Devaleraea ramentacea*, *Chaetomorpha melagonium*, *Ulvaria obscura*, *Sphacelaria plumosa*, *Chorda filum*, *Dictyosiphon foeniculaceus*. В этой ассоциации выявлено очень высокое видовое разнообразие. В среднем обнаружено 20 видов на 1 м². Всего в ассоциации выявлено 64 вида. Эпифиты широко распространены на ризоидах и стволиках ламинарий. Развита нижняя ярус, состоящий главным образом из красных водорослей. Фитоценозы сомкнутые.

На валунных грунтах с примесью песка и ракуши в наиболее защищенных частях губы (IV степень прибойности) исчезает *A. esculenta* и формируется олигодоминантная ассоциация *S. latissima* + *D. aculeata*. Биомасса эпифитов ниже, чем в предыдущей. Заросли разреженные,

мозаичные (синузии *S. latissima* и *D. aculeata* чередуются). Располагается на глубинах от 1 до 18 м. Биомасса 2.5 ± 2.4 кг/м². Фитоценозы не сомкнутые. Доминирование *S. latissima* четко не выражено. Нижний ярус составляют примерно те же виды, что и в предыдущей ассоциации, но плотность их меньше. Встречаются в основном *C. melagonium*, *S. plumosa* на ризоидах ламинарии. Многочисленны *D. viridis* и *Monostroma grevillei*. На *D. aculeata* отмечена *Elachista fucicola*. С увеличением доли ила заросли становятся еще более разреженными и число видов сокращается. Всего в ассоциации выявлено 55 видов. Проективное покрытие в среднем 5 % и биомасса до 1 кг/м². Большая биомасса отмечена только в небольшом углублении в центре губы (станция 22). Число видов в среднем 14 на м². Это обусловлено прежде всего особенностями алярии, она предпочитает хорошо промываемые участки с твердым дном (Пропп, 1981). *D. aculeata*, напротив, в условиях смешанных грунтов достигает высокой биомассы. Корреляционный анализ показал обратную связь распределения в бухте *A. esculenta* с глубиной, и указанных видов между собой. Учитывая, что на каменистых грунтах глубина мало влияет на распространение данных видов можно делать вывод, что алярия очень чувствительна к заилению и в ее отсутствии большее пространство может занять демарестия.

Наиболее существенно отличается структура фитоценоза на глубине 18 м (наибольшая в данном исследовании). Выявленная выше среднего суммарная биомасса менее чем на половину образована доминантом, на треть - *D. aculeata* и *Chaetomorpha melagonium* (причем биомасса последнего вида только на данном участке дна более 20 г/м², хотя распространен он повсеместно). В центре западного ковша губы на глубине 18 м субдоминантами в ассоциации *S. latissima* является *D. aculeata* и *Chaetomorpha melagonium*. Два эти вида образуют плотную спутанную массу на илисто-песчаном грунте. Низкая интенсивность движения воды позволяет большей части растительности существовать в неприкрепленной форме. Ядро ассоциации оставляют только эти три вида. Биомасса других видов менее 10 г/м² каждого. Так же велика доля *M. grevillei* и *E. cristata*.

Таким образом можно выделить 3 ассоциации в поясе *S. latissima*:

В защищенном от прибоя участке берега (с 10-15 м в проливе и на всей глубине в бухте) на валунных грунтах расположена ассоциация *S. latissima* + *A. esculenta*,

на песчаных и илистых грунтах - *S. latissima* + *D. aculeata*.

На дне ковша бухты формируется полуприкрепленная ассоциация *S. latissima* + *D. aculeata* + *C. melagonium*

Благодарности

Выражаем глубокую и искреннюю благодарность с.н.с. лаборатории альгологии БИН РАН Татьяне Александровне Михайловой за консультации при идентификации проб и обсуждении работы, а также м.н.с. ММБИ КНЦ РАН Метельскому Андрею Александровичу за помощь при обработке проб.

Литература

1. Блинова Е. И. Водоросли-макрофиты и травы морей Европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 114 с.
2. Пропп М.В. Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря. Л.: Наука, 1981. 128 с.
3. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова Думка, 1975. 248 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.

ГОДОВАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ ЛИТОРАЛЬНЫХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Малавенда С. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

Мониторинговые исследования прибрежных экосистем губ и заливов, испытывающих антропогенное давление, являются одним из важнейших направлений в современной науке. На литорали Баренцева моря фукусовые водоросли являются главными ценозоообразователями. Они быстро и адекватно реагируют на загрязнения среды, при этом имеют широкий диапазон толерантности ко многим абиотическим факторам и к загрязнению в частности (Малавенда, 2007; Малавенда 2009).

Кольский залив Баренцева моря как объект мониторинга интересен, прежде всего, протяженностью портовых сооружений – практически все восточное побережье южного и среднего колен залива заняты теми или иными постройками. Углублялся фарватер в южной части. Неоднократно производился дампинг грунта.

Для оценки состояния экосистемы залива необходим круглогодичный мониторинг литоральной поселений литоральных макрофитов, кроме того, большое разнообразие микроусловий в разных частях залива и не прерывный поток данных позволяет выявлять не только сезонную, но межгодовую динамику популяционных характеристик фукусовых водорослей.

Цель данной работы – оценка сезонной и межгодовой динамики структуры поселений *Fucus vesiculosus* и *F. distichus* южного и среднего колена Кольского залива.

Материалы и методы

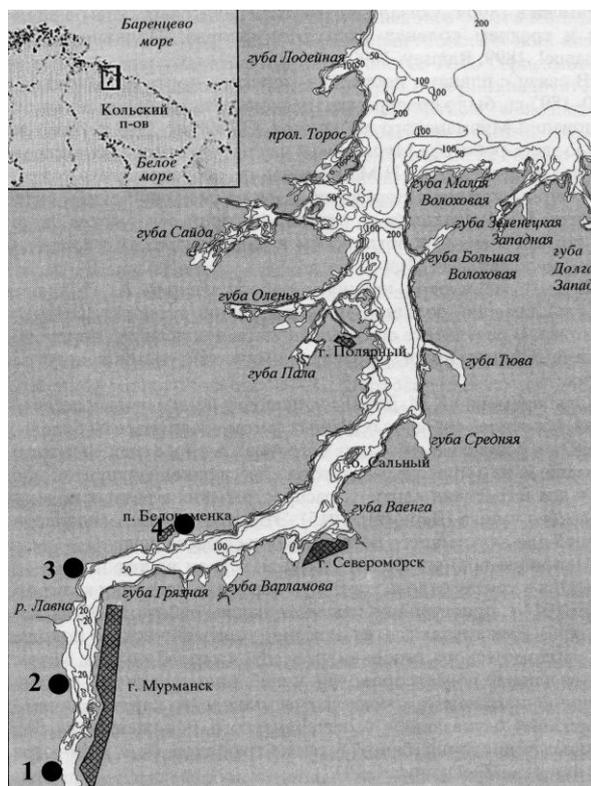


Рис. 1. Кольский залив: цифрами обозначены места отбора проб: 1 – мыс Притыка; 2 – поселок Абрам-мыс; 3 – мыс Мишуков; 4 – бухта Белокаменка.

Материалом для данной работы послужили пробы *F. vesiculosus* и *F. distichus*, отобранные с 4 участков южного и среднего колена Кольского залива (в среднем колене бухта Белокаменка, мыс Мишуков; в южном мыс Притыка, мыс Абрам-Мыс) (рис.1). Пробы отбирали в различные гидрологические сезоны в период с 2007 по 2009 год. На каждой из пробных площадей пробы водорослей отбирали по традиционной методике рамкой 50×50 см (Блинова, 1965) в шести повторностях. При камеральной обработке проб определялись такие параметры как биомасса, плотность зарослей, возрастная структура, а также масса и длина талломов водорослей.

Кроме того, определяли возраст каждой особи на пробной площадке. В качестве признака использовали количество дихотомических ветвлений. Рассчитывали средний возраст поселений как среднее всех возрастных групп и долю

нильных особей на пробной площадке.

Результаты и обсуждение

В результате получено, что во всех исследуемых поселениях *F. distichus*, наблюдается обратно пропорциональные сезонные изменения биомассы и численности водорослей. При этом в первом годовом цикле отмечены высокие значения биомассы при низкой численности, во втором годовом цикле выявлен обратный характер значений (рис.2). Более высокая биомасса обусловлена большим вкладом фертильных растений средневозрастных групп, которые являются наиболее адаптированными к постоянному воздействию неблагоприятных факторов среды (Бигон и др., 1989). Однако затем наблюдается резкая смена стратегии выживания с преобладанием молодых растений, упрощением размерно-возрастной структуры при низкой биомассе поселений. Подобные закономерности могут также являться ответной реакцией, на эвтрофирование (Хайлов Парчевский, 1983; Ковардаков и др., 1985; Миничева, 1989).

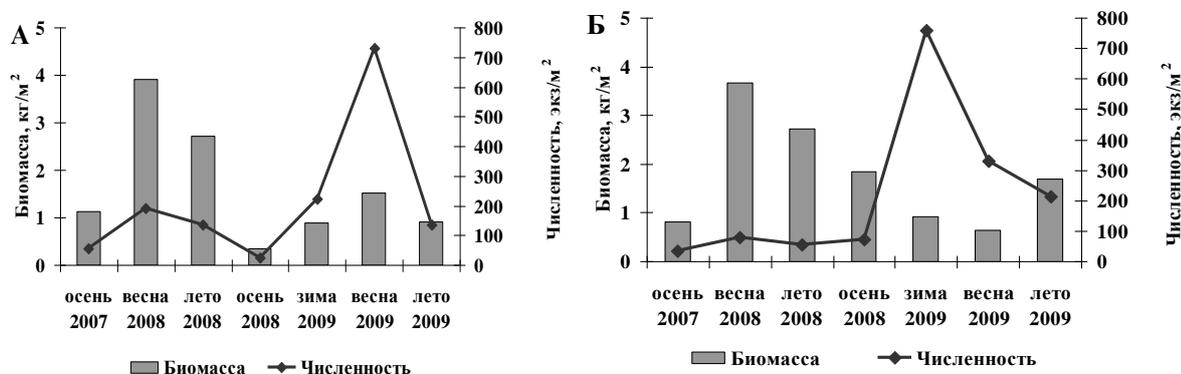


Рис. 2. Биомасса и численность поселений *F. distichus* в некоторых участках Кольского залива. А - мыс Абрам-Мыс, Б – бухта Белокаменка

У *F. vesiculosus* отмечены сходные закономерности за исключением кутовой части залива (мыс Притыка). На данном участке наблюдается наибольшая плотность поселений, в отдельные периоды она достигает 10000-12000 экз/м². Вероятно, это связано со специфическими условиями обитания: низкой соленостью (от 2 до 10‰ на протяжении всего приливного цикла), значительным биогенным загрязнением. По данным Мурманской гидрометеослужбы концентрация азота в воде южного колена залива превышает ПДК в 16 раз (Доклад..., 2002, 2007). Резкое увеличение численности поселений *F. vesiculosus* носит адаптивный характер и направлено на увеличение метаболической активности сообщества в условиях усиления внешней трофической нагрузки (Завалко, Шошина, 2008).

Заключение

Таким образом, во всех районах залива кроме его кутовой части антропогенное воздействие на фукусовые водоросли не является основным лимитирующим фактором, по-видимому определяющим является те же факторы что и в экологически чистых бухтах и заливах (соленосный режим, субстрат, прибойность), либо концентрации загрязнителей не оказывают ингибирующего действия. Кроме того, многие поллютанты способны включаться в метаболизм фукусовых водорослей, усиливая при этом обмен веществ и процессы роста (Воскобойников, 2006).

Данные многолетние наблюдения показали, что поселения литоральных бурых водорослей Кольского залива являются динамическими системами имеющие не только сезонные ритмы, но годовые, а так же можно отметить, что прямой зависимости популяционных характеристик фукоидов залива от степени загрязнения нет, что опровергает более ранние предположения о реакции фукоидов на биогенное эвтрофирование (Завалко, Шошина, 2008). Возможно, наиболее корректными для оценки степени загрязнения по фукоидам являются морфофизиологические методы, а не популяционные.

Литература

1. Бигон М., Экология. Особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд // В 2-х т. Т. 2. - М.: Мир, 1989. - 477 с.
2. Воскобойников, Г.М. Механизмы адаптации, регуляции роста и перспективы использования макрофитов Баренцева моря: Автореф. дисс. докт. биол. наук. - Мурманск, 2006. – 45 с.
3. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов МО // Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурман. Обл. - Мурманск, 2002. - 130 с.
4. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов МО // Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурман. Обл. – Мурманск, 2007. - 160 с.
5. Завалко, С.Е. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив, Баренцево море) / С.Е. Завалко, Е.В Шошина // Вестник МГТУ. 2008. Т. 11. №3. С. 423-431.
6. Ковардаков С. А. Морские макрофиты в градиенте бытового эвтрофирования / С. А Ковардаков, А. В. Празукин, С. Е. Завалко, М. А. Измestьева, Д. Д. Рыидина // Водные ресурсы. - 1984. - № 5. - С. 88-103.
7. Малавенда С.С. Морфофизиологические особенности бурой водоросли *Fucus disticus* L. в экосистемах Баренцева моря: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М: МГУ, 2009. – 23 с.
8. Малавенда, С. В. Влияние солёности на фукусовые водоросли Баренцева моря: автореф. дис... канд. биол. наук. – Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2007. – 27 с.
9. Миничева Г. Г. Показатели поверхности водорослей в структурно-функциональной оценке макрофитобентоса (на примере северо-западной части черного моря) // Автореф. дис... канд. биол. наук. – Севастополь: Изд. Одесского облполиграфиздат, 1989. – 20 с.
10. Хайлов К. М. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. / К. М. Хайлов, В. П. Парчевский // - Киев: Наукова думка, 1983. - 256 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ МУРМАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ НА СТАДИИ ЗАВЕРШЕНИЯ ВЕГЕТАЦИИ

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. Фитопланктонные сообщества - стержневая часть прибрежных пелагических экосистем арктических морей, несущая функции их первичной продукционной базы. Прибрежные экосистемы, в свою очередь, - основные экологические посредники в системе глобального взаимодействия суши и Мирового Океана. Здесь осуществляется первичное накопление, изменение и перераспределение вещества (включая компоненты антропогенного происхождения), поступающего из наземных пресноводных экосистем (Макаревич, Дружкова, 2010).

Цель работы - изучение таксономического состава, горизонтального и вертикального распределения численности и биомассы микрофитопланктона и анализ эколого-фитогеографической характеристики микрофитопланктонных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря в осенний период. Полученные данные могут быть использованы при проведении мониторинговых исследований, инженерно-экологических изысканий.

Материал и методы. Материал для исследований был собран в октябре 2009 года в прибрежных районах Баренцева моря из верхнего, 10-метрового и придонного 20-метрового слоев водной толщи на 5 станциях, расположенных 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. Всего отобрано 14 проб. Для концентрации проб использовали стандартный метод седиментации и метод «обратной» фильтрации (Методические рекомендации..., 1989). За основу вычисления биомассы фитопланктона был взят метод аппроксимации к простым геометрическим телам (Микроводоросли..., 2008) или использовали данные индивидуальной биомассы фитопланктонных клеток (Biological Atlas..., 2000).

Результаты. Всего для района исследования было определено 34 достоверно различимых вида микропланктонных водорослей, из них 23 вида относятся к отделу Bacillariophyta (56,1%). К отделу Dinophyta относится 14 видов (34,2%). Отделы Chlorophyta и Chrysophyta были представлены тремя и одним видом (7,3% и 2,4%), соответственно.

В период наблюдений фитопланктонное сообщество было представлено видами типичного летнего комплекса (*Skeletonema costatum*, *Amphiprora hyperborea*, *Asterionella formosa*, *Rhizosolenia hebetata*, *Dinobryon balticum*). В то же время, в альгофлоре присутствуют немногочисленные представители зимнего комплекса, в основном, крупные океанические динофлагелляты (*Protoperdinium depressum*, *Dinophysis rotundata*, *Ceratium tripos*). Это свидетельствует о начальном этапе перехода фитопланктонного сообщества к зимней стадии покоя (Макаревич, Дружкова, 2010).

В целом, для всех рассмотренных районов наблюдалась тенденция смены доминирующих диатомовых водорослей на динофлагеллят с увеличением глубины. Такая смена, скорее всего, обусловлена нехваткой радиационной активности солнца в осенний период и, соответ-

венно, переходом динофитовых водорослей на миксотрофный и гетеротрофный тип питания (Макаревич, Дружкова, 2010).

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. Что, в целом, отражает общую биогеографическую характеристику баренцевоморского фитопланктона (Макаревич, Дружкова, 2010). По экологической принадлежности в исследуемых фитоценозах абсолютное большинство составляли неритические (50%), пресноводные и океанические виды (по 18,75%). Также присутствовали 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 Мурмана Баренцева моря (Макаревич, Дружкова, 2010).

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). Если не принимать во внимание аномальное развитие представителей отдела Chlorophyta в губе Ура, то достоверных различий в горизонтальном распределении численности фитопланктона во всех точках отбора проб в осенний период выявлено не было.

В целом, 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 (Marine Ecology..., 2011).

Самыми многочисленными видами по численности были представители отдела Chlorophyta (максимум 53200 кл./л; губа Ура, глубина 10 м), *Tabellaria fenestrata* (1594 кл./л; мыс Ретинский, 0-1 м), виды семейства Gumnodiniidae (1082 кл./л; губа Ура, 20 м), *Odontella aurita* (772 кл./л; мыс Ретинский, 0-1 м) и *Melosira granulata* (720 кл./л; мыс Ретинский, 0-1 м). Численность большинства видов колебалась от нескольких десятков до нескольких сотен кл./л.

Наибольший вклад в биомассу фитопланктона принадлежал *Protoperidinium depressum* (22 мкг/л; мыс Ретинский, 10 м), *Odontella aurita* (13,1 мкг/л; мыс Ретинский, 0-1 м), *Gyrodinium fusiforme* (9,9 мкг/л; губа Ура, 10 м), *Melosira granulata* (5,5 мкг/л; мыс Ретинский, 0-1 м), *Tabellaria fenestrata* (5,7 мкг/л; мыс Ретинский, 0-1 м), *Licmophora paradoxa* (4,2 мкг/л; мыс Ретинский, 0-1 м). Биомасса остальных видов не превышала 0,5 мкг/л.

Выводы.

Фитопланктон прибрежных районов Мурманского побережья Баренцева моря в октябре 2009 г. насчитывал 34 вида, относящихся к 4 отделам: Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta и Chrysophyta. Наиболее массовыми были виды Bacillariophyta и Dinophyta. Доля первых уменьшалась с глубиной, а доля вторых - 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 выявлено.

Автор выражает глубокую благодарность за всестороннюю помощь сотрудникам лаборатории планктона ММБИ КНЦ РАН, сотрудникам ГосНИОРХа за помощь в сборе материала и Е.В. Шошиной, С.С. Малавенде и Д.М. Мартыновой за помощь в подготовке статьи на всех этапах.

Литература

1. Макаревич, П. Р. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей / П. Р. Макаревич, Е. И. Дружкова. – М.: Наука, 2010. – 338 с.
2. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Часть 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1989. 29 с.
3. Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под. ред. Ю.Н. Токарева, З.З. Финенко, Н.В. Шадрина; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2008. – 454 с.
4. 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).
5. Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts. Oxford University Press, 2011. 576 p.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЛИТОРАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Афончева С.А., Малавенда С.С., Кравец П.П. (г. Мурманск, МГТУ)

The research of seasonal changes of abundance, biomass, characteristics of species diversity was carried out in intertidal zone of the Kola bay. Seasonal dynamics of benthic communities corresponds to life cycles of littoral animals, biomass and abundance are maximum in spring-summer period. Species diversity is determined by the littoral substratum and its heterogeneity. Species diversity is minimum in southern part of the Kola bay.

Бентосные организмы чутко реагируют на изменения параметров окружающей среды, но при этом остаются хорошо приспособленными даже к экстремальным воздействиям. Зообентос может служить индикатором происходящих в водоеме процессов, вызванных антропогенными или природными факторами.

Исследование проведено на различных участках литорали Кольского залива: мыс Притыка, мыс Абрам-Мыс, бухта Белокаменка, мыс Ретинский в 2010-2011 гг. Пробы отбирали сезонно, во время отлива с применением метода пробных площадей. Проводили камеральную обработку проб, структуру сообществ оценивали по индексу Маргалефа и индексу Шеннона.

Мыс Притыка и мыс Абрам-Мыс расположены в южном колене Кольского залива, характеризующимся высоким уровнем биогенного загрязнения (Кольский залив, 2009). На данных участках литораль многочисленны гаммарусы, олигохеты. Бухта Белокаменка находится в средней части залива, литораль крайне неоднородная, илисто-песчаная на верхнем горизонте, на среднем она сменяется высокой каменной грядой, на которой селятся водоросли. Доминирующими в ценозе видами являются *Mytilus edulis*, *L. saxatilis*, *L. obtusata*.

Мыс Ретинский располагается на границе среднего и северного колен залива. Валунная литораль и высокие значения солености, близкие к океанической, создают условия для заселения данной территории большим количеством беспозвоночных животных. Нижний горизонт образован песком с илом и небольшими камнями. Доминантами являются мидии.

В исследованных пробах было определено 20 таксонов беспозвоночных (таблица).

Таблица.

Список видов беспозвоночных, встреченных в пробах.

Таксон	м. При- тыка	м. Абрам- мыс	м. Белока- менка	м. Ретин- ский
<i>Mytilus edulis</i> (L. 1758)	+	+	+	+
<i>Littorina sax- atilis</i> (Olivi, 1792)	+	+	+	+
<i>L. obtusata</i> (L. 1758)	-	+	+	+
<i>L. littorea</i> (L. 1758)	-	-	+	+

<i>Gammarus duebeni</i> (Liljeborg, 1852)	-	+	+	+
<i>G. oceanicus</i> (Segerstråle, 1947)	+	+	+	+
<i>G. finmarchicus</i> (Dahl, 1838)	-	-	+	+
<i>Testudinalia tessellata</i> (Muller, 1776)	-	-	+	+
<i>Hydrobia ulvae</i> (Pen., 1777)	-	+	+	+
<i>Idotea baltica</i> (Pallas, 1772)	-	+	+	+
<i>Jaera albifrons</i> (Leach, 1814)	+	+	+	+
<i>Arenicola marina</i> (L. 1758)	-	+	+	+
<i>Alitta virens</i> (M. Sars, 1835)	+	+	+	+
<i>Pectinaria hyperborea</i> (Malmgren, 1866)	-	+	+	+
<i>Semibalanus balanoides</i> (L. 1758)	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i> (L. 1758)	+	+	+	+
<i>Planaria</i>	+	+	+	+
<i>Olygochaeta</i>	+	+	+	+
Nemertini	+	+	+	+
<i>Chironomidae</i>	+	+	+	+

Главной отличительной особенностью районов исследования является характер грунта на литорали.

На всех исследованных участках литорали с песчаными грунтами по численности доминируют олигохеты. На каменисто-песчаных грунтах с большим количеством водорослей преобладают *L. saxatilis* и мидии. Известно, что двустворчатые моллюски формируют сообщества достаточно специфического состава (Хайтов и др., 2002). Мидиевые друзы являются

укрытием для многих видов животных. Установлено, что при увеличении показателей обилия мидий число видов в зооценозе, как правило, возрастает (Кравец, 2011).

На литорали залива в фаунистическом комплексе наблюдается смена доминирующих по численности групп от олигохет к брюхоногим и двустворчатым моллюскам, что обусловлено последовательной сменой грунтов, по направлению от кута к северной части залива.

Максимальные значения биомассы ($9,2 \text{ кг/м}^2$) и плотности (44544 экз./м^2) за исследуемый период зафиксированы в летний период на литорали мыса Ретинский отличающимся высокой гетерогенностью субстрата, обеспечивающим места обитания для самых разнообразных видов беспозвоночных.

Минимальные показатели обилия ($0,05 \text{ кг/м}^2$ и 1556 экз./м^2) бентосных сообществ характерны для мыса Притыка, испытывающем на себе наибольшее воздействие со стороны города и населенных пунктов. Полученные данные согласуются с данными других исследований, согласно которым минимальная биомасса сообществ в южном колене залива составляет около $0,02 \text{ кг/м}^2$ (Кольский залив, 2009).

В осенний период биомасса сообществ снижается, а в весенне-летний период увеличивается, что обусловлено миграцией видов-доминантов с литорали на сублитораль (Кравец, 2011). Так, например, в бухте Белокаменка низкая биомасса сообществ в осенний сезон обусловлена малой численностью мидий на литорали, а высокие значения биомассы фиксируются в летний период, когда плотность поселений моллюсков максимальна.

Численность бентосных сообществ увеличивается в весенне-летний период и снижается в зимний, что соответствует сезонным ритмам и жизненным циклам литоральных беспозвоночных.

В целом, биомасса и численность бентосных сообществ увеличиваются от южной к северной частям залива, что обусловлено сменой субстратов литорали в сторону большей гетерогенности, а также снижением антропогенного пресса.

Изменения показателей видового разнообразия сообществ противоположны сезонной динамике показателей обилия, увеличение индекса Шеннона наблюдается в зимний период, это связано с малой численностью животных в этот сезон на литорали. Максимальное значение индекса Шеннона зафиксировано в зимний период в бухте Белокаменка (2,62). Бухта Белокаменка характеризуется наибольшим видовым разнообразием, индекс Шеннона в данном районе в течение всех исследованных сезонов выше чем в других точках залива.

Наибольшее α -разнообразие отмечено на мысе Ретинский (индекс Маргалефа составил 2,25). Беден видовой состав организмов на мысе Притыка, где индекс Маргалефа меньше 1.

Видовой состав сообществ в данных точках сходен. Однако, процентное соотношение видов в зооценозах различается, что связано в первую очередь с характером грунтов на литорали и с рядом абиотических факторов таких как распреснение, прибойность, эвтрофикация. Доминирующими по биомассе видами являются моллюски, основу биомассы составляют мидии *Mytilus edulis*, многочисленны на литорали литорины *Littorina saxatilis*, *L. obtusata*, в районах с песчано-илистым грунтом - *Macoma balthica*. Численно повсеместно преобладают олигохеты *Heterochaeta*. В летний сезон в пробах встречаются пресноводные личинки *Chironomidae*.

Таким образом, показатели обилия бентосных сообществ увеличиваются в весенне-летний период, а зимой, когда часть организмов мигрирует в сублитораль, скрываясь от воздействия экстремальных факторов, наблюдается падение численности и биомассы литорального зообентоса.

Определяющим фактором для развития зообентосных сообществ является характер грунта, насколько литораль гомо- или гетерогенна. Видовое разнообразие максимально в среднем

колоне залива с неоднородной литоралью. Видовой состав доминирующих видов изменяется от южной к северной частям залива: олигохеты сменяются брюхоногими и двустворчатыми моллюсками что обусловлено последовательной сменой грунтов литорали по направлению от кута к устью залива.

Литература

6. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 381 с., 2009.
7. Кравец П.П. Популяционный анализ поселений мидий *Mytilus edulis* L. в экосистемах Баренцева моря / Автореферат диссертации, 2011.
8. Малавенда С.С. Морфофизиологические особенности бурой водоросли *Fucus distichus* L. в экосистемах Баренцева моря / Автореферат диссертации, 2009.
9. Хайтов В.М., Артемьева А.В., Фокин М.В., Яковис ЕЛ. Структурно-динамическая организация консорциев друз *Mytilus edulis* на литорали губы Долгой острова Большого Соловецкого. Структура и динамика поселений мидий - Вестник СПбГУ. Сер. 3.- 2002, вып. 4 (№ 27). - с. 9-20.

РУЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В ОЗЕРАХ БАСЕЙНА РЕКИ КОЛА

Блохина А.С. (г. Мурманск, ПИНРО)

Studies carried out in 2011 in the basin of the river Kola showed the presence of disease of whitefish (*Coregonus lavaretus*) and vendace (*C. albula*). Data on epizootology and etiology of that disease in wild whitefish are presented. The investigation found that causative agent of the disease is assumed to belong to pathogenic fungi.

За последнее десятилетие в водоемах Кольского полуострова наблюдается неудовлетворительное физиологическое состояние рыб. По данным Мурманрыбвода гибель сигов и ряпушки отмечалась в озерах бассейна р. Кола (1999, 2004 и 2005 гг.). Несмотря на это, в настоящее время контроль заболеваемости рыб в естественных водоемах и оценка последствий болезней для популяций диких рыб не проводится (Карасева, 2008).

С целью выяснения этиологии заболевания сиговых рыб в 2011 г. выполнялось комплексное диагностическое исследование, основными задачами которого являлись: клиническое обследование сигов и ряпушки, обитающих в оз. Пулозеро (бассейн р. Кола); выделение и идентификация патогенных микроорганизмов; изучение патологического изменения в органах и тканях рыб.

Проводилось комплексное диагностическое исследование сигов (*Coregonus lavaretus*) и ряпушки (*C. albula*), включающее в себя стандартные методы ихтиопатологии, микробиологии и гистопатологии (Лабораторный практикум по болезням рыб, 1983; Методы общей бактериологии, 1983; Билай, 1980). В процесс сбора материала проводили клинический анализ и патологоанатомическое вскрытие рыб. Первичные микробиологические посеы выполнялись с соблюдением правил асептики из глаз, крови сердца, печени и почек. Асептически изготавливались мазки-отпечатки из тканей и органов, которые в дальнейшем изучались неокрашенными, или после соответствующей фиксации окрашивались по Граму и Романовскому-Гимзе.

У микроорганизмов, выделенных от рыб, изучались морфология, тинкторальные свойства, условия и потребности для роста. В исследовании был использован широкий ряд питательных сред. Идентификация микроорганизмов проводили по определителям (Определитель бактерий Берджи, 1997; Саттон, Фотерлгилл, Ринальди, 2001).

Для гистологического исследования отбирались образцы органов и тканей, которые фиксировались в жидкости Буэна. Парафиновые срезы изготавливались по стандартной схеме и окрашивались, в основном, гематоксилин-эозином (Ромейс, 1953).

Морфологию микроорганизмов изучали параллельно в мазках тканей, в мазках чистых культур и в гистологических срезах (Хмельницкий, Хмельницкая, 2005).

В результате клинического анализа у сигов и ряпушки были обнаружены размягченные мышцы, отек жаберных лепестков, катаракта, покраснение и помутнение глаз. При изучении содержимого глаз под микроскопом, был обнаружен мицелий гриба. Вскрытие сигов показало патологические изменения во внутренних органах: гиперемия мышечной ткани, изменение консистенции и цвета печени и почек, кроме того было обнаружено массивное инфицирование сердца, печени, почек цистами гельминтов.

Анализ мазков-отпечатков глаз и внутренних органов сиговых рыб выявил: бактерии, представленные грамвариабельными палочками и грамположительными кокками; структурные элементы микроскопических грибов – несептированные, наполненные клетками гифы, своеобразные спорангии, споры и прозрачные дрожжеподобные клетки.

Из печени, почек и глаз сигов были выделены бактерии рода *Aeromonas*, *Bacillus*, *Carnobacterium* и *Staphylococcus*. При этом бактерии рода *Bacillus* преобладали в посевах. Из глаз и почек сига и ряпушки были выделены грибы, относящиеся к микроскопическим грибам – миксомицетам (*Mucormycota*) (Карасева, Карасев, Блохина, 2010).

Результаты гистологического исследования показали, что основным патологическим процессом в организме сигов является некробиоз, вследствие которого происходит дегенерация и отмирание тканей рыб. Наиболее пораженными являлись эпителиальная и соединительная ткани.

Таким образом, на основе комплексного диагностического исследования установлено, что этиология заболевания сиговых рыб имеет грибную природу и причиной гибели сигов в водоемах является системный микоз – инфекционное грибковое заболевание, поражающее все органы и ткани. В качестве возбудителя рассматриваются миксомицеты и водные микроскопические грибы, которые были выделены как от сигов, так и от ряпушки. Системные микозы у рыб являются серьезной и сложно решаемой проблемой во всем мире. Они ассоциированы с высокой смертностью рыб, а так же отсутствием методов профилактики и лечения.

Водные грибы (миксомицеты) относятся к сапрофитной микрофлоре, но при определенных условиях могут переходить к паразитированию и вызывать смертельные заболевания у рыб и других гидробионтов. Выделенная нами микрофлора не специфична для естественных популяций рыб и может свидетельствовать о негативных экологических изменениях в озере Пулозеро. В связи с этим необходимо дать оценку негативного влияния болезни на численность и структуру популяции сигов, а также оценить современное качество среды их обитания.

Литература

1. Билай В.И. (1980) Основы микологии. Киев: Вища школа, 1980
2. Карасева, Т.А. (2008) Распространение и диагностика глубоких микозов рыб в водоемах и рыбоводных хозяйствах Кольского полуострова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси / сб. науч. тр. – Вып. 24. Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2008. – С. 431-433.
3. Карасева Т.А., Карасев А.Б., Блохина А.С. (2010) К оценке эпизоотического состояния сиговых рыб Кольского полуострова // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Тезисы докладов Международной конференции. СПб.: Нестор-История, 2010. С. 74-76.
4. Лабораторный практикум по болезням рыб (1983) под. ред. проф. В.А. Мусселиус – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983
5. Методы общей бактериологии (1983) под. ред. чл. корр. АН СССР Е.Н. Кондратьевой и проф. Л.В. Калакуцкого – М.: Мир, 1983
6. Определитель бактерий Берджи (1997) пер. с англ.: в 2 т. / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. М.: Мир, 1997
7. Ромейс, Б. (1953) Микроскопическая техника. М.: Издательство иностранной литературы, 1953
8. Саттон Д., А. Фотергилл, М. Ринальди М. (2001) Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001
9. Хмельницкий О.К., Хмельницкая Н.М. (2005) Патоморфология микозов человека. СПб: Издательский дом СПбМАПО, 2005

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕРСКОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОВОДСТВА

Калинина Н.Р. (Мурманск, ПИНРО)

Гольфанд И.Я. (ООО «Русское море-аквакультура», golfand@russiansea.ru)

Biosecurity trout farm is based on the principles of the so-called precautionary approach. Based on the results of a detailed risk analysis of the possible emergence of diseases has developed a number of preventive measures to preserve a good epizootic situation on the farm.

Опыт мировой аквакультуры показывает, что рентабельность хозяйства имеет абсолютную зависимость от состояния окружающей среды в районе его размещения.

Рассмотрим данный тезис на примере «Сегозерского форелевого хозяйства», принадлежащего ООО «Русское море - аквакультура».

Биобезопасность форелевого хозяйства основывается на принципах так называемого осторожного подхода. На основании результатов детального анализа рисков в части возникновения возможных заболеваний разработан ряд превентивных мероприятий по сохранению эпизоотического благополучия на аквахозяйстве.

Обязательные мероприятия по проверке безопасности и здоровья посадочного материала, завозимого в хозяйство, основываются на принципах и положениях действующего природоохранного и ветеринарного законодательства РФ, а также гармонизированы с международными стандартами и требованиями Международного Эпизоотического Бюро в области аквакультуры (The OIE, 2011).

На береговой базе обеспечения деятельности садковых комплексов в соответствии с соответствующими ветеринарно-санитарными требованиями в обязательном порядке оборудуются установки по уничтожению отхода рыбы (Сборник..., 2000).

В соответствии с действующим законодательством РФ при проектировании и осуществлении работ на рыбопромысловых участках, предназначенных для размещения садковых модулей в Сегозерском водохранилище и береговых сооружениях, принадлежащих предприятию, предусматриваются и осуществляются мероприятия по максимальному предотвращению неблагоприятного воздействия объектов аквакультуры на водные биологические ресурсы, условия их обитания и воспроизводства (ФЗ «О рыболовстве...», 2004).

Размещение объектов и производство работ по выращиванию рыбы предусматривается в местах, в сроки и способами, оказывающими минимальное неблагоприятное воздействие на водные экосистемы.

При проектировании аквахозяйства в целом и, в частности каждого рыболовного участка (садкового комплекса), проводятся научные исследования, направленные на оценку воздействия товарных садковых ферм на водные биологические ресурсы Сегозерского водохранилища, с учетом других рыбохозяйственных водоемов, входящих в бассейн р. Сегежа.

По заказу компании специализированными научными организациями разрабатываются Рыбоводно-биологические обоснования, в которых, в том числе решаются следующие задачи:

определение гидролого-гидрохимических условий акваторий для целей садкового рыборазведения;

определение видового состава сообществ зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны в районе размещения садковых ферм;

оценка экологических последствий техногенного воздействия при товарном рыборазведении;

предложения оптимальных способов содержания рыбы и получения качественной и безопасной продукции аквакультуры;

разработка природоохранных и компенсационных мероприятий.

На основании проведенных исследований и предлагаемых решений поставленных задач определяются возможные объемы производства товарной продукции, которые впоследствии могут быть скорректированы в зависимости от степени влияния рыбоводного хозяйства на экологическое состояние эксплуатируемых акваторий, а также параметры контроля деятельности.

Наиболее эффективным способом осуществления такого контроля является работа по долгосрочным договорам со специализированными аккредитованными лабораториями и ведение производственной деятельности под научным сопровождением профильных рыбохозяйственных научных институтов.

Для оценки воздействия деятельности хозяйства в области аквакультуры, разработки мер по биобезопасности и оптимизации по снижению воздействия на среду обитания водных биологических ресурсов Сегозерского водохранилища и всего бассейна реки Сегежа, компанией, на основе принципов природоохранного законодательства Российской Федерации, осуществлены следующие мероприятия:

Разработаны экологически ориентированные управленческие решения реализации намечаемой хозяйственной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, разработки мер по уменьшению и предотвращению негативных воздействий.

Предусмотрены исследования по оценке воздействия; сбор, анализ и документирование информации, необходимой для осуществления оценки воздействия.

Предусмотрено предоставление организациям, осуществляющим инструментальный контроль за состоянием рыбоводного хозяйства и среды обитания водных биоресурсов, а также контролирующим органам исполнительной власти полной и достоверной исходной информации в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Запланировано проведение дополнительных исследований, необходимых для оперативного принятия решений и корректировки производственных процессов в случае выявления негативного воздействия на окружающую среду (ФЗ «Об охране...2002).

Таким образом, на хозяйстве созданы условия соблюдения принципов биобезопасности ведения производственного процесса с наивысшей эффективностью. Управленческие решения направлены на обеспечение получения качественной и безопасной продукции аквакультуры.

Литература

1. Сборник нормативных правовых документов по ветеринарии. Ветеринарное законодательство. Т.1. М. 2000. С.283.
2. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 №7-ФЗ. С.32
3. ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 № 166-ФЗ. С.50
4. The OIE *Aquatic Animal Health Code* / 14th edition, 2011.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ВОДОЕМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ФОРЕЛИ

Калинина Н. Р. (г. Мурманск, ПИНРО)

To assess the suitability of the reservoir for fish farming and receiving quality and safe aquaculture products held hydrochemical investigations. Fish accumulate contaminants, and they are in concentrated form can be ingested. Mortality of fish may be due to a complex of factors in abnormally high temperatures, including a significant increase in the content of iron compounds and an increase in the acidity of the medium.

Для оценки пригодности водоема для целей рыбоводства и получения качественной и безопасной продукции аквакультуры проводятся гидрохимические исследования, по результатам которых возможно проанализировать соответствие или несоответствие требованиям ветеринарного и санитарно-эпидемиологического законодательства РФ, спрогнозировать качество продукции в зависимости от условий выращивания, используемых кормов, различных препаратов для обработки рыбы, неизбежно используемых в процессе 2-3-х летнего цикла выращивания. Большое значение при этом имеет сравнение общих показателей состава воды по региону.

Нормативы, которые указаны в регламентирующих рыбоводство стандартах, как правило, усреднены. Рыбохозяйственные нормативы, используемые оценки уровня загрязняющих веществ в водном объекте значительно выше по сравнению с санитарно-гигиеническими (ОСТ 372-87). Объективность такого подхода целесообразна, так как рыба накапливает загрязняющие вещества, и они в концентрированном виде могут поступать в организм человека. Оценку качества и безопасности рыбы и рыбопродукции в соответствии с действующим законодательством РФ проводят органы Госветнадзора и Роспотребнадзора. Пригодность самого водоема для целей рыборазведения оценивается органами рыбоохраны на основании научных рыбоводно-биологических обоснований.

Для водных объектов рыбохозяйственного значения каждого региона есть «свои» фоновые показатели содержания в воде количества металлов, уровня кислотности и т.п. Это зависит от природно-климатических условий, сезонных колебаний, гидрогеологических особенностей водоема и многих других факторов. Так, например, в Мурманской области по данным Комитета природопользования и экологии Мурманской области, практически во всех водоемах зарегистрировано превышение по никелю и меди, в некоторых - по железу, относительно рыбохозяйственных нормативов, даже в тех водоемах, которые не подвержены антропогенной нагрузке (Комитет промышленного развития, экологии и природопользования, 2011)

При этом в таких водоемах живут дикие популяции лососевых рыб, адаптировавшись, естественно, к таким уровням, но и форелевые хозяйства не испытывают проблем.

Целью данной работы явилось оценить рыбохозяйственное значение оз. Выгозеро (Республика Карелия) по основным показателям качества водной среды, нормируемых при рыборазведении и проанализировать возможность товарного выращивания форели в данном водном объекте.

Железо. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений желе-

за. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. Фазовые равновесия зависят от химического состава вод, рН, Eh и в некоторой степени от температуры. В рутинном анализе во взвешенную форму выделяют частицы с размером более 0.45 мк. Истинно растворенную и коллоидную форму соединений железа обычно рассматривают совместно. Растворенное железо представлено соединениями, находящимися в ионной форме, в виде гидрокомплекса и комплексов с растворенными неорганическими и органическими веществами природных вод. В ионной форме мигрирует главным образом Fe(II), а Fe(III) в отсутствие комплексообразующих веществ не может в значительных количествах находиться в растворенном состоянии.

Железо обнаруживается в основном в водах с низкими значениями Eh. В результате химического и биохимического (при участии железобактерий) окисления Fe(II) переходит в Fe(III), который, гидролизуясь, выпадает в осадок в виде Fe(OH)₃. Как для Fe(II), так и для Fe(III) характерна склонность к образованию гидрокомплексов типа [Fe(OH)₂]⁺, [Fe₂(OH)₂]⁴⁺, [Fe(OH)₃]⁺, [Fe₂(OH)₃]³⁺, [Fe(OH)₃]- и других, сосуществующих в растворе в разных концентрациях в зависимости от рН и в целом определяющих состояние системы железо-гидроксил. Основной формой нахождения Fe(III) в поверхностных водах являются комплексные соединения его с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом гумусовыми веществами. При рН = 8.0 основной формой является Fe(OH)₃. Коллоидная форма железа наименее изучена, она представляет собой гидрат оксида железа Fe(OH)₃ и комплексы с органическими веществами. Содержание железа в поверхностных водах суши составляет десятые доли миллиграмма, вблизи болот - единицы миллиграммов. Наибольшие концентрации железа (до нескольких десятков и сотен миллиграммов в 1 дм³) наблюдаются в подземных водах с низкими значениями рН. Являясь биологически активным элементом, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме. Концентрация железа подвержена заметным сезонным колебаниям. Обычно в водоемах с высокой биологической продуктивностью в период летней и зимней стагнации заметно увеличение концентрации железа в придонных слоях воды. Осенне-весеннее перемешивание водных масс (гомотермия) сопровождается окислением Fe(II) в Fe(III) и выпадением последнего в виде Fe(OH)₃. Содержание железа в воде выше 1-2 мг Fe/л значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус, и делает воду малоприспособленной для использования в технических целях. ПДК_в железа составляет 0.3 мг Fe/дм³ (лимитирующий показатель вредности - органолептический), ПДК_{вр} (предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей) для железа - 0.1 мг/дм³. Токсичность соединений железа зависит от рН. В щелочной воде токсичность для рыб резко возрастает, т.к. образуются гидроксиды железа, которые осаждаются на жабрах, закупоривают и разъедают их. Кроме того, железо (II) легко переходит в железо (III), которое связывает растворенный в воде кислород, приводя к массовой гибели рыб. Вода, содержащая железо, непригодна для инкубации икры рыб, т.к. гидроксид его осаждается на ней и жабрах мальков, вызывая их гибель (Метелев В.В., Канаев А.И., 1971).

Озеро Выгозеро - водоем неглубокий. В летний период вода быстро прогревается, а осенью наблюдается значительное и быстрое охлаждение ее. В южном районе эти процессы протекают интенсивнее. Вскрывается озеро в середине мая, а замерзает долго, почти весь ноябрь.

В соответствии с опубликованными данными (Исаев, Карпова, 1980) из всех водохранилищ бывшего СССР самое большое количество железа содержится в Выгозерском - 2,0 - 4,0 мг /л, при этом рН среды 6,8-7,1. Кроме того, вода Выгозера содержит большое количество гуминовых кислот. Известно, что в кислой среде (рН ниже 6) концентрация железа 1,4 мг\л яв-

ляется смертельной для рыб, вызывая постепенное удушье и смерть. Усугубляет экологическую ситуацию в озере поступление в его северную часть отходов целлюлозно-бумажного производства.

В озере обитает 11 видов рыб: лосось, сиги, ряпушка, лещ, окунь, судак, плотва, щука, налим, ерш, язь. В Выгозере встречаются две формы окуня: мелкий, медленно растущий, и крупный, обитающий в более глубоких участках озера. Места массового скопления крупного окуня расположены в юго-западном районе, близ острова Сиговец и в губах Пукша, Торкова, Моноруба, а также в центральном и островном районах, Койкиницком заливе. Нерест протекает на лудах. Попадаются экземпляры весом около 600 г. Окуня в озере много.

Плотва распространена в юго-западном, южном и островном районах озера. Средний вес ее - около 50 г, изредка встречается плотва весом 250 г.

Сиги водятся по всему водоему. Различают две группы сегов: озерно-речные и озерные. Славится вожминский сиг, характеризующийся хорошим ростом: к 10 годам он достигает веса 1 кг.

Щука встречается повсеместно, нерестилища ее расположены у острова Сиговец, в губе Пукша, в устьях рек и ручьев, проливах и губах, где слабое течение. Средний вес щуки - около 1 кг, но вылавливаются экземпляры по 8 - 10 кг.

Налим - одна из промысловых рыб озера. Встречается повсеместно.

Лещ держится по всему озеру и тоже является важным объектом промысла. Средний вес - около 500 г.

Судак акклиматизирован в озере, прижился и попадает в уловах (Справочник, 1980)

Исходя из того, что ихтиофауна водоема довольно разнообразна и включает в том числе лососевые виды рыб рассматриваемый водоем можно использовать для организации товарных форелевых ферм. При этом использование современного оборудования и интенсификация производства рыбы за счет использования быстрорастущего посадочного материала сбалансированных гранулированных кормов позволит получать продукцию аквакультуры в больших объемах и высокого качества.

Следует иметь в виду, что ведение деятельности в области аквакультуры следует осуществлять при постоянном мониторинге за средой обитания выращиваемых объектов. Так, летом 2010 г. отмечена массовая гибель форели на товарных фермах в озерах Карелии. Как установлено, смертность рыб была обусловлена комплексом факторов в условиях аномально высокой температуры, в том числе значительным увеличением содержания соединений железа и увеличением кислотности среды.

Литература

1. Исаев А.И. Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ Справочник, 1980 – 303 с.
2. Комитет промышленного развития, экологии и природопользования. «Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2010 году», Мурманск, 2011
3. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. «Водная токсикология», Москва, 1971, с.236.
4. ОСТ 372-87 «Охрана природы, гидросфера, вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы».

РЕСУРСЫ ЛИТОРАЛЬНЫХ МИДИЙ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Кравец П. П.(г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

Studies have shown that the relative average long-term degradation of mussel settlement is significant, and in general the situation has changed little in recent times. Decreased resources intertidal mussels. Given the data, we can say that the conclusion of the problematic nature of fishing of mussels in the coastal zone of Murman is quite reasonable, appropriate current situation. While the question of mussel aquaculture on the Murman is becoming increasingly important.

Оценка ресурсов мидий на Мурманском побережье Баренцева моря проводилась с 50-х годов. По данным В.В. Кузнецова и Т.А. Матвеевой (1948) моллюски образует на скальном грунте литорали протяженные поселения с биомассой до 28820 г/м^2 при численности 70980 экз./м^2 . По данным этих авторов наиболее крупные моллюски имели длину раковины около 50 мм в среднем, максимальная продолжительность их жизни оценена в 12-14 лет.

Наиболее полные данные о количественном распределении баренцевоморских мидий впервые были получены в 1960-1961 гг. во время экспедиций ПИНРО (Романова, 1969). В течение двух лет был обследован обширный район Мурманского побережья. Результаты экспедиций показали, что наиболее плотные (от 10-15 до $30-40 \text{ кг/м}^2$) поселения мидий находились на скалистых берегах Западного Мурмана, малодоступных для промысла.

. Исследования, проведенные в 1971 и 1981 гг., показали, что биомасса мидий в большинстве губ значительно понизилась (Садыхова, Романова, Подражанская, 1982).

Обследование сублиторальных поселений мидий Восточного Мурмана было проведено М.В. Проппом (1971). Помимо губы Дальней Зеленецкой были обследованы районы Гавриловских островов, в губах Подпахта, Порчниха, у о. Русского и о. Харлов и в соседних губах. Обилие мидий на глубинах от 0 до 40 м было невелико, их численность не превышала 700 экз/м^2 , а биомасса 20 г/м^2 .

В 80-е годы, согласно исследованиям Н.Н. Романовой и др. (1982), биомасса мидий в некоторых губах Западного Мурмана за 20 лет уменьшилась почти в 20 раз, а общее количество мидий уменьшилось почти на два порядка по сравнению с 1960-1961 гг. Наряду со снижением биомассы отмечается и изменение размерного и возрастного состав мидиевых поселений. Так, в губах Долгая, Орловка, Порчниха, Трящина, Дворовая размеры мидий в 1971 г. не превышали 30 мм. В 1981 г. в некоторых губах Западного Мурмана моллюски длиной 30-45 мм составляли максимум 20% от общей численности (Садыхова, Романова, Подражанская, 1982).

Однако, если в 1971 г. на литорали губ Мурмана еще встречались крупные мидии (в губе Ивановка - длиной 73,8 мм, в губе Воронья – 75,9 мм, в Лумбовском заливе – даже 84 мм), то в 1981-1982 гг. размеры мидий почти повсеместно не превышали 40-45 мм (Антипова и др., 1984).

На литоральных отмелях Восточного Мурмана массовые поселения мидий были отмечены в 1939-1940 гг. и в 1956-1958 гг. (Агарова, 1979). С 1967 по 1972 гг. популяция этих моллюсков была представлена единичными особями и лишь в 1973 г. началось ее возобновление благодаря успешному оседанию молоди летом 1972 г. Агарова И.Я. (1979) предполагает, что одним из основных факторов, влияющих на оседание и выживание молоди на литорали, яв-

ляется продолжительность осушения. По Т.А. Матвеевой (1948), максимальная интенсивность оседания личинок мидий наблюдается в месяцы с наиболее высокой температурой воды. Для 1972 г. характерен аномально высокий летний прогрев вод Баренцева моря (Мухин, 1973). Очевидно, это способствовало также успешному оседанию мидий на литорали Восточного Мурмана.

Исследованиям в 1971 г. предшествовали годы (1961-1970 гг.) с большими отрицательными аномалиями температуры воды (Бочков, Кудло, 1973). Низкая температура воды в течение целого десятилетия, без сомнения, явилась одной из причин значительного снижения биомассы мидий на Мурманском побережье. По данным Т.В. Антиповой (1979), похолодание, начавшееся в 60-х годах, вызвало большие изменения в фауне двустворчатых моллюсков Баренцева моря, особенно в прибрежье Мурмана и Норвегии. Уменьшилось общее число бореальных видов, у большинства теплолюбивых видов снизилась численность и сузились ареалы. Ареалы же арктических видов несколько расширились.

Исследования среднемноголетних ресурсов литоральных мидий, населяющих берега Западного и Восточного Мурмана, выполненные в конце 80-х показали, что величина их запаса составляет около 200 тыс. тонн, при средней биомассе моллюсков 2150 г/м^2 (Костылев, Денисенко, 1989).

По данным А.Э. Песова (2008) в прибрежной зоне Кольского полуострова мидии встречались от средней литорали до глубины 25 м. Наиболее плотные скопления отмечены на литорали в поясе фукусовых водорослей и в верхней сублиторали в поясе ламинариевых водорослей. Почти повсеместно этот моллюск являлся доминирующим видом в биоценозах в литоральной и верхней сублиторальной зоне (0-3 м) на твердых (каменистых) грунтах. В поселениях на глубинах до 3 м преобладали мелкие особи мидии. Средний размер моллюсков в этом поясе составил 3,8 мм по длине раковины. Плотность поселений колебалась от десятков единиц до нескольких десятков тысяч особей на квадратный метр. С увеличением глубины численность мидий снижалась и составляла в среднем не более 100 экз./м^2 на глубине 10-15 м и около $2-5 \text{ экз./м}^2$ на глубине 15-25 м. Вместе с тем средние размеры мидий на этих глубинах были существенно выше, чем в верхней части сублиторали и составляли 23-42 мм на глубине 15-25 м.

Наибольшая плотность поселений мидий была отмечена на литорали и верхней сублиторали до глубины 3 метров. В этом диапазоне глубин, почти везде наибольшей величины численность и биомасса мидий достигали на побережьях до 2.5 кг/м^2 . Суммарный запас мидии в прибрежной зоне Кольского полуострова оценен в 2207 тыс. т; из них на литорали – 57 тыс. т, а в сублиторали – 2150 тыс. т, в том числе в районах западного Мурмана запас составляет около 300 тыс. т. (Песов, 2008).

Следует сказать о том, что оценка ресурсов А.Э. Песовым проводилась на фоне возрастания температуры воды Баренцева моря к 2007 году, в связи с чем и были получены такие высокие показатели ресурсов мидии. Для правильного понимания тенденций популяционных изменений нужны регулярные ежегодные наблюдения за формированием поселений мидий и их состоянием.

Суммарный запас мидий на литорали Мурманского побережья оценивается нами в 43 тыс. т. В изученных районах ресурсы мидий составляют 19,6 тыс. т, при этом на долю моллюсков промыслового размера (от 3 см) приходится 35,6% (табл.).

Таблица.

Ресурсы мидий Мурманского побережья

Район исследования	Ресурсы <i>Mytilus edulis</i> , т	Доля промысловых особей (от 3 см), %
Кольский залив		
м. Притыка	108	24
Абрам-Мыс	264	19
м. Мишуков	360	27
б. Белокаменка	440	23
м. Ретинской	1602	84
губа Грязная	мидии отсутствуют	---
губа Тюва	5125,5	72
губа Пала	мидии отсутствуют	---
м. Березов	162,4	13
Всего:	8061,9	37,4
Восточное побережье		
губа Ярнышная	2167,4	25
губа Дальнезеленецкая	1320	9
Всего:	3487,4	17
Западное побережье		
губа Печенга	8100	60
Всего:	19649,3	35,6

Оценивая общее состояние ресурсов и перспективы промысла мидий, необходимо принять во внимание тот факт, что изъятие мидий в сублиторальной зоне, где моллюск образует самые значительные промысловые скопления, сопровождается существенными финансовыми затратами и потому нерентабельно. Учитывая полученные данные, можно констатировать, что вывод о проблематичности промысла мидий в прибрежной зоне Мурмана остается вполне обоснованным, соответствующим современной ситуации. Тогда как вопрос о развитии аквакультуры мидий на Мурмане приобретает всё большую актуальность.

Литература

1. Агарова И.Я. Результаты многолетних наблюдений за популяцией *Mytilus edulis* L. на одной из литоральных отмелей Восточного Мурмана // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. - Л.: изд-во ЗИН АН СССР, 1979 а. - С. 8-10.
2. Агарова И.Я. К вопросу о культивировании мидии *Mytilus edulis* L. в Баренцевом море // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. - Л.: изд-во ЗИН АН СССР 1979 б. - С. 10-11.
3. Антипова Т.В. Распределение, экология, рост и продукция двустворчатых моллюсков Баренцева и Карского морей: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Мурманск, 1979. – 22 с.
4. Антипова Т.В., Герасимова О.В., Панасенко Л.Д., Сенников А.М. Количественное распределение хозяйственно-ценных беспозвоночных у побережья Мурмана // Бентос Баренцева моря. Распределение, экология и структура популяций. – Апатиты: изд-во КФ АН СССР, 1984. - С. 113-123.
5. Бочков Ю.А., Кудло Б.П. Многолетние изменения температуры воды Баренцева моря и их влияние на общую биомассу бентоса // Состав, распределение и экология донной фауны Баренцева моря. – Мурманск: изд-во ПИНРО, 1973. - С. 3-7.
6. Костылев В.Э., Денисенко С.Г. К оценке ресурсов мидий (*Mytilus edulis*) на литорали Мурмана // Тез. докл. IV Всес. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты). – Мурманск: изд-во ПИНРО, 1989. - С. 109-111.
7. Кузнецов В.В., Матвеева Т.А. Материалы к биологической характеристике морских беспозвоночных Восточного Мурмана // Тр. Мурман. биол. станции. - 1948. - Т. 1. - С. 242-260.
8. Матвеева Т.А. Биология *Mytilus edulis* L. Восточного Мурмана // Тр. Мурман. биол. станции. - 1948.- Т. 1. - С. 215-241.
9. Мухин А.И. Колебания температуры воды в весенне-летний период на водоразделе Норвежского и Баренцева морей в 1959-1973 гг. // Состав, распределение и экология донной фауны Баренцева моря. – Мурманск: изд-во ПИНРО. - С. 7-9.
10. Песов А.Э. Промысловые двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) верхней сублиторали Баренцевоморского побережья Кольского полуострова: биология и перспективы освоения. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Москва, 2008. - 22 с.
11. Пропп М.В. Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря по материалам водолазных гидробиологических работ. – Л.: Наука, Лен. отд., 1971. - 128 с.
12. Романова Н.Н. О промысловых моллюсках Баренцева моря // Тр. ВНИРО. - 1969. - Т. 65. - С. 436-448.
13. Романова Н.Н., Садыхова И.А., Подражанская С.Г. О количественном распределении мидий у западного побережья Мурмана // Тез. докл. II Всес. съезда океанол., Ч. 1. – Севастополь, 1982. - С. 148-149.
14. Садыхова И.А., Романова Н.Н., Подражанская С.Г. Состояние мидиевых поселений в губах Западного Мурмана // Проблемы рационального использования промысловых беспозвоночных. - Калининград, изд-во АтлантНИРО, 1982. - С. 140-142.

ГЕНОТИПИРОВАНИЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA MORHUA*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ ПО ЯДЕРНОМУ ЛОКУСУ *Pan I*

Макеенко Г.А. (г. Мурманск, ПИНРО)

The polymorphism of *Pan I* nuclear locus in the North Arctic cod of the Barents Sea was studied. Identified were three genotypes of the studied locus. The regularities of the distribution of allele frequency of occurrence in different regions of the Barents Sea were found. It is shown that the frequency of allele *Pan IA* increases from the north-west to the south-east of the Barents Sea. The maximum frequency of occurrence was 45% and it was revealed on the Kanin Bank. The relationship between genotype, sex and size of the cod was not found.

В Баренцевом море и сопредельных водах обитает северо-восточная арктическая треска (*Gadus morhua morhua*). Она играет ключевую роль в экосистеме Баренцева моря и является основным промысловым объектом. Современный ареал трески очень широк, что связано с протяженными миграционными путями этого вида.

Локус *Pan I*, кодирующий синтез мембранного белка транспортных вакуолей – пантофизина, в последние годы используется учеными многих стран в качестве молекулярно-генетического маркера для разделения популяций трески (Pogson, 2001). Аллели *PanI^A* и *PanI^B* детектируются заменой аденина (A) на гуанин (G) в некодирующей области, однако аллельные варианты белков различаются по меньшей мере на 4 аминокислоты и обладают различными физиологическими свойствами. Исследования трески в Баренцевом море с использованием маркера *Pan I* проводятся впервые.

Задачей нашей работы являлось исследование полиморфизма ядерного локуса *Pan I* у северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua morhua*) в Баренцевом морях и сопредельных водах.

Сбор материала проводился в 2009-2011 гг. Всего проанализировано 900 образцов трески. У особей измеряли длину, вес, определяли пол и стадию зрелости. Для генетического анализа фиксировали кусочек плавника размером около 1 см² в 96%-ном этиловом спирте. В лабораторных условиях из ткани плавника выделяли ДНК методами фенольно-хлороформной экстракции с последующим осаждением этанолом (Маниатис, 1984) и солевым методом по стандартной методике (Aljanabi, 1997). Амплификацию отдельных локусов ядерной ДНК осуществляли в ходе полимеразной цепной реакции (ПЦР) со специфичными праймерами. Электрофоретический анализ ПЦР-продуктов проводили в 2 % агарозном геле, содержащем бромистый этидий, с последующим сканированием на гель-сканере “Typhoon 8600”. Генотипирование проводили на основании присутствия ПЦР-продуктов, соответствующих каждому из аллельных вариантов.

Результаты исследования показали, что соотношение полов для рыб каждого генотипа было близко к 1:1. Гомозиготные по локусу *PanI^AI^A* рыбы составили 2,8 % всех образцов. Встречались такие рыбы на юге Баренцева моря. Доля рыб, гетерозиготных по исследованному локусу (*PanI^AI^B*) составила 21,7 %, а с генотипом *PanI^BI^B* - 75,5 %.

Длина особей трески включала практически весь размерный ряд, и связи ее с генотипом выявлено не было. Исключение составляли гомозиготные по *PanI^AI^A* особи, но это, вероятнее всего, связано с небольшой долей таких рыб в выборках. Значительных различий в длине рыб и в соотношении полов по районам также не выявлено (таблица).

Изучение частот встречаемости аллелей в различных районах Баренцева моря показало преобладание на большей его части трески гомозиготной по аллелю *PanI^B*. Частота встречаемости аллеля *PanI^A* изменялась от 1 до 45 %. В выборках, собранных весной, в период нерестовых миграций трески, присутствовали особи трех генотипов. Это позволяет предположить, что треска с различными генотипами нерестится на одних и тех же нерестилищах.

Таблица - Длина самцов и самок трески с различным генотипом по локусу *PanI*.

Пол	Генотип трески по локусу <i>PanI</i>		
	<i>PanI^AI^A</i> (n = 24)	<i>PanI^AI^B</i> (n = 187)	<i>PanI^BI^B</i> (n = 652)
Самцы	58-91 см	20-106 см	17-112 см
Самки	62-94 см	19-125 см	17-115 см

В северо-западных, северных и центральных районах Баренцева моря частота встречаемости аллеля *PanI^B* изменялась незначительно и составляла 91-99 %. При этом возрастание частоты встречаемости аллеля *PanI^A* наблюдалось в весенне-летний период. В южной части моря частота встречаемости аллеля *PanI^A* достигала 19-45 %, у побережья Норвегии - 17 % (рисунок).

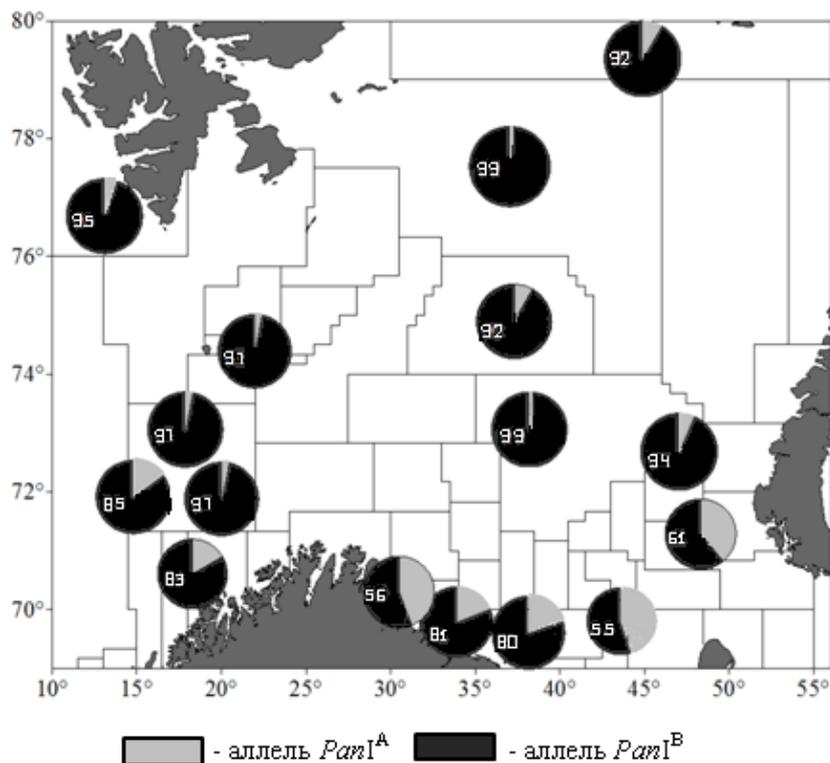


Рисунок – Частота встречаемости аллелей локуса *PanI* у трески в Баренцевом море.

Проведенное нами межгодовое сравнение данных показало, что на северо-западе Баренцева моря в районе Западного Шпицбергена за период исследования частота встречаемости аллеля *PanI^A* сохранялась на уровне 5 %. С другой стороны, сезонные изменения температуры воды в Баренцевом море способствуют продвижению трески с гетерозиготным генотипом в северные районы моря, вплоть до Земли Франца-Иосифа, где в летние месяцы частота встречаемости аллеля *PanI^A* достигала 8 %.

Увеличение частоты встречаемости аллеля *PanI*^A при движении с севера на юг норвежскими учеными связывается с изменением температуры воды. Мономорфность по аллелю *PanI*^A встречается в воде с температурой выше +10 °С (Case, 2005).

Анализ результатов показал, что в Баренцевом море обитает треска с тремя различными генотипами по локусу *PanI*. Анализ полиморфизма ядерного локуса *PanI* выявил клинальные различия по географической широте в частотах аллелей трески в пределах исследованной части ареала. При этом взаимосвязи генотипа по локусу *PanI* с размером или полом трески выявлено не было.

Литература

1. Aljanabi, S.M. and Martinez, I. (1997) Universal and Rapid Salt-Extraction of High Quality Genomic DNA for PCR-Based Techniques // *Nucleic Acids Res.*, vol. 25, p. 4692-4693.
2. Case, R.A.J., Hutchinson, W.F., Hauser, L., et al (2005) Macro- and micro-geographic variation in pantophysin (*Pan I*) allele frequencies in NE Atlantic cod *Gadus morhua* // *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, vol. 301, p. 267-278.
3. Pogson, G.H. (2001) Nucleotide polymorphism and natural selection at the pantophysin (*PanI*) locus in the Atlantic cod, *Gadus morhua* (L.) // *Genetics*, vol. 157, p. 317-330.
4. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. (1984) Молекулярное клонирование. М.: Мир.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАЗИТОФАУНЫ РАКООБРАЗНЫХ СЕМЕЙСТВА GAMMARIDAE В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ МУРМАНА

Маслич М. А. (г. Мурманск, МГТУ биологии)

This scientific work is part of complex parasitological research of the Kola gulf coastal zone. Monitoring of parasitological situation on littoral fringe of northern seas is interesting and actual as a science as a practical point of view. Parasitological control allows to reveal already at early stages the negative consequences of anthropogenous influence on coastal ecosystems, and also to define areas, in the best way corresponding to requirements for placing of aquiculture objects. The aim of this research was studying of structure and seasonal dynamics of parasites by representatives of family Gammaridae on Murmansk coast. Researches were spent in various areas of Murman. As objects of research crustacean families Gammaridae have been chosen *Gammarus oceanicus*.

It was revealed seven kinds of parasites: *Podocotyle atomon*, *Microsomacantus* sp., *Diplocotyle* sp., *Spirurida* sp., *Ascarophis* sp., *Polymorphus phippii* and *Echinorhynchus gadi*.

Features of infection of crustaceans of family Gammaridae in various areas of Murman have been tracked. It has appeared that the greatest specific riches of crustaceans helminthes is characteristic for fiord Jarnyshnaja and the least – for peninsula Ribachij.

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. Эти рачки обладают высокими темпами роста и плодовитостью, небольшой продолжительностью жизни, легко доступны для сбора, хорошо переносят условия искусственного содержания. Но при этом необходимо отметить, что гаммарусы в качестве промежуточных или окончательных хозяев участвуют в циркуляции паразитических червей в прибрежных экосистемах и служат источником заражения промысловых видов морской фауны (Успенская, 1963; Marcogliese, 2005). 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.

Данное исследование ставило целью изучение состава паразитофауны у представителей семейства Gammaridae Мурманского побережья. Исследования проводились в различных районах Мурмана (остров Большой Айнов, полуостров Рыбачий, губа Ярнышная, Тюва губа, район поселка Абрам-мыс).

В общей сложности было собрано и обработано 22 пробы ракообразных семейства Gammaridae. Сбор проб проводился вручную со среднего горизонта литорали.

В качестве объекта исследования были выбраны ракообразные семейства Gammaridae – *Gammarus oceanicus*. Ракообразные *Gammarus oceanicus* обладают высокой степенью экологической пластичности и заселяют практически все возможные биотопы, составляя подчас 80 % от общего количества и биомассы гаммарид. Кроме того, данный вид ракообразных семейства *Gammaridae* обладает более крупными размерами и большей привлекательностью в качестве кормового объекта для птиц и рыб (соответственно, и наибольшей «пригодностью» для роли промежуточного хозяина для большинства видов паразитов).

В гельминтофауне бокоплавов были обнаружены личинки скребней *Polymorphus phippsi* и *Echinorhynchus gadi*, а также плероцеркоид *Diplocotyle sp.*, цистицеркоиды *Microsomacantus sp.*, нематоды *Spirurida sp.* и *Ascarophis sp.*, трематоды *Podocotyle atomon*.

Отмечено, что инвазия ракообразных метацеркариями трематод *Podocotyle atomon* поддерживается на достаточно высоком уровне на протяжении всего периода исследования и независимо от места взятия проб. Инвазия гаммарид цистицеркоидами цестод *Microsomacantus sp.* регистрировалась во всех обследованных участках, кроме полуострова Рыбачий. Наибольшее значение ЭИ было отмечено в Тюва губе (7,3 %). Плероцеркоиды *Diplocotyle sp.* были обнаружены только в пробах ракообразных, собранных в губе Ярнышной. Экстенсивность инвазии *Diplocotyle sp.* составила 0,84 %. Зараженные нематодами *Spirurida sp.* бокоплавов были встречены во всех районах исследования, кроме полуострова Рыбачий. При этом максимум ЭИ нематодами зарегистрирован в районе поселка Абрам-мыс. Однако инвазия ракообразных нематодами *Ascarophis sp.* была отмечена лишь в губе Ярнышной, при этом величина экстенсивности инвазии составила 0,2 %.

Кроме того, в гельминтофауне *Gammarus oceanicus* были обнаружены личинки скребней *Polymorphus phippsi* и *Echinorhynchus gadi*, инвазия которыми была отмечена только в двух районах исследования – в губе Ярнышной и в Тюва губе. При этом ЭИ *Polymorphus phippsi* была одинаковой для обоих участков и составила 0,8 %. В случае с заражением гаммарид *Echinorhynchus gadi* наблюдались определенные различия – в губе Ярнышной ЭИ составила 1,2 %, в Тюва губе – 0,1 %.

Таблица 1.

Состав гельминтофауны ракообразных *Gammarus oceanicus* в различных районах побережья Мурмана

Вид паразита	Пос. Абрам-мыс		О-в Большой Айнов		П-ов Рыбачий		Губа Ярнышная		Губа Тюва	
	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.
Trematoda										
<i>Podocotyle atomon</i>	73 _{0,750} 0,712	0,75	30 _{0,348} 0,250	0,3	7,2 _{0,176} 0,200	0,07	27 _{0,311} 0,231	0,27	36 _{0,396} 0,330	0,36
Cestoda										
<i>Microsomacanthus sp.</i>	1,2 _{0,018} 0,008	0,01 6	0,8 _{0,025} 0,002	0,01 4	–	–	0,5 _{0,018} 0,001	0,00 6	7,3 _{0,092} 0,056	0,073
<i>Diplocotyle sp.</i>	–	–	–	–	–	–	0,8 _{0,030} 0,001	0,00 8	–	–
Nematoda										
<i>Spirurida sp.</i>	14 _{0,155}	0,10 3	6 _{0,087}	0,05 7		–	0,8 _{0,021}	0,00 8	1,7 _{0,029}	0,017

	0,125		0,035				0,002		0,010	
<i>Ascarophis sp.</i>	–	–	–	–	–	–	0,2 _{0,011} 0,000	0,00 2	–	–
Acantocephala										
<i>Polymorphus phippii</i>	–	–	–	–	–	–	0,8 _{0,021} 0,002	0,01 2	0,8 _{0,017} 0,003	0,009
<i>Echinorhynchus gadi</i>	–	–	–	–	–	–	1,2 _{0,027} 0,005	0,00 6	0,1 _{0,07} 0,000	0,001

Так же были прослежены особенности заражения ракообразных семейства Gammaridae в различных районах Мурмана. Кроме того, для каждого вида гельминтов были рассчитаны такие статистические показатели как экстенсивность инвазии и индекс обилия. При этом были указаны верхняя и нижняя границы доверительных интервалов для пятипроцентного уровня значимости.

Оказалось, что наибольшее видовое богатство гельминтофауны ракообразных семейства Gammaridae характерно для губы Ярнышной и Тюва губы, наименьшее – для полуострова Рыбачий.

Это явление может быть обусловлено несколькими причинами. С одной стороны, наличие в губах спокойного гидродинамического режима и разнообразия экологических условий создает благоприятные условия для циркуляции паразитов с различными требованиями к абиотическим факторам. С другой стороны, в таких районах контакты между промежуточными и окончательными хозяевами паразитов осуществляется намного интенсивнее благодаря осуществлению 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.

В то же время, циркуляция многих видов паразитов может быть сильно затруднена в районах с открытыми прибойными участками, для которых характерны однородные условия среды. Вероятно, поэтому наименее разнообразна гельминтофауна гаммарид на полуострове Рыбачий.

При анализе локальных особенностей заражения ракообразных установлено, что 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 (стабильная соленость, спокойный гидродинамический режим, возможность интенсивных контактов между промежуточными и окончательными хозяевами по системе трофических связей).

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. Вальтер, Е. Д. Жизненный цикл *Ascarophis sp. (arctica?) (Nematoda, Spirurata)* в условиях литорали Белого моря / Е. Д. Вальтер, М. А. Валовая, Т. А. Бек. – В кн.: Жизненные циклы паразитов в биоценозах северных морей. – Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1987, С. 58 – 59.
3. Догель В. А. Данные о жизненном цикле *Diplocotyle* / В. А. Догель, М. М. Волкова // АН СССР, т. LIII, № 4. – 1946.
4. Зеликман Э. А. 1955. Некоторые эколого-паразитологические связи на литорали северной части Кандалакшского залива. Автореф. канд. дис., М., 17 с.
5. Кулачкова, В. Г. Литоральные гаммарусы как источник заражения гельминтами рыб и птиц Белого моря / В. Г. Кулачкова, С. В. Битюкова // Сборник Вопросы паразитологии водных беспозвоночных животных (тематический сборник). Вильнюс, 1980. С. 57 – 59.
6. 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.
7. Луппова, Е. Н. Особенности экологии литоральных бокоплавов *Lagunogammarus oceanicus* (Segerstale, 1974) и *Gammarus duebeni duebeni* (Lilljeborg, 1`851) в Баренцевом море / Е. Н. Луппова // Фауна беспозвоночных Карцева, Баренцева и Белого морей. – Апатиты, 2003. С. 240 – 325.
8. 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.

К ВОПРОСУ О РАЙОНАХ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИМАНДЫ (*LIMANDA LIMANDA L.*, 1758) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Стецько А. В. (г. Мурманск, ПИНРО)

Common dab is a demersal fish native to shallow seas around Northern Europe, in particular the North Sea, Barents sea, where it lives on sandy bottoms down to depths of about 100 meters, generally 10-130 m. In Barents sea water area general concentration of dab located in the east, especially in summer period.

Лиманда, или ершоватка (*Limanda limanda L.*, 1758) является рыбой, принадлежащей к многочисленному семейству камбаловых (*Pleuronectidae*). Населяет Арктику от Баренцева и Белого морей на юг до Бискайского залива и Восточную Атлантику, а также Балтийское море. Встречается, как правило, у побережья на небольших глубинах, до 40-50 м, реже – до 130 м (Никольский, 1971; Вилер, 1983). Устойчивых промысловых скоплений лиманда не образует, что является одной из причин относительно малой изученности данного вида, в том числе его баренцевоморской популяции. Присутствует в уловах на промысле донных видов рыб. Приловы ее достигают 120 кг на траление (Руднев, Тростянский, 2005). В промысловой статистике как в нашей стране, так и за рубежом лиманду нередко объединяют с другими видами камбал (*Jonsson*, 1966).

В современной отечественной научной литературе лиманда упоминается редко. Это обусловлено, в числе прочих, отсутствием интереса к данному объекту со стороны рыбаков, поскольку в тралах лиманда появляется эпизодически. Для восполнения данного пробела была проведена настоящая работа, целью которой являлось описание распространения лиманды в Баренцевом море.

Анализ научно-промысловых данных по лиманде был выполнен за 1990-2010 гг., построены карты ее распространения в Баренцевом море. Нанесенные на карты станции были распределены по сезонам на основании гидрологических периодов Баренцева моря и известных из литературных источников особенностей жизненного цикла лиманды (Есипов, Слестникова, 1932; Руднев, Тростянский, 2005; Бойцов, 2006).

Обработка материала производилась при помощи пакетов программ MS Office и Surfer 8.

На акватории Баренцева моря лиманда обитает преимущественно в прибрежных районах. Севернее 70 с.ш. в уловах встречается достаточно редко. Согласно данным за последние 20 лет, основными районами концентраций данного вида здесь можно считать Рыбачью банку, Западный и Восточный Прибрежные районы, район п-ова Канин.

С апреля по июнь хорошо заметны две зоны концентрации среднемноголетних скоплений лиманды – это прибрежные районы Восточного Мурмана, Канинская банка и Рыбачья банка. Наиболее часто лиманда встречается в траловых уловах в Восточном Прибрежном районе на глубинах 100-150 м. В районе п-ова Рыбачий держится вблизи изобаты 200 м.

В середине календарного лета с юго-востока Баренцева моря ершоватка частично отходит на север и северо-восток, хотя основная часть уловов отмечается в тех же районах, что и весной. Отмечаются единичные случаи обнаружения лиманды севернее 71° С.Ш. и восточнее о-ва Колгуев, в Печорском районе, где глубина не превышает 100 м. Основное количество наибольших уловов лиманды находится вне 12-мильной зоны. Это в числе прочих причин

может быть связано с меньшими концентрациями вида у берегов в начале лета и меньшим размерно-весовым составом пойманной рыбы (рис. 3).

С октября по декабрь распределение лиманды становится более разреженным, места ее наибольших уловов несколько смещаются к северо-востоку. В это время ершоватка распределяется до района о-ва Колгуев. При этом следует отметить появление ее в траловых уловах на акватории Западного Прибрежного района в январе. На Западном Мурмане уловы лиманды в этот период незначительны.

С января по март для лиманды характерно разреженное распределение на юго-востоке Мурмана. В это же время в Западном Прибрежном районе попадания ершоватки в трал отмечены преимущественно в 12-мильной зоне. Мористее она отмечается значительно реже, за исключением восточных районов, где скопления лиманды достаточно устойчивы. К северу концентрация лиманды значительно снижается. При этом лиманда по-прежнему распределяется на сравнительно небольших глубинах, редко заходя в ямы глубиной 200 м и более.

По результатам исследований можно заключить, что наиболее крупные скопления ершоватки отмечаются в Восточном Прибрежном районе и на Канинской банке. Летом и осенью лиманда концентрируется преимущественно на юго-востоке Баренцева моря и близ Рыбачьей банки, зимой и ранней весной она достаточно равномерно распределена вдоль Мурманского берега, а также у п-ова Канин. В пределах 12-мильной зоны ершоватка встречается круглогодично.

Литература

1. Бойцов В.Д. Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее прогнозирование. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. – 290 с.
2. Вилер А. Определитель рыб морских и пресноводных вод Северо-Европейского бассейна. - М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1983. – 428 с.
3. Есипов В.К., Слестникова Г.С. Камбала *Pleuronectes limanda* L. (*s. Limandalimanda* L.) Баренцева моря. // Сборник научно-промысловых работ на Мурмане/ Под ред. С.Я. Миттельмана. М.–Л.: СНАБТЕХИЗДАТ, 1932 - С. 180-189.
4. Никольский Г.В. Частная ихтиология, - М.: «Высшая школа», 1971 – 470 с.
5. Руднев В.Г., Тростянский Н.Н. Распределение, ресурсы и биология лиманды в южной части Баренцева моря//Прибрежные гидробиологические исследования: Труды ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 236-244.
6. Jonsson G. Contribution to the biology of the dab (*Limanda limanda* L.) in Icelandic waters. // Ritfiskideildar. – 1966. –Vol 4(3). - Reykjavik, - 36 p.

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

USE OF BIOSURFACTANT PREPARATION OF RHODOCOCCCUS ERYTHROPOLIS IMV Ac-5017 FOR OIL POLLUTED WATER REMEDIATION IN PRESENCE OF Cu²⁺

Sofilkanych A. P., Filyuk I. V., Shevchuk T. A., Pirog T. P. (Kiev, Ukraine, National University of Food Technologies, Department of Biotechnology and Microbiology)

The world demand for oil in 2008 was 85.62 million barrels per day and now it increased by 1.5 fold [2, p. 231]. The global transport and use of both petroleum and its derivatives have made petroleum hydrocarbons major contaminants in both prevalence and quantity in the environment [1, p. 62; 2, p. 232].

Another acute problem facing humanity is environmental pollution by heavy metals. Metals are quite persistent in the environment, what significantly complicates their disposal. Heavy metals get into the environment with industrial (metallurgy, mining and engineering industry) and domestic wastewaters, as a result they accumulate in soils, and groundwater, and after that get to the drinking water [1, p. 61; 3, p. 610]. Lead, copper, cadmium, nickel, cobalt, mercury and others are most common metals in contaminated ecosystems.

It is known [3, p. 613] that in polluted ecosystems are often present both crude oil and metals, that's why it is important to search for the remediation methods which would help to remove such complex pollution. Currently the biological methods are most effective. They are based on the use of microorganisms and their metabolites, such as surfactants [3]. In the previous work the oil-oxidizing bacteria identified as *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017 were isolated from the oil-polluted samples of soil. The ability of the strain to synthesize the metabolites with surface-active and emulsifying activity during the cultivation on different hydrophobic (*n*-hexadecane, liquid paraffin) and hydrophilic (glucose, ethanol) substrates was determined [4, p. 473]. It was shown that the addition of Cu²⁺ (up to 0.05 mM) into the nutrient medium for *R. erythropolis* IMV Ac-5017 cultivation at the exponential growth phase accompanied with increasing surfactant synthesis for 36 % compared to the cultivation of bacteria on the medium without copper ions. The oil degradation degree in the presence of 0.01 mM of Cu²⁺ increased for 25–45 % compared to the variant without copper. Control of water microflora showed the 1–2-fold increase of the total number of microorganisms in all samples treated with surfactant. The oxidation of *n*-hexadecane in IMV Ac-5017 strain, as in most of the genus *Rhodococcus*, is catalyzed by three-component alcanhydroxylase complex, as previously established [5, p. 604]. This complex contains the soluble NADH-rubredoksynreductase, soluble redoksyn and membrane bound monooxygenase (or alcanhydroxylase). Since it is known [6, p. 15] that copper cations are activators of monooxygenase, we have assumed that increasing oil degradation degree in the presence of surfactants and copper cations could be caused by the activating influence of Cu²⁺ on the alcanhydroxylase activity – the first enzyme of hydrocarbons catabolism.

The aim of present work – investigation of copper cations influence on alcanhydroxylase activity of *R. erythropolis* IMV Ac-5017 and surfactant synthesis during strain cultivating on hydrophobic substrates; studying of strain IMV Ac-5017 surfactants role in protection of water indigenous microflora from the negative influence of copper cations, and investigation of oil degradation in water, containing the mixture of toxic metals, treated with surfactant preparation.

Bacteria were grown up on the liquid mineral medium (g/L distilled water): NaNO₃ – 1.3, NaCl – 1.0, Na₂HPO₄·12H₂O – 0.6, KH₂PO₄ – 0.14, MgSO₄·7H₂O – 0.1, FeSO₄·7H₂O – 0.001, pH 6.8–7.0. *n*-Hexadecane and fried sunflower oil were used as the carbon and energy sources in concentration of 2 vol. %. Glucose (0.1 vol. %) was added into the medium with fried oil at the beginning of cultivation. The inoculum – culture from the middle of exponential growth phase (48 h) cultivated

on the medium of aforesaid composition with 1 vol. % of substrate. The cultivation of *R. erythropolis* IMV Ac-5017 was carried out in the 750 ml flasks, containing 100 ml of medium, on a shaker (320 rpm) at 30 °C during 120 hours. We added 0.01–0.5 mM of Cu^{2+} into the nutrient medium at the beginning of cultivation, in the middle of exponential and at the beginning of stationary growth phase for studying of copper cations influence on surfactant synthesis. The activity of alcanhydroxylase (EC 1.14.15.3) was determined spectrophotometrically (by the NADH oxidizing at 340 nm with the use of *n*-hexadecane as electron donor) in the cell-free extracts, obtained after *R. erythropolis* IMV Ac-5017 cultivation on the medium with *n*-hexadecane. The 0.01, 0.05 and 0.1 mM of copper cations were added into the reaction mixture.

The post fermentative cultural liquid was used as surfactant preparation for oil degradation. The 0.01 mM Cu^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} as 1 M solutions ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_4$, respectively), as well as crude oil (2.0 g/L) were added into the water for modeling complex pollution. Then samples were treated with surfactant preparation (50 mg/L of water).

Studying of surfactants role in protection of water indigenous microflora from the negative influence of copper cations was carried out in bacterial suspension with sterile water (control, without surfactant) and sterile supernatant of cultural liquid (with surfactant). After the treatment of suspensions with Cu^{2+} the quantity of viable cells was determined.

Conducted enzymatic analysis confirmed the activation alcanhydroxylase by copper cations. It was shown that the activity of alcanhydroxylase of IMV Ac-5017 strain increased by 1.5 and 2 fold in the presence of 0.05 and 0.1 mM Cu^{2+} , respectively, in the reaction mixture.

It was determined that the addition of 0.05–0.1 mM of Cu^{2+} into the media with fried sunflower oil and glucose or with *n*-hexadecane led to increasing surfactant synthesis by 40 % compared to the medium without metal. It should be noted that during the cultivation of IMB Ac-5017 strain on the medium with *n*-hexadecane and Cu^{2+} the increasing surfactant production by 110 % was obtained compared to the indexes of surfactant synthesis on ethanol containing medium. It can be explained by stimulation of alcanhydroxylase activity by cations Cu^{2+} .

We have isolated two bacterial strains in our previous investigations of crude oil biodegradation with surfactant preparation. The quantity of these bacteria increased significantly during the bioremediation process. It was determined that 100 % of these bacterial cells survived in presence of surfactant after addition of copper (0.01–0.05 mM), while in the samples without surfactant almost all of the cells died.

The results of remediation of crude oil contaminated water, containing the mixture of heavy metals (Cu^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+}) are presented in the table.

Degradation of crude oil by surfactant preparation* in water containing toxic metals

Mixture of metal cations**	Concentration of residual oil, g/L	Oil degradation degree, %
$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	0.60±0.03	70±3.5
$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+}$	0.90±0.04	55±2.6
$\text{Cu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	0.76±0.03	62±3.1

Cd ²⁺ +Pb ²⁺	1.40±0.07	30±1.5
Without metals	1.01±0.05	50±2.5

* The experiment duration was 20 days. Oil degradation degree in control variant (without surfactant and Cu²⁺) was 9 %.

** Concentration of each cation in mixture was 0.01 mM.

Due to the data presented in the table the oil degradation degree was substantially lower in the samples without copper cations compared to the variants with Cu²⁺. These data show that cations Cu²⁺ act as activators of alkanohydroxylases of indigenous microflora (similar to cells of IMV Ac-5017 strain), which results in intensification of crude oil assimilation.

So, the results of present work showed that the oil destruction degree have increased significantly in presence of Cu²⁺ and surfactant preparation of IMV Ac-5017 strain. We assumed that surfactants made oil water soluble and increased its bioavailability for indigenous oil-oxidizing microflora. Biosurfactants also protect microbial cells from the Cu²⁺ toxic effect. The oil destruction intensification in presence of Cu²⁺ could be caused by Cu²⁺ positive influence on alkanohydroxylase activity in IMV Ac-5017 strain, as well as in indigenous microflora. The positive influence of Cu²⁺ (0.05 and 0.1 mM) on alkanohydroxylase activity confirms the intensification of surfactant synthesis (by 40 %) while *R. erythropolis* IMV Ac-5017 growth on medium with *n*-hexadecane and copper cations. Besides, the highest oil degradation degree (up to 70 %) was obtained in the variants containing mixture of metals with copper cations and treated with surfactant preparation, while only 30 % of oil degraded in the variants, which contained Cd²⁺ and Pb²⁺.

References

1. Kavamura V.N., Esposito E. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soil polluted with heavy metals // *Biotechnol. Adv.* – 2010. – V. 28. – P. 61 – 69.
2. Tyagi M., Fonseca M.M.R, Carvalho C.C.C.R. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes // *Biodegradation.* – 2011. – V. 22. – P. 231 – 241.
3. Gadd G.M. Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation // *Microbiol.* – 2010. – V. 156. – P. 609 – 643.
4. Pirog T.P., Shevchuk T.A., Volishina I.N., Karpenko E.V. Production of surfactants by *Rhodococcus erythropolis* EK-1, grown on hydrophilic and hydrophobic substrates // *Prikladnaya Biokhimiya i Mikrobiologiya.* – 2004. – V. 40. – P. 544–550. [*Applied Biochemistry and Microbiology (Engl. Transl.)*]. – 2004. – V. 40. – P. 470–475].
5. Pirog T.P., Shevchuk T.A., Klimenko Yu.A. Intensification of surfactant synthesis in *Rhodococcus erythropolis* EK-1 cultivated on hexadecane // *Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiya.* – 2010. – V. 46. – P. 651–658. [*Applied Biochemistry and Microbiology (Engl. Transl.)*]. – V. 46. – P. 599–606].
6. van Beilen J.B., Funhoff E.G. Alkane hydroxylases involved in microbial alkane degradation // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2007. – V. 74. – P. 13–21.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД

Макаров Д. В. 1,2, Нестеров Д. П.3, Светлов А. В.1, Корнева Е. А.1, Баюрова Ю. Л.1,2

(1Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, 2Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, 3Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского научного центра РАН, г. Апатиты)

Горно-обогатительные комбинаты являются одним из наиболее мощных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. При добыче и обогащении руд происходит извлечение и переработка огромных масс горных пород, из которых используется лишь небольшая часть, все остальное накапливается в виде сбросов и отходов, загрязняющих окружающую среду. Согласно отчетности предприятий, в Мурманской области отходы горнодобывающей промышленности (хвосты обогащения, вскрышные и проходческие породы и т.п.) составляют более 99% от образования всех отходов производства и потребления в области (Рис. 1) [1].

Применение геохимических барьеров для защиты и очистки природных водоемов и стоков от загрязнения – перспективное научно-техническое направление. Геохимические барьеры – это такие участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрации [2].

Геохимические барьеры выполняют функцию природных "фильтров", сильно снижающих миграционную способность большинства загрязнителей и способствующих их фиксации и различению.

Геохимические барьеры биосферы разделяются на два основных типа – природные и техногенные. Оба типа геохимических барьеров подразделяются А.И. Перельманом на три класса: физико-химические, биогеохимические и механические. На физико-химических барьерах концентрация веществ связана с их отложением из растворов при изменении физико-химической обстановки. Механические барьеры представляют собой участки с резким уменьшением интенсивности механического перемещения веществ и соответственно их отложения. Биогеохимические барьеры по своей сути представляют накопление химических элементов растительными и животными организмами.

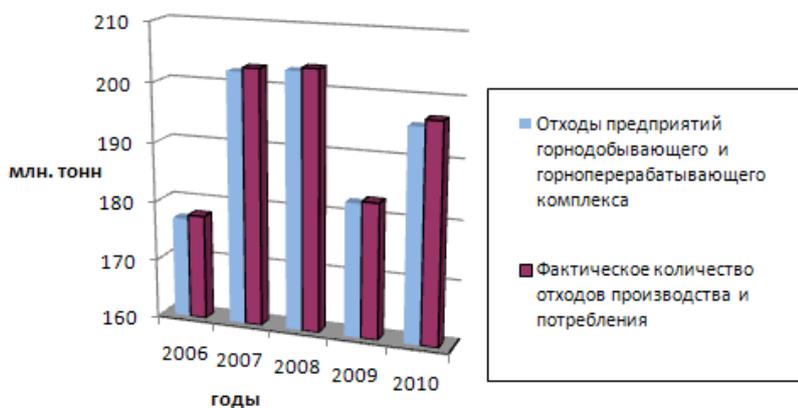


Рис. 1. Образование отходов производств и потребления в Мурманской области

Согласно классификации Перельмана геохимические барьеры подразделяются:

Окислительный барьер (концентрируется Fe, Mn, S, Se, Te).

Восстановительный барьер (концентрируется Se, Te, Cr, U).

Щелочной барьер (концентрируется Fe, Ca, Mg, Mn, Ba, Sr, Cr, Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd).

Кислый барьер (осаждается As, Mo, Se, Si).

Сульфидный (сероводородный) барьер (концентрируется Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Ni, Hg).

Глеевый барьер (концентрируется Cu, Mo, U, Ag, Cr, V, As).

Сорбционный барьер (концентрируется Cs, Sr, Pb, Cu, Zn, Co, Mg).

Испарительный барьер (концентрируется Ca, Na, K, Mg, F, S, Sr, Cl, Rb, Zn, Li, U, Mo).

Термодинамический барьер (концентрируется Zn, Pb, Ca).

Месторождения полезных ископаемых представляют собой природные геохимические барьеры, на которых формируются концентрации элементов. Разработка месторождений приводит к разрушению этих барьеров. Из огромного количества вещества, изымаемого из природной среды, в конечный продукт превращается не более чем на 2%. Согласно данным Кадастра отходов горно-металлургического производства Мурманской области и данным предприятий, по состоянию на 01.01.2008 года в Мурманской области накоплено более 6,9 млрд. тонн отходов горно-добывающей промышленности [1].

Горная масса, находящаяся в стационарных условиях природного месторождения, при попадании в условия земной поверхности начинает окисляться, восстанавливаться, выщелачиваться и т. д. В результате происходит растворение минералов горных пород отвального массива, миграция металлоносных вод за его пределы и, как следствие, значительное загрязнение поверхностных вод.

Создание геохимических барьеров обеспечит безопасность для человека и природной среды, путем резкого снижения миграции загрязняющих веществ за счет перевода в малоподвижные формы.

В качестве материалов для геохимических барьеров могут использоваться:

отходы горнопромышленного комплекса (вскрышные породы, хвосты обогащения), содержащие химически активные минералы;

искусственные смеси химически активных или модифицированных различным образом минералов;

продукты глубокой химико-металлургической переработки руд и концентратов.

Геохимические барьеры могут применяться:

Устройства антифильтрационных экранов;

Фильтрации растворов через барьер;

Добавления вещества барьеров в раствор (в природные водоемы, хвостохранилища, отстойники и т.д.);

Геохимические барьеры могут использоваться:

Гидроизоляции хвосто- и шламохранилищ, накопителей, отстойников и т.д.;

Создание непроницаемого для загрязненного потока барьера из полимерного геля, формирующегося непосредственно в поровом пространстве породы можно осуществить путем закачки жидкого полимера, который затем превращается в гель. Для практического использования в широком масштабе для защитной завесы перспективно применение алюмосиликатных гелей, для получения которых можно использовать продукты кислотного разложения бесполовошпатовых нефелиновых пород группы ийолита – уррита. Коэффициент фильтрации песков зоны аэрации и безнапорного водоносного горизонта в результате использования алюмосиликатных гелей может быть понижен ~ в 200 раз [3].

Очистки сточных и природных вод от тяжелых металлов, нефтепродуктов и т.д.;

Высокие сорбционные свойства по отношению к ионам тяжелых металлов у минерала класса гидроксидов – брусита $Mg(OH)_2$ [4]. При сопоставимых условиях применения сорбционная емкость брусита в десятки и сотни раз превосходит этот показатель для известных природных сорбентов: цеолитов, бентонитовых глин, шунгита, торфа и т. п. В динамическом режиме брусит обеспечивает очистку до норм ПДК водных растворов со сложным поликомпонентным составом.

Наиболее широкое применение для геохимических барьеров нашли карбонаты. Обеззараживание воды может эффективно осуществляться с помощью карбонатсодержащих трепелов. Карбонатные трепела с содержанием 20-30 % кальцита и выше являются высокоэффективными сорбентами ионов тяжелых и цветных металлов, радионуклидов Sr, Cs [5].

Мы моделировали добавление минералов (кальцита и доломита) в водную фазу хвостохранилищ и в природные водоемы. Готовили сульфатный раствор с концентрацией: Cu^{2+} – 1, Ni^{2+} – 2.8, Fe^{2+} – 3.4 г/л, величина рН составляла 3.6. При использовании в качестве барьера кальцита (фракция -0.1 мм) с увеличением его расхода полнота осаждения всех металлов растет. При добавлении 20 г/л минерала осаждается почти 100 % меди, 80 % никеля и 90 % железа. При использовании доломита (фракции -0.1 мм): медь осаждается на 30 %, никель на 15 %, железо на стадии перемешивания на 50 %.

Доизвлечение ценных компонентов из природного и техногенного сырья;

В качестве материала геохимического барьера можно использовать искусственные смеси серпентина (Печенгского рудного поля) и карбонатита (вскрышная порода Ковдорского месторождения комплексных руд, состоящая, главным образом, из кальцита и доломита). В динамических условиях при фильтрации через слой минералов сульфатных растворов никеля и меди показали возможность получения богатых концентратов никеля и меди (более 10 %) [6]. При моделировании возможности добавления минералов в природные водоемы, использовали воду озера Нюдъявр, находящегося в зоне влияния комбината «Североникель», ОАО «Кольская ГМК». Вода содержала, мкг/л: никеля – 389, меди – 53.7, железа – 264, уровень рН – 6.8. При соотношениях смеси минералов : раствор 10-20 г/л остаточные концентрации металлов в растворе не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Перспективным материалом для создания геохимических барьеров являются также термоактивированные хвосты обогащения медно-никелевых руд Печенгского рудного поля [7], на 60 % состоящие из серпентинов.

Для геохимических барьеров также допускается использование продуктов химико-металлургической переработки руд и концентратов. Аморфный кремнезем может рассматриваться как крупнотоннажный побочный продукт кислотной переработки многих руд и концентратов (например, нефелинового) [6].

Применение в составе барьера активного кремнезема обеспечивает образование осадка преимущественно основных гидросиликатов цветных металлов, например, никеля и кобальта.

Карбонатит в составе барьера играет роль регулятора среды, нейтрализуя образующуюся при синтезе гидросиликатов серную кислоту и обеспечивая устойчивую щелочную реакцию растворов. Использование данного барьера можно получать концентраты, содержащие более 25 % никеля и меди. Эффективен данный барьер и в технологиях очистки природных и сточных вод [8].

Следующий пример геохимического барьера – смесь брусита и кальцита, полученных при сернокислотной переработке хвостов обогащения вермикулитовых руд [9].

В качестве модельного раствора использовали сульфатный раствор, содержащий 0.25 г/л меди, 0.5 г/л железа и 0.5 г/л никеля. Концентрация меди в растворе снижается почти в два раза при соотношении барьер – раствор 1 г/л, при соотношении 5 г/л – медь осаждается на 95.9%. Железо осаждается на 90-99% при соотношении барьер – раствор 7 г/л. Остаточная концентрация никеля даже при максимальном исследованном соотношении барьер – раствор (10 г/л) снизилась лишь на 60-65%.

Термоактивация продукта при 500 °С приводит к существенному увеличению величины извлечения меди, железа и никеля. При соотношении барьер – раствор 3 г/л медь осаждается практически полностью (96.4 %), концентрация железа снизилась более чем в два раза. При соотношении барьер – раствор 7 г/л за 5 минут извлечение меди составило 99.1 %, железа – 70 %, никеля – 35 %. В течение часа из раствора были извлечены на 99.9 % ионы меди и железа (для обоих металлов), концентрацию никеля удалось снизить на 80 %. При соотношении 10 г/л раствор был полностью очищен от ионов исследуемых металлов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке способов селективной и полной очистки сточных вод от ионов меди, железа и никеля.

Рассмотрены различные неизменные минералы и породы, а также искусственные смеси химически активных минералов и пород, продукты химико-металлургической переработки руд и концентратов в качестве материалов геохимических барьеров.

Представляется перспективным применение геохимических барьеров для очистки сточных и природных вод и доизвлечения цветных металлов. Развитие данного направления позволит целенаправленно формировать концентраты цветных металлов с одновременным снижением нагрузки на окружающую среду. Необходим поиск оптимальных технологических решений, обеспечивающих интенсификацию и полноту процессов осаждения металлов.

Литература

1. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2010 году. – Мурманск: ООО «Рекламное агентство XXI век», 2011. - 152 с.
2. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. - 582 с.
3. Каймин Е.П., Захарова Е.В., Константинова Л.И., Зубков А.А., Данилов В.В. Использование кремневой кислоты для создания противofильтрационной завесы в песчаном горизонте // Геоэкология. 2007. № 2. С.137-142.
4. Бочкарев Г.Р., Пушкарева Г.И., Ростовцев В.И. Интенсификация процессов рудоподготовки и сорбционного извлечения металлов из техногенного сырья // ФТПРПИ. 2007. №3. С.129-139.
5. Мильвит Н.В., Шашкова И.Л., Ратько А.И., Вечер В.А. Сорбционные свойства карбонатсодержащих трепелов // ЖПХ. 2007. Т.80. №11. С.1819-1825.
6. Chanturiya V., Masloboev V., Makarov D., Mazukhina S., Nesterov D., Men'shikov Yu. Artificial geochemical barriers for additional recovery of non-ferrous metals and reduction of ecological hazard from the mining industry waste // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2011. V.46. N13. P.1579-1587.

7. Макаров Д.В., Мазухина С.И., Нестерова А.А., Нестеров Д.П., Меньшиков Ю.П., Зоренко И.В., Маслобоев В.А. Взаимодействие минералов искусственных геохимических барьеров с сульфатными растворами тяжелых металлов // Минералогия техногенеза–2009. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С.96-103.
8. Патент РФ №2259956. Способ очистки воды от ионов тяжелых металлов / Макаров В. Н., Макаров Д. В., Луговская А. С., Калинин В. Т. 2005. Б.И. №25.
9. Мазухина С.И., Светлов А.В., Корнева Е.А., Макаров Д.В., Физико-химическое моделирование взаимодействий в системе брусит, кальцит – раствор CuSO_4 , NiSO_4 , FeSO_4 , Геология и геоэкология: исследования молодых. Материалы XXII конференции молодых учёных, посвящённой памяти члена-корреспондента профессора К.О. Кратца. 8-10 ноября 2011 г. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2011. – 191 с.

ФИНАНСОВАЯ ОЦЕНКА ВСЕХ ЭТАПОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ (СБОР, НАКОПЛЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА, РАЗМЕЩЕНИЕ) ДЛЯ Г.О. АПАТИТЫ С ПОДВЕДОМСТВЕННОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ, Г.О. КИРОВСК С ПОДВЕДОМСТВЕННОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ (МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Вишневская О.А. (г.Мурманск, МГТУ)

Маслобоев В.А. (г.Апатиты, АФ МГТУ, ИППЭС КНЦ РАН)

В данной работе для г.о.Апатиты с подведомственной территорией, г.о.Кировск с подведомственной территорией Мурманской области определены величины инвестиционных затрат для реализации выбранного оптимального решения всех этапов обращения с отходами (сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортировка, размещение). Все вопросы обращения с отходами сбор, транспортировка и обезвреживание (захоронение) рассмотрены для Апатитско-Кировского района комплексно.

Финансовая оценка выполнена на основании "Методики расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов" утвержденная. Приказом Минрегионразвития РФ № 117 от 31.07.2008 года. Методика используется в целях подготовки решений о предоставлении бюджетных ассигнований для реализации инвестиционных проектов.

Вопросы финансовой оценки и окупаемости процесса захоронения в данной работе не рассматривались, ввиду того, что заложенная в экономической части норма рентабельности 7,5 % для всех полигонов не окупает капитальных вложений в течение менее 20 лет.

Цель финансовой оценки (работы): определение величины инвестиционных затрат для реализации выбранного оптимального решения всех этапов обращения с отходами (сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортировка, размещение) для Апатитско-Кировского района Мурманской области; расчет показателей эффективности регионального проекта.

Работа предназначена для выработки конкретных решений по финансированию проекта оптимизации системы обращения с отходами для Апатитско-Кировского района в Мурманской области.

Основными исходными данными для проведения финансовой оценки являлись результаты работы «вариантная проработка и анализ альтернативных технических (технологических) решений, экологической оценки всех этапов обращения с отходами (сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортировка, размещение) для Апатитско-Кировского района Мурманской области» (ранее опубликованы тезисы работы в 2011г.).

К основным результатам выполненного исследования относятся: данный инвестиционный проект соответствует критериям финансовой эффективности, т.к. значение показателя чистой приведенной стоимости регионального инвестиционного проекта, рассчитанного с учетом использования государственной поддержки, положительно и внутренняя норма доходности, рассчитанная с учетом использования государственной поддержки, превышает средневзвешенную стоимость капитала регионального инвестиционного проекта.

Инвестиционный проект признается соответствующим критерию экономической эффективности, т.к. подтвержденное значение интегрального индикатора экономической эффективности Э превышает 0,012%, а также данный региональный инвестиционный проект признается

соответствующим критерию бюджетной эффективности, так как подтвержденное значение индекса бюджетной эффективности PI превышает 1.

Кроме всего прочего проект обладает довольно высокими финансовыми показателями.

В ходе анализа проекта был выполнен анализ чувствительности показателей эффективности проекта при изменении внутренней и внешней среды предприятия.

Анализ безубыточности показал, что при снижении объема ТБО и вторсырья на 38% чистая прибыль нарастающим итогом равна 0, точка безубыточности 62% объема ТБО.

Анализ чувствительности показал, что проект устойчив к уровню тарифов и достаточно устойчив к уровню объемов ТБО и вторсырья (при уменьшения тарифа на 15% срок окупаемости не выходит за пределы 10 лет).

Для расчета значения минимального уровня финансирования проекта из средств бюджета субъекта Российской Федерации Мурманской области рассчитано максимальное и минимальное значение для данной позиции.

План финансирования областного (15%) и местного бюджета (1%) не превышает показатель значения минимального уровня финансирования проекта из средств бюджета.

Условия финансирования: проектом предусмотрено привлечение заемных средств инвестором; потребность в финансировании, вид финансирования – кредит; период выборки средств 2011 -2012гг.; срок привлекаемого финансирования – 5 лет, процентная ставка – 10%; график выплаты процентов – 1 раз в месяц.

Показатели эффективности проекта:

PВ (период окупаемости) — 4,85 лет

NPV (чистая приведенная стоимость) — 753 018 тыс.руб.

DPBR (дисконтируемый период окупаемости) — 5,75 лет

IRR проекта (внутренняя норма рентабельности) — 28,7%

Ставка дисконтирования — 10%

WACC (средневзвешенная доходность капитала) — 10%

Средняя оценка стоимости — 1 680 534 тыс. руб.

Э (экономическая эффективность проекта) — 2,87%

PI (бюджетная эффективность) — 2,5

Проектом предполагается:

- создание и проведение модернизации специализированных автотранспортных предприятий на территории Апатитско-Кировского района Мурманской области, с учетом разработанной комплексной системы сбора отходов потребления у населения, предприятий, организаций;
- организация селективного сбора отходов потребления (2 контейнера).
- организация проектирования и строительства мусоросортировочного комплекса, обеспечивающего глубокую сортировку с дальнейшей переработкой отходов потребления.

Сфера обращения отходов в Мурманской области требует незамедлительного вмешательства и улучшения. Поскольку она уже давно содержит в себе экологическую и эпидемиологическую опасность, имеющую отрицательное влияние на компоненты окружающей среды города и его прилегающие территории.

Продуктом указанного проекта является оказание услуг юридическим и физическим лицам по сбору, транспортировке, сортировке и захоронению отходов потребления, образующихся на территории Апатитско-Кировского района Мурманской области, а также вторичное сырье, которое получают в результате сортировки ТБО.

Специфика технологии переработки и утилизации ТБО, оптимальная производительность мусороперерабатывающего комплекса и сроки его строительства, обуславливают ту особенность бизнеса, что на территории с данным населением экономически оправдано развертывание только одного предприятия. Таким образом, абсолютный приоритет имеет компания с доминирующей долей рынка.

Весомым конкурентным преимуществом являются соглашения о сотрудничестве с городской администрацией.

Финансовая оценка данного технологического решения показала, что проект интересен как для инвестора, так и для бюджетов всех уровней при условии корректной тарифной политики соответствующей расчетам в финансовой модели.

В совокупности для Апатитско-Кировского района Мурманской области проект соответствует критериям финансовой, экономической и бюджетной эффективности. В целом проект обладает хорошими финансовыми показателями.

Литература

«Incineration and human health. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health.», Michelle Allsopp, Pat Costner and Paul Johnston, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK, 2000.

Методика расчёта показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов» /Утв. Минрегионразвития Приказ № 117 от 31.07.2008 года.

Методика расчета тарифа на сбор твердых бытовых отходов (ТБО)» /ПГТУ, каф охраны окружающей среды, Пермь, 2002 г.

Методика расчета тарифов на вывоз отходов из домовладений города утверждена Академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, Приказом ДЖКХ г. Москвы № 233 от 18.10.99 г

Методика расчета тарифов на приемку твердых бытовых отходов из жилого фонда» Утв. АКХ им. К.Д. Памфилова

Методика расчета социальной, экономической и бюджетной эффективности инвестиционных проектов (Утв. Приказом главного управления экономики Пермской области № 16-03 от «01» октября 2004 г.)

Методика расчёта показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов, /Утв. Минрегионразвития Приказ № 117 от 31.07.2008 года/

Методические рекомендации по формированию тарифов на услуги по уничтожению, утилизации и захоронению твердых бытовых отходов, Институт экономики ЖКХ, М.,2003/

Методические рекомендации по финансовому обоснованию тарифов на вывоз твердых бытовых отходов, Центр нормирования и информационных систем в жилищно-коммунальном хозяйстве

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА НА СЕЛИТЕБНЫЕ ТЕРРИТОРИИ Г. МУРМАНСКА

Дроздова Е.И.1, Смирнов Ю.Ю.2 (1 - г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, ст. преподаватель, 2 – г. Мурманск, Управление Роспотребнадзора по Мурманской области)

In this reports the authors estimated the impact of the noise of motor transport on residential territories of Murmansk city. The comparative characteristic of residential territories of Murmansk city on level of acoustic pollution from highways during day and night time is given here.

1. Введение

Одной из глобальных проблем современности является обеспечение экологической безопасности населения, и, особенно, в промышленно развитых регионах и городах. Десятки миллионов человек в России ежедневно подвергаются сверхнормативным негативным воздействиям, в том числе и воздействиям повышенного шума. Наибольшее шумовое загрязнение селитебных территорий происходит из-за транспортного шума.

Особо остро стоит вопрос сверхнормативного шумового воздействия, обусловленного транспортом, уровень которого определяется целым рядом факторов: интенсивностью транспортных потоков, видовым составом, скоростью движения транспортных средств, состоянием дорожного покрытия, техническим состоянием транспортных средств [5].

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» с применением шумомеров, анализаторов спектра ОКТАВА-101А и SVAN-945.

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 примагистральной территории.

В период 2006-2011гг. формировалась общая картина акустической обстановки г. Мурманска. В 2010-2011г.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 2011г. составило 2565 (Таблица 1). Всего за указанный период (2006-2011гг.) было выполнено 4467 измерений. Превышения нормативных значений фиксировались в 85,8 – 99% случаев для эквивалентного, в 54,5% – 82,1% случаев для максимального уровней шума.

Таблица 1

Контрольные точки измерений уровней шума в рамках социально-гигиенического мониторинга г. Мурманска (+ - наличие измерения)

№№ точек	Адрес	2008	2009	2010	2011
	Пр. Ленина, 78	+	+	+	+
	Пр. Ленина, 74	+	+	+	+
	Пр. Ленина, 90				+
	Пр. Героев-Североморцев, 50	+	+	+	+
	Ул. Шмидта, 33а	+	+	+	+
	Ул. Челюскинцев, 34а				+
	Пр. Героев-Североморцев, 61, 65				+
	Ул. Лобова, 30	+	+	+	+
	Ул. Свердлова, 24			+	+
	Пр. Кольский, 93	+	+	+	+
	Пр. Кольский, 80	+	+	+	+
	Пр. Кольский, 133	+	+	+	+
	Ул. Полярные Зори, 33/1			+	+
	Ул. Павлова, 6/3				+
	Пр. Кирова, 24				+
	Ул. Баумана, 5				+
	Ул. Копытова, 21				+
	Ул. Скальная, 18				+
	Ул. Старостина, 31				+
Количество выходов / исследований		92 / 276	92 / 276	450 / 1350	855 / 2565

Авторами разработана и проходит тестирование в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» база данных «Мониторинг ШУМА», выполненная в MS Access 2007 для мониторинга шума в г. Мурманске. С применением вышеуказанной базы данных стало

возможно проведение систематизации и анализа результатов измерений уровней шума в графическом виде различных выборок: по годам, адресам, времени измерения и т.д.

2. Материалы и методы исследования

Проведение и оценка уровней шумового загрязнения города Мурманска в 2010-2011гг. 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». Для осуществления измерений уровней шума использовались шумомеры, анализаторы спектра ОКТАВА-101А и SVAN 945.

3. Результаты и обсуждение

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что на селитебной (примагистральной) территории по ул. Шмидта в 2011г. наблюдается: повышение уровней шума в точках измерений от автомагистрали; снижение разницы между уровнями шума в дневное и ночное время в одних и тех же мониторинговых точках: в третьем и четвертом кварталах 2011г. значения уровня шума в дневное и ночное время различаются незначительно (3-4дБА), тогда как эта разница в конце 2010г. и II квартале 2011г. составляла порядка 11 дБА, что свидетельствует о повышении интенсивности движения автотранспорта в ночное время, на данном участке транспортной магистрали (Рис.1)

Динамика измерений уровней шума по пр. Кольский показала следующее: возрастание уровней шума в точках измерений от автомагистрали к концу 2011г.; на селитебной территории, прилегающей к пр. Кольский, с 2010г. по 2011г. наблюдается снижение разницы между значениями уровня звука в дневное и ночное время от 8дБА до 2-4дБА, что свидетельствует о повышении уровней шума в ночное время (Рис.2).

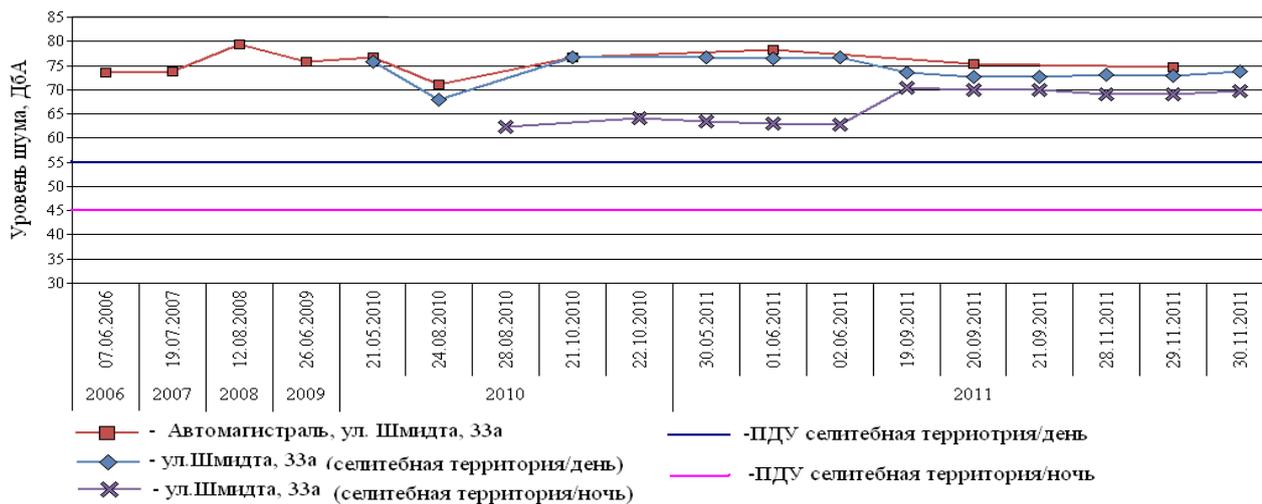


Рис.1 Мониторинг уровней шума ($L_{Aэв}$) ул.Шмидта

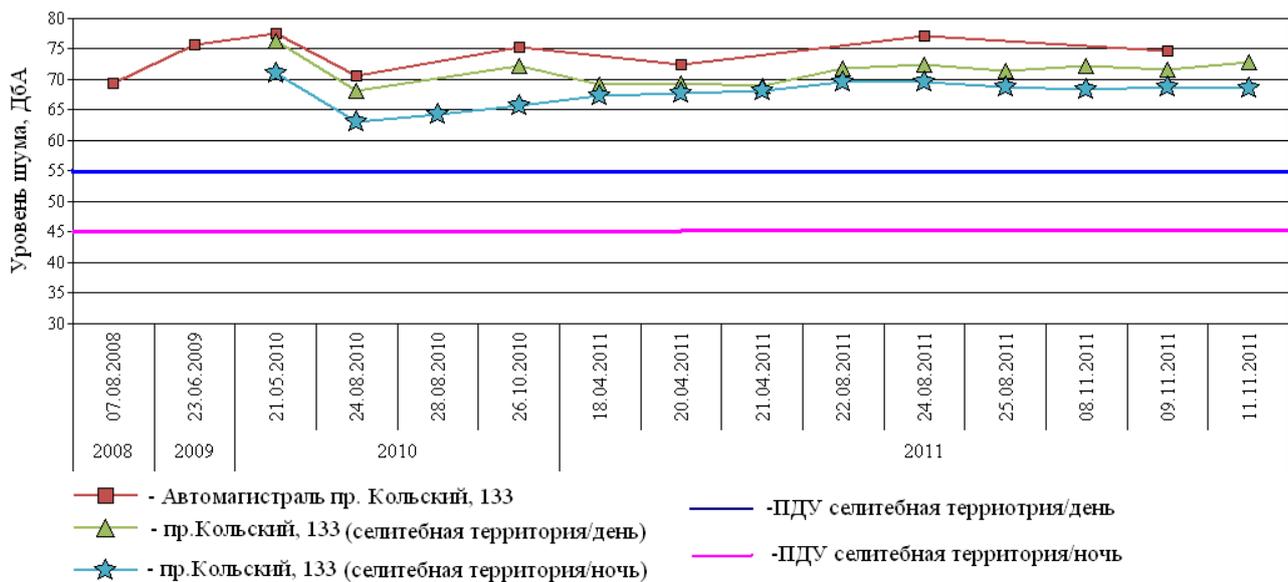


Рис.2. Мониторинг уровней шума ($L_{AэКВ}$) по пр.Кольский

На жилой территории, прилегающей к пр. Ленина, со II квартала 2011г. наблюдается снижение между значениями уровня звука в дневное и ночное время в одних и тех же мониторинговых точках, наряду с общим увеличением уровней шума в точках, расположенных на автомагистралях, и на примыкающих территориях в IV квартале 2011г. (Рис.3)

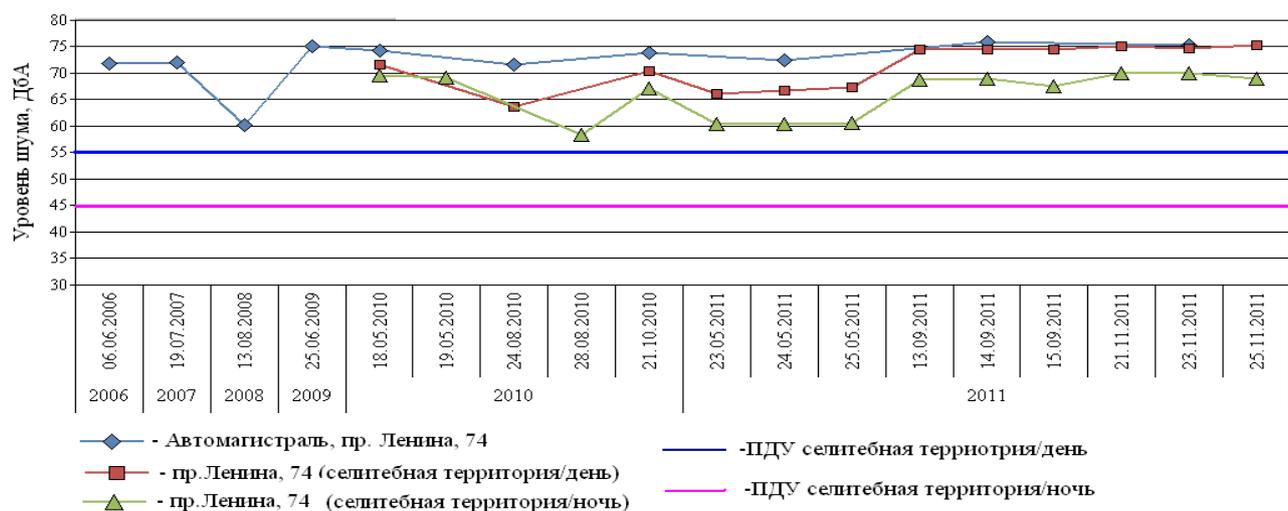


Рис.3. Мониторинг уровней шума ($L_{AэКВ}$) по пр.Ленина

Анализ мониторинга уровней шума на жилой территории, прилегающей к ул. Полярные Зори, свидетельствует о значительном повышении уровней шума в ночное время в III квартале 2011г. (они практически совпадают с дневными значениями) наряду с общим увеличением уровней шума в точках, расположенных на автомагистралях.

Динамика измерений уровней шума по ул. Свердлова показала, что наряду с общим увеличением уровней шума в точках, расположенных на автомагистралях, наблюдается повышение уровней шума в ночное время в третьем квартале 2011г. по сравнению с 2010годом и II кварталом 2011г.

4. Заключение

В целом, анализ полученных данных мониторинга уровней шума на селитебных территориях, прилегающих к транспортным магистралям г. Мурманска, позволил сделать следующие выводы:

- 1) уровни автомобильного шума зависят от интенсивности и состава транспортного потока, а также от скорости движения транспорта;
- 2) наибольшие уровни шума наблюдаются на селитебных территориях, прилегающих к транспортным магистралям по пр. Кольский, ул. Шмидта и пр. Ленина, расположенных в Первомайском и Октябрьском районах соответственно;
- 3) ежегодно возрастает уровень шума на транспортных магистралях и селитебных территориях, прилегающих к ним;
- 4) наблюдается устойчивое превышение ПДУ уровней шума на селитебных территориях в дневное (на 8-20дБА) и ночное время (на 18-28дБА);
- 5) в целом наблюдается повышение уровней звука на селитебных территориях в ночное время.

Таким образом, об актуальности проблемы снижения шума свидетельствуют приведенные выше данные мониторинга транспортного шума. Полученные результаты исследований подтверждают необходимость совершенствования транспортной инфраструктуры города Мурманска: формирования системы магистралей скоростного и непрерывного движения, совершенствования планировочной структуры существующей сети (реконструкция Восточной объездной дороги вокруг города, которая позволит снизить интенсивность транспортных потоков за счет ограничения движения грузового и транзитного автотранспорта в центральной части города), повышения транспортно-эксплуатационных качеств улично-дорожной сети за счет внедрения новых технологий строительства (использования при строительстве и ремонте дорог шумопоглощающих технологий и марок дорожного покрытия), своевременного ремонта улично-дорожной сети города (исключение наиболее шумных режимов движения транспорта «старт-стоп»).

Литература

1. Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Мурманской области «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области в 2010 году».
2. Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Мурманской области «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области в 2011 году».
3. ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий». – М.: Стандартинформ, 2009.
4. Иванов Н.И., Буторина М.В., Минина Н.Н. Проблема защиты населения от повышенного шума // Сборник докладов III Всероссийской научно-практ. конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шумового загрязнения». – Санкт-Петербург, 2011.
5. Гигиенические проблемы оптимизации окружающей среды и охраны здоровья населения: Научные труды ФНГЦ им. Эрисмана. Вып. 17. Самара, 2006. – 80с.

РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Евтюгина З. А. (МГТУ, Апатитский филиал, кафедра геоэкологии, Кольский филиал геофизической службы РАН г. Апатиты)

Some features of water migration from the atmosphere to soil and streams are revealed. Al-Fe-humus podzolic soil protects groundwater from entering the copper and nickel coming from atmospheric deposition. Destroyed soil loses its buffering function with respect to acid precipitation. The concentration of nickel in infiltration water of such soil hundreds of times greater than the background value while concentration of copper tens of times higher that in the background.

Выявление особенностей водной миграции тяжелых металлов при их инфильтрации в почвенном слое и поступлении в водоток позволяют предварительно оценить защищенность подземных вод от проникновения загрязненных атмосферных осадков.

В Кольском регионе комбинат «Североникель» (КС) Кольской горно-металлургической компании (ГМК) является крупнейшим в Северной Европе источником выбросов серы, меди, никеля (<http://www.kolagmk.ru/rus/ecology/>).

В период максимальных техногенных нагрузок в 7 км к юго-западу от источника пылегазовых выбросов в техногенном еловом редколесье проводили сопряженное опробование различных категорий природных вод: атмосферных, лизиметрических и ручьевых. Лизиметры были установлены в Al-Fe-гумусовой подзолистой почве и в пустоши техногенной - мертвой почве, на которой напочвенный покров разрушился (погиб). Почвенные воды отбирались на уровне переходной зоны иллювиального горизонта и почвообразующей породы. Выявлено (табл. 1, 2, 3), что кислые атмосферные осадки (рН 4.10 - 4.72), $\text{SO}_4\text{-Ca-Na}$ (доля сульфат-иона от суммы анионов превышает 70 %-экв), просочившись в подзолистую почву становятся слабокислыми (рН 5.08 - 5.95), $\text{SO}_4\text{-Ca}$ (доля SO_4 - более 80 %-экв). Почва задерживает медь и никель, поступающие с атмосферными осадками: содержание Cu - 4; Ni - 16 мкг/л, что соответственно составляет <1% и 6% от концентраций в атмосферных водах. Однако из профиля пустоши техногенной при рН лизиметрических вод от 3.66 до 4.84 никель вымывался: концентрация более чем в 300 раз превысила содержание в атмосферных осадках. Для меди подобное соотношение составляет 19%, то есть даже мертвая почва продолжает задерживать медь. Для почвенных вод техногенного елового редколесья, в целом, выявлена прямая (с вероятностью более 95%) зависимость между концентрациями иона H^+ , вычисленными из рН, и Ni ($r = 0.857$, $n = 12$). Отсутствие растительности, по-видимому, обуславливает относительное превышение содержания нитрат-иона в почвенных водах пустоши, по сравнению со всеми исследуемыми категориями вод.

Воды микроручья (ширина – 30-40 см) по величине рН (6.23 – 6.91) близки к нейтральным водам, $\text{SO}_4\text{-Ca}$. Соотношения катионов в ручье ($\text{Ca}_{64}\text{Na}_{19}\text{Mg}_{13}\text{K}_{2}\text{NH}_4$) и в лизиметрических водах подзолистой почвы ($\text{Ca}_{61}\text{Na}_{17}\text{Mg}_{14}\text{K}_{7}\text{NH}_4$) почти совпадают. Иными словами, ручей представляет собой сток, в основном, почвенных вод. Возможно, это связано с особенностями распределения влаги в подзолистых почвах. Как правило, почвенные горизонты имеют различную водопроницаемость: горизонт вымывания (иллювиальный) менее проницаем - иногда служит относительным водоупором, задерживающим влагу [2]. При наличии уклона, эта вода может стекать, фильтруясь через вышележащие почвенные горизонты. Кроме того, почвообразующими породами Al-Fe-гумусовых подзолистых почв в техногенном ело-

вом редколесье являются слабоводопроницаемые ледниковые отложения (мелкозернистые пески, супеси, суглинки с гравием, галькой и валунами). Это является дополнительным фактором того, что воды ручья сформированы почвенными водами.

Таблица 1

Статистические параметры компонентов химического состава (мг/л) дождевых вод на мониторинговых площадках в зоне интенсивного воздействия выбросов комбината «Североникель».

Параметр	pH	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cu	Ni	Co
----------	----	-------------------------------	-----------------	------------------------------	------------------------------	------------------	------------------	-----------------	----------------	----	----	----

Атмосферные осадки, площадка 7 км, ЮЗ (1987-1990 гг.)*

Мин.	4.10	4.20	0.70	0.006	<0.01	0.08	0.03	0.15	0.01	311	132	10
Макс.	4.72	8.10	2.30	0.780	2.50	0.88	0.22	0.51	0.33	1604	713	80
Медиана	4.44	5.87	1.40	0.321	0.20	0.39	0.11	0.32	0.07	540	262	34

Площадка 11 км ССВ (2001-2007 гг.):**

Мин.	4.10	0.82	<0.35	<0.1	<0.05	0.00	0.06	0.10	0.00	<0.5	2	<1
Макс.	5.73	5.17	1.44	0.50	1.08	1.00	0.73	0.74	0.42	38	81	13
Медиана	4.85	3.33	0.44	0.16	0.41	0.32	0.30	0.41	0.19	90	23	1

* Здесь и далее – расстояние, направление от промплощадки к. «Североникель».

** Данные из работы [3].

Таблица 2

Статистические параметры компонентов химического состава (мг/л) природных вод при сопряженном опробовании в техногенном еловом редколесье (7 км, ЮЗ) и участке поисков подземных вод «ЦКЗ».

Параметр	Сорг.	pH	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Si
----------	-------	----	-------------------------------	-----------------	-------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------	------------------	-----------------	----------------	----

Лизиметрические воды подзолистой почвы , 7 км, ЮЗ (n = 7; 1987-1990 гг.))

Мин.	0.69	5.08	15.20	1.42	<0.01	0.07	0.01	3.82	1.11	1.08	0.17	1.18
Макс.	7.49	5.95	26.50	4.20	0.50	0.60	1.38	5.72	1.66	2.11	2.24	3.01
Средн.	3.16	5.33	18.84	2.61	0.15	0.24	0.30	4.88	1.36	1.65	0.98	2.14
Мед.	3.37	5.25	18.40	2.48	0.01	0.24	0.09	4.97	1.27	1.59	1.07	2.24

Лизиметрические воды пустоши техногенной, 7 км, ЮЗ (n = 6)

Мин.	1.87	3.66	13.76	2.10		0.24	0.03	2.86	0.63	0.86	0.43	2.16
Макс.	4.32	4.84	32.40	3.78	--	4.25	1.86	7.65	1.88	4.39	4.48	3.77
Средн.	3.08	4.55	19.38	2.74	-	2.30	0.69	5.04	1.10	1.71	1.89	2.74
Мед.	2.86	4.68	18.95	2.64	-	2.83	0.31	4.93	1.07	1.23	1.58	2.71

Водоток, 7 км, ЮЗ (n = 16)

Мин.	0.01	6.23	9.10	1.05	2.77	0.08	0.01	2.38	0.60	1.30	0.16	2.18
Макс.	5.99	6.91	19.50	3.85	12.20	3.39	1.56	7.37	1.46	3.41	0.60	4.82
Средн.	1.76	6.64	15.15	2.12	5.37	0.58	0.22	4.87	1.05	1.89	0.28	3.23
Мед.	1.87	6.65	15.10	2.13	4.60	0.33	0.14	5.09	1.09	1.77	0.23	3.05

Ручей, участок «ЦКЗ», ССЗ (n=18; июль 1999, 2007)

Мин.	1.19*	6.10	0.41	0.35	2.75	<0.1	0.05	1.00	0.12	0.18	0.15	3.34*
Макс.	4.08	7.50	5.76	2.84	18.91	0.85	0.36	4.80	1.27	1.60	0.68	6.10
Средн.	2.29	6.59	2.18	0.81	8.36	0.24	0.06	2.25	0.59	0.97	0.29	4.71
Мед.	2.02	6.54	2.06	0.61	8.69	0.10	0.05	2.25	0.61	0.99	0.26	4.37

*Окисляемость, мгО/л; ** H₄SiO₄

Таблица 3

Статистические параметры концентраций (мкг/л) ТМ
в природных водах зоны локального воздействия выбросов
к. «Североникель».

Параметр	Cu	Ni	Co	Mn	Fe	Zn
----------	----	----	----	----	----	----

Лизиметрические воды подзолистой почвы (n = 7)

Минимум	1.5	5	3	21	2	43
Максимум	12	124	40	99	51	269
Среднее	4.3	42.7	14	53.6	25.8	95
Медиана	4	16	10	51	26	62

Лизиметрические воды пустоши техногенной

N*	8	8	7	7	5	8
Минимум	34.7	708	<0	17	11	265
Максимум	394	1186	216	293	79	812
Среднее	141	871	72	132	37.8	480
Медиана	103	846	36	142	38	416

Водоток, 7 км, ЮЗ (n = 16)

N	17	17	14	14	13	16
Минимум	5	32	<0	<0	5	2
Максимум	37	86	8	7	189	49
Среднее	14	55	3	2.8	53	36
Медиана	12	54	2.6	2.5	25	11

Ручей, участок «ЦКЗ» (июль 1999, 2007)

N	10	16	10	10	18	9
Минимум	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	<50	0.3
Максимум	8.5	8.0	1.0	4.6	250	14
Среднее	2.5	3.9	0.4	2.2	63	4.1
Медиана	2.1	3.7	0.3	2.2	<50	4.1

*Количество проб

**Рис. 1

Несмотря на то, что в последние годы комбинат существенно снизил количество выбросов сернистого газа и тяжелых металлов (ТМ), соотношение макрокомпонентов в атмосферных водах не изменилось. По-прежнему, доминирует сульфат-ион, среди катионов – Са или Na (табл. 1).

Почвенный покров района поисковых работ ЦКЭ (примерно в 13-ти км на ССЗ от промплощадки комбината) отличается от почв техногенного елового редколесья отсутствием техногенных пустошей. В долине ручья на участке поисков подземных вод ЦКЭ преобладают елово-берёзовые ассоциации. Ручей дренирует гораздо большую территорию (водосбор – 28 кв. км), чем водоток вблизи техногенного редколесья, поэтому концентрации катионов меньше, хотя соотношение катионов - %-экв – Са58Na22Mg14K4NH₄2 - весьма близко соотношению катионов в почвенных водах редколесья периода наибольших выбросов (Са61Na17Mg14K7NH₄1). В этот же период все изучаемые воды (атмосферные, почвенные, поверхностные) были сульфатными. После снижения техногенного давления и улучшения состояния лесных экосистем на участке поисковых работ в составе анионов доминирует

гидрокарбонат-ион: HCO_3^- 71 SO_4^{2-} 20 Cl^- 8. Тяжелые металлы, поступающие в составе атмосферных выпадений на территорию водосбора (табл. 1), закрепляются в почве. Почвенные воды, питающие ручьи, помимо прямого поступления ТМ с дождями, формируют воды, в составе которых в 50% случаев (медиана) концентрации Cu – 2.1 и Ni – 3.7 мкг/л (табл. 3). Эти содержания превышают фоновые концентрации меди и никеля в подземных водах (0 – 2 мкг/л), но меньше значений, которые являются признаками возможного медно-никелевого оруденения (4-6 мкг/л) [4].

Выявлены особенности водной миграции тяжелых металлов в системе: атмосфера – почва – водоток. Al-Fe-гумусовые подзолистые почвы защищают подземные воды от проникновения меди и никеля, поступающих с атмосферными осадками. Разрушенная почва утрачивает буферные функции по отношению к кислым атмосферным осадкам. В инфильтрационных водах такой почвы концентрация никеля в сотни раз превышает фоновые значения, а меди – в десятки раз.

Благодарю гидрогеологов ОАО «Центрально-Кольская экспедиция» (г. Мончегорск)

Зализко И.С. и Елизарьеву З.И. за предоставленные данные по химическому составу поверхностных вод на территории поисковых работ.

Литература

1. Евтюгина З.А. Роль еловых биогеоценозов Кольского полуострова в формировании кислотности и состава природных вод в условиях промышленного воздушного загрязнения. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – СПб, 1997. – 25 с.
2. Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение. М. – «Высшая школа», 1972, – 480 с.
3. Кашулина Г.М., Салтан Н.В. Химический состав растений в экстремальных условиях локальной зоны комбината «Североникель». – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2008г. – 239 с.
4. Питьева К. Е., Смирнова А. Я. К вопросу миграции меди, никеля и других микроэлементов в подземных водах Кольского полуострова. – В кн.: Вопросы формирования химического состава подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1963, с .154-163.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОРЕАЛЬНЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА BUCCINIDAE В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ АКВАТОРИЯХ

Захаров Д. В. (г. Мурманск, ПИНРО)

Аннотация. Работа посвящена бореальным видам семейства Buccinidae. Рассматривается пространственное распределение моллюсков и его связь с факторами среды.

Abstract. This article about boreal species of Buccinidae family. The quantitative distribution and their dependence from environmental factors were investigated.

Определяющее значение на характер распределения тепловодных организмов в Баренцевом море оказывают воды Северо-Атлантического течения. Изменение их теплосодержания напрямую сказывается на местоположении границы между Арктической и Бореальной биогеографическими областями, что неоднократно являлось предметом изучения в работах прошлого века (Дерюгин, 1924; Шорыгин, 1928; Гурьянова, 1951; Филатова, 1957; Несис, 1960; Голиков, 1980). В настоящей работе проанализировано современное распределение бореальных видов семейства Buccinidae под влиянием атлантических вод и проведено сравнение полученных результатов с данными других авторов.

Материалом для работы послужили сборы букцинид из уловов учетных донных тралений, выполненных в ходе ежегодных Российско-Норвежских экосистемных съемок Баренцева моря в 2005-2011 гг. В качестве орудия лова использовался учетный донный трал «Campelen-1800» (Walsh, McCallum, 1997). Информация о температуре и солености водных масс получена в экспедициях из станционной информации и частично из литературных источников. Биогеографическая характеристика видов дана по А.Н. Голикову (1980; 1994). Объединение станций в группы по видовому составу проводилось при помощи кластерного анализа методом средневзвешенного с использованием индекса Симпсона (Simpson, 1943).

По результатам съемки отмечено 9 бореальных видов, восемь из которых имеют атлантический тип распространения (*Neptunea despecta*, *Buccinum finmarchianum*, *B. cyaneum*, *B. undatum*, *Colus glaber*, *Turrisipho fenestratus*, *T. moebii*, *Beringius turtoni*) и один вид амфибореальный (*B. ciliatum ciliatum*).

Юго-западная часть Баренцевоморского шельфа находится под сильным влиянием Норвежской ветви Северо-Атлантического течения (рис. 1) и характеризуется высокими значениями температуры вод 6-10° С (Survey report..., 2009). Бореальные виды расселяются здесь в довольно узком диапазоне глубин от 200 до 400 м. В данном районе массово встречаются *N. despecta* и *B. finmarchianum*, также единично присутствовали *B. cyaneum*, *T. fenestratus*, *T. moebii*, *B. turtoni*. При продвижении на север глубина залегания атлантических вод увеличивается, а количество видов букцинид уменьшается и, например в Медвежинском желобе на глубинах более 500 м, где проявляется влияние холодных арктических вод Медвежинского течения, массово встречался только вид *N. despecta*, а *T. moebii* единично.

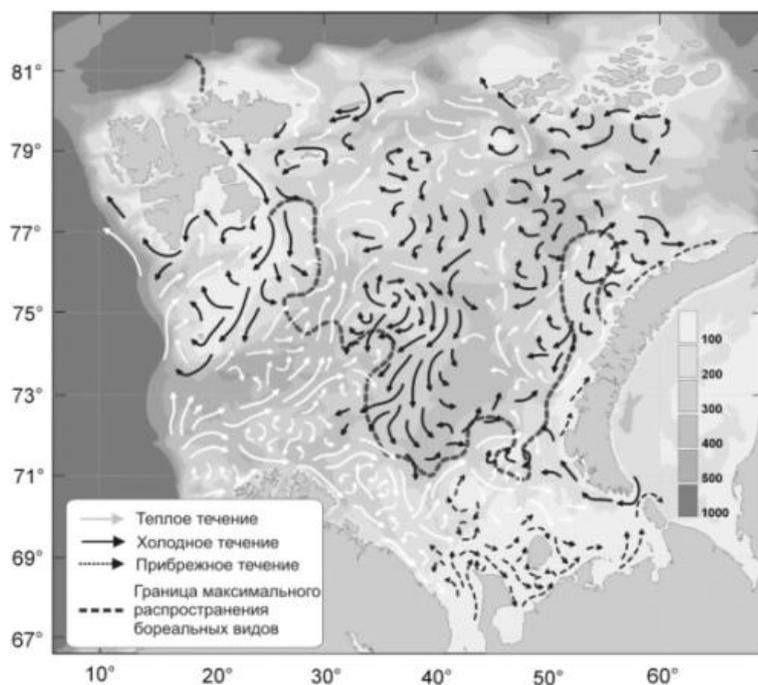


Рис. 1. Преобладающие придонные течения Баренцева моря (Танцюра, 1973) и граница максимального распределения бореальных видов семейства Vuccinidae по данным 2005-2011 гг.

Особое место в западной части Баренцева моря занимает район Медвежинско-Надеждинского мелководья массово заселенный бореальными видами *V. finmarchianum*, *V. undatum*, *V. ciliatum ciliatum* и *C. glaber*, что связано с наличием в данном районе вод с низкой соленостью и температурой 1-3° С. Они образованы в результате летнего прогрева смеси талых и арктических водных масс, и в литературе называются водами Шпицбергенской банки (Loeng, 1991). Южный и восточный склоны возвышенности подпадают под влияние холодных арктических вод, которые ограничивают расселение букцинид.

На северо-западе от архипелага Шпицберген в диапазоне глубин 100-600 м на краю континентального шельфа встречаются только *N. despecta* и *V. finmarchianum*. Их наличие указывает на присутствие теплых вод Западно-Шпицбергенской ветви атлантического течения. Эти воды характеризуются более низкой температурой 3-5° С и океанической соленостью 35,0-35,5 ‰. На больших глубинах они подстилаются глубинными водами Гренландского бассейна с отрицательной температурой, а мелководные районы Шпицбергена заняты арктическими водами с температурой минус 1,8-1,0° С и пониженной соленостью 32,0-34,8 ‰.

С севера атлантические воды входят в Баренцево море через желоба Франц-Виктории и Св. Анны уже трансформированными с температурой до 3° С и соленостью 34,8-34,9 ‰ (Матишов и др., 1998). По данным Денисенко Н.В. (1990) на севере от Земли Франца-Иосифа обитают бореальные виды мшанок, но нами не было встречено ни одного бореального вида семейства Vuccinidae. По-видимому, характеристики трансформированных атлантических вод в данном районе является не подходящими для существования в этом районе постоянных поселений моллюсков, не обладающих планктонной личинкой.

При продвижении на восток влияние Нордкапской ветви ослабевает, и в глубоководных районах, куда не проникают теплые воды, наблюдается сильное выхолаживание. Например, в Центральном и Новоземельском желобе, где преобладают баренцевоморские холодные воды, и бореальные виды не встречаются. Районы естественных поднятий, такие как Новоземельское мелководье и Гусиное плато, служат препятствием на пути атлантических вод. Струи

теплых течений, огибая их на глубине 100-200 м, создают в данном диапазоне оптимальные условия для обитания бореальных видов, в то время как на банках наблюдаются низкие температуры вследствие интенсивного охлаждения в зимний период. В районе Новоземельского мелководья теплолюбивые виды встречаются единично и, преимущественно, на склонах, подпадающих под влияние вод теплого Приновоземельского течения. В районе Печорского моря граница распространения бореальных видов проходит не глубже 100 м изобаты, что связано с наличием в данных районах теплых, но распресненных вод прибрежных вод. В данных районах обнаружены *N. despecta*, *B. undatum*, *B. ciliatum ciliatum*.

Проведенный кластерный анализ показал на уровне сходства более 60 % наличие 4 кластеров (рис. 2).

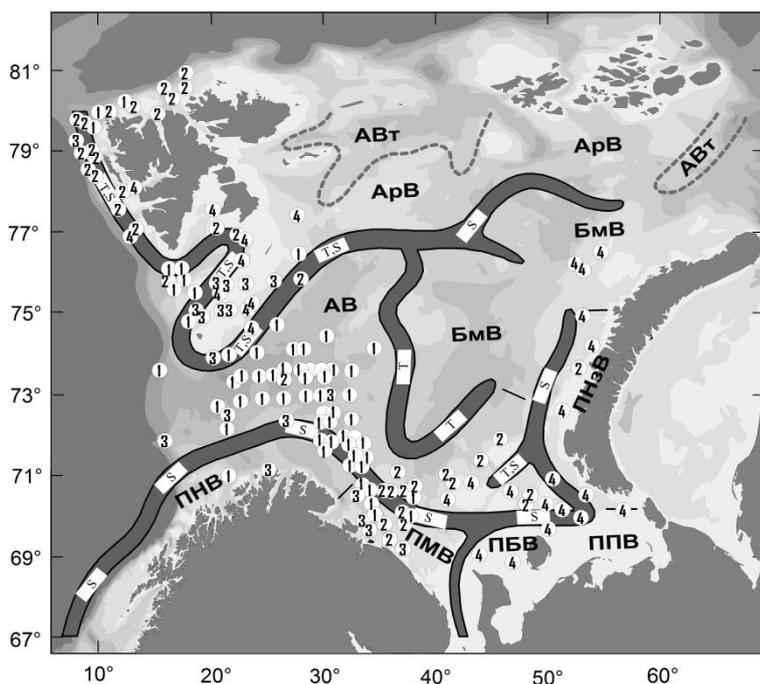


Рис. 2. Водные массы (Ожигин, Ившин, 1999) и распределение группировок бореальных видов по данным экосистемных съемок 2005-2011 гг.

Первая группа станций, занимающая наибольшую площадь, представлена видом *N. despecta* и расположена в юго-западной части исследованного района. Вторая является своего рода переходной зоной между первой и третьей – в ней наблюдается почти равное соотношение станций с видами *N. despecta* и *B. finmarchianum*, данный комплекс станций распространен в районе Кольского п-ва, архипелага Шпицберген и на склонах Медвежинско-Надеждинской возвышенности. Третья группа представлена *B. finmarchianum*, расположена на Медвежинско-Надеждинском мелководье и в прибрежных районах восточного Мурмана. Станции из четвертого комплекса представлены видами *B. undatum*, *B. ciliatum ciliatum* и встречены преимущественно на мелководьях архипелага Новая земля и в Печорском море (рис. 2). Станции с единично встреченными видами *B. cyaneum*, *C. glaber*, *T. moebii*, *T. fenestratus* и *B. turtoni*, включены в выше перечисленные группы в качестве сопутствующих видов или образовали отдельно стоящие станции.

При сравнении полученных результатов с данными начала и середины прошлого века (Голиков, 1980) было обнаружено, что область распределения бореальных видов в Баренцевом море в настоящее время расширилась - за счет находок теплолюбивых видов на севере от архи-

пелага Шпицберген, на Медвежинско-Надеждинской возвышенности и в районе архипелага Новая Земля. Расширение ареала букцинид связано с потеплением, начавшимся в 1989 г. и продолжающимся по настоящее время (Карсаков, 2009).

Таким образом, наибольшее видовое разнообразие бореальных видов наблюдается в западной части исследованного района. В целом, по Баренцевоморскому шельфу наибольшее распространение получили виды - *N. despecta*, *B. finmarchianum*, *B. undatum*, *B. ciliatum ciliatum*. В западной части исследованного района бореальные виды обитают на глубинах до 600 м в зоне максимального влияния теплых вод. На востоке букциниды не заходят глубже 200 м, что связано с сезонным прогревом мелководных участков и ограниченным влиянием теплых течений. Ареал бореальных видов букцинид в Баренцевом море по сравнению с данными прошлого века расширился, что связано с наблюдаемым в настоящее время потеплением Арктики.

Автор выражает искреннюю благодарность к.б.н. Любину П.А. за общее руководство и ценные советы при написании данной работы.

Литература

1. Голиков, А. Н. Моллюски Вусциниае Мирового океана / А. Н. Голиков // Фауна СССР Т. 5, вып. 2. - Л.: Наука 1980. - 508 с.
2. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод: Определители по фауне СССР №41.- Л.: Наука, 1951.- 1033 с.
3. Денисенко Н.В. Распространение и экология мшанок Баренцева моря.- Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990.- 156 с.
4. Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.) // Тр.Северной научно-промысловой экспедиции, вып 19.- М.: 1924. 103 с.
5. Карсаков А.Л. Океанографические исследования на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море за период 1900-2008 гг.- Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009.- 139 с.
6. Матишов Г.Г, Волков В.А, Денисов В.В. О структуре циркуляции теплых атлантических вод в северной части Баренцева моря // Докл. РАН.- Т. 362, № 4.- М.: Наука, 1998.- С. 553-556.
7. Несис К.Н. Изменения донной фауны Баренцева моря под влиянием колебаний гидрологического режима (на разрезе по Кольскому меридиану) // Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера.- М.: Пищепроиздат, 1960.- С. 129-138.
8. Танцюра А.И. О сезонных изменениях течений Баренцева моря//Тр. ПИНРО.-Вып. 34.- Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1973.- С. 108-112.
9. Филатова З.А. Зоогеографическое районирование северных морей по распространению двустворчатых моллюсков.- Тр. ИОАН СССР, Т. 23.- М.: Изд-во АН СССР, 1957.- С. 195-215.
10. Шорыгин А.А. Иглокожие Баренцева моря // Тр. Морск. научн.-иссл. ин-та Т. 3, № 4.- М.: МНИ, 1928.- 128 с.
11. Golikov A. N. Shell-bearing gastropods of the Arctic / A. N. Golikov.- Moscow: Colus, 1994.- 108 p.
12. Loeng H. Features of the physical oceanography of the Barents Sea // Polar Research.- Vol. 10 (1).- 1991.- P. 5-18.
13. Simpson, G. G. Mammals and the nature of continents / G. G. Simpson // Amer. J. Sci. 1943. Vol. 241, N 1. P. 1 – 31.
14. Survey report from the joint Norwegian-Russian ecosystem survey in the Barents Sea August-October 2009 (adopted vol.).IMR/PINRO Joint Report Series, No. 2/2010. ISSN 1502-8828.- 2009.-118 p.

15. Walsh S. J., McCallum B. R. Performance of the Campelen 1800 Shrimp Trawl During the 1995 Northwest Atlantic Fisheries Centre Autumn Groundfish Survey.- NAFO Sci. Coun. Studies.- 1997.- 29: P. 105-116.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСЫПНОГО ГРУНТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

Калашник Н. А. (г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра РАН)

Integrated experimental and computer investigations of a water-retaining rock dam have been carried out. Experimental investigations included georadar sounding and seismic tomography of the dam's body. As a result there have been determined mechanical characteristics of soils, location of depression curve and water supply channels. Computer modeling in the elastoplastic problem has permitted to reveal regularities of the dam's deformation and displacement depending on composing soils properties and external water loading level. The data obtained give a scientific and technical basis to predict the most vulnerable areas (zones) of a rock hydrotechnical construction, namely, the dam.

Основные гидротехнические сооружения на горных предприятиях представляют собой систему хвостохранилищ и ограждающих их дамб и являются потенциально опасными объектами [1, 2]. Опыт эксплуатации таких объектов имеет многочисленные примеры возникновения чрезвычайных ситуаций и аварий, наиболее известные из которых: Качканарский ГОК (РФ), рудник Эль-Кобра (Чили), Карамкенский ГМК (РФ) углеобогатительная фабрика в Буффало-Крик (Западная Виргиния, США), шахта «Преставель» (Италия), хвостохранилище в Колонтаре (Венгрия), ОАО «Аммофос» (РФ) и др [3]. Основной причиной аварий стало локальное или полное разрушение ограждающих дамб, представляющих собой насыпные (или намывные) грунтовые сооружения, вследствие формирования в теле дамб водопроводящих каналов и размыва. Поэтому изучение состояния дамб комплексами экспериментальных и аналитических методов необходимо проводить, начиная со стадии строительства дамбы, во время ее первоначального нагружения и в процессе эксплуатации гидротехнической системы «хвостохранилище-дамбы», в целях оперативного выявления неблагоприятных деформационных и фильтрационных процессов и своевременного принятия мероприятий по обеспечению устойчивости ограждающих дамб. Эти проблемы являются актуальными для ряда предприятий Кольского региона: в частности, СЗФК на месторождении Олений ручей строится хвостохранилище в пойме ручья Олений ручей; на АНОФ-2 ОАО Апатит более чем на одну треть в высоту наращивается хвостохранилище и т.п.

В этой связи Горным институтом КНЦ РАН проведены постановочные комплексные экспериментальные и компьютерные исследования, выбрав в качестве прототипа объекта исследований насыпную грунтовую дамбу. Экспериментальные исследования включали в себя георадарные зондирования и сейсмотомографию тела дамбы, в результате чего были определены механические характеристики грунтов, местоположение кривой депрессии и водопроводящих каналов, и была построена геомеханическая модель дамбы (рис.1).

Модель исследована в упругопластической постановке методами компьютерного моделирования, в результате чего установлены закономерности деформирования и смещения тела сооружения (рис.2), а также формирование кривой депрессии в теле в зависимости от свойств слагающих его грунтов и уровня внешней водной нагрузки. Из рис.1, 2 следует, что процессы деформирования захватывают не только тело самой дамбы, но и подстилающее основание на глубину, примерно равную высоте дамбы (для исследуемого случая). Причем на начальной стадии нагружения в центральной части дамбы происходит уплотнение (усадка), но в последующем происходит ее «выпучивание» примерно на величину усадки (рис. 2а). Гори-

горизонтальные перемещения аппроксимируются зависимостью $y=0,15x^2+0,17x+17$ и возрастают с увеличением нагрузки (уровня воды) до относительных значений $5 \cdot 10^{-2}$ (рис. 2б).

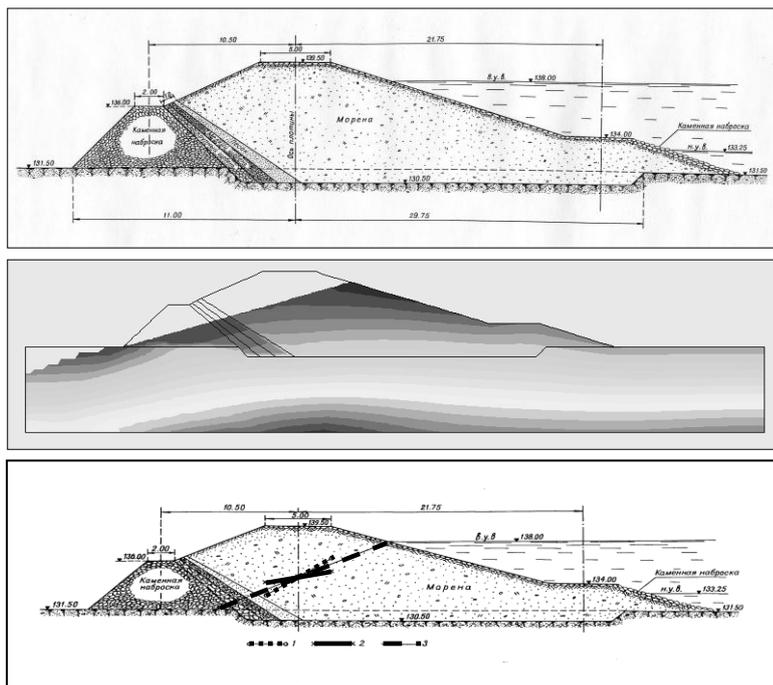


Рис. 1. Компьютерное моделирование водоподпорной насыпной грунтовой дамбы

Горизонтальные перемещения нагружаемого склона дамбы аналогичны перемещениям гребня с достижением максимальных величин примерно $4 \cdot 10^{-2}$ (рис. 2г). Вертикальные перемещения при промежуточном нагружении также имеют аналогичный характер, но при максимальном нагружении, когда уровень воды повышается и достигает уровня гребня дамбы, графики вертикальных перемещений свидетельствуют об образовании в приповерхностной части зоны разуплотнения (мощностью до 0,2 высоты плотины) и далее зоны уплотнения (мощностью до 0,5 высоты плотины) (рис.2в).

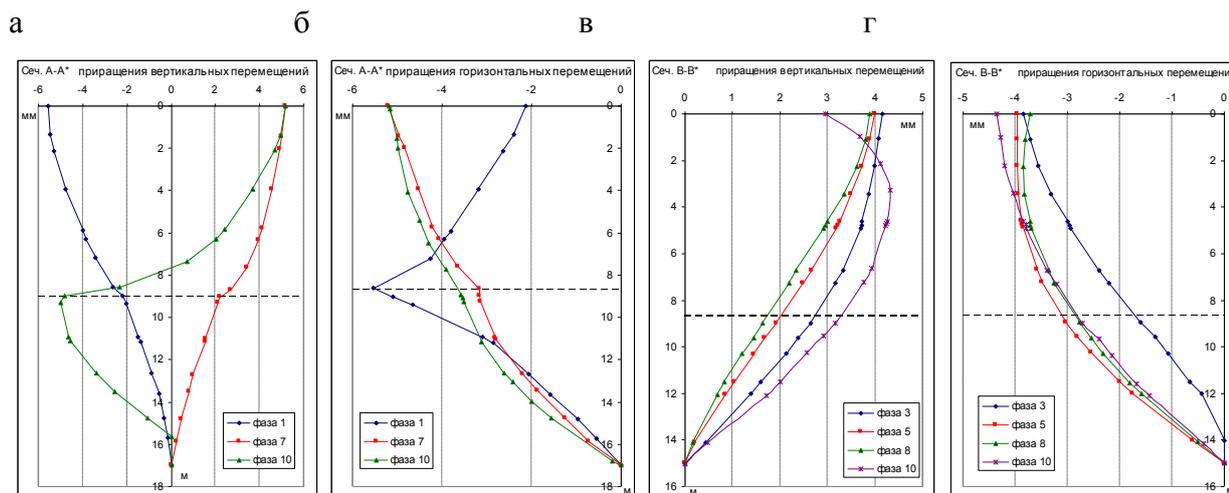


Рис. 2. Приращение вертикальных и горизонтальных перемещений в наиболее опасных зонах водограждающей грунтовой дамбы

По данным Госгортехнадзора РФ, в стране находится в эксплуатации около 300 хвостохранилищ, при этом более 180 из них – в аварийном состоянии, что подтверждается высокой частотой их отказов. В этой связи полученные данные представляют собой дополнительную научную основу для прогнозирования наиболее уязвимых мест (зон) насыпного грунтового гидротехнического сооружения – дамбы. В практическом приложении результаты работы использованы для обоснования мероприятий по снижению рисков локальных разрушений дамб на начальном этапе заполнения хвостохранилища «Олений ручей» СЗФК.

Литература

1. Калашник Н.А. Моделирование гидротехнических сооружений при ведении горных работ / сб. тр. IV Уральского горнопромышленного форума. Горное дело: Технологии. Оборудование. Спецтехника. Екатеринбург: Изд.АМБ, 2011, с.197.
2. Калашник А.И., Терещенко С.В. Исследование закономерностей воздействия на флюиодинамические природно-технические системы / Новые технологии в науке о Земле и горном деле. Нальчик: Изд-во Каб.-Балк. Госуниверситета, 2011, с. 24-27.
3. Проблемы защиты окружающей среды [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.secandsafe.ru, свободный.

THYMUS MORPHOLOGY AT EARLY ONTOGENETIC STAGES OF ATLANTIC COD, *GADUS MORHUA* L.

Kozyrenko E.A., Salmova N.A., Zhuravleva N.G. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

The thymus is located in the opercular cavity, which is positioned at the superior edge of the gill cover on the supracleithrum bone of the pectoral girdle. The thymus, kidney and spleen are regarded as being the major immune – organs in fishes, albeit with slightly variant roles between species.

According to modern data, antigenic reactivity of Vertebrates is mostly provided by thymus and plasmatic cells' functions. Nevertheless, despite great success in fish thymus investigations made at the last decades, information on it is rather sparse. A full histological picture of thymus gland structure and an analysis of its morphological features, interactions of tissue elements, presence or absence of Hassall's corpuscles as well as changes of its structure due to biotic and abiotic environmental factors are insufficient.

Morphogenetic changes in thymus at early stages of ontogenesis of Atlantic cod were investigated in the given work. A complex study of a structure and functions of thymus allows to understand mechanisms which provide an organism with an ability to resist to different harmful ecological factors, especially biotic, as well as gives a picture of a mechanism of evolutionary changes of the immunological reactivity.

Thymus (thymus gland – glandula thymus) – a special organ, which, due to its structure and functions, is a part of endocrine and lymphoid systems.

An analysis of structure and functions changes of thymus in different fish species, especially commercial species, is of great interest because of their commercial production. One of the factors that causes larvae and juveniles of Atlantic salmon death is influence of pathogenic and saprophytic microflora. Aquaculture plants have a vast number of chemical substances which have a harmful influence to the microorganisms that occupy embryonic shells and tissues. To the contrary, there are messages on a negative influence of these substances to the fish embryo and larvae.

At the same time there is a lot of information that interactions of fish and microorganisms are determined by thymus activity.

In our research thymus of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. was the main object of study. Prelarvae at the age of 4-5 days post hatch, larvae and juveniles at the age of 1 and 3 month were investigated.

Atlantic cod juveniles were taken from fish farms in Norway, Scotland, Island, Lofoten and Shetland islands, Russia (East Murman). 10%-formaldehyde was used as a fixative.

The carried out research showed that during Atlantic cod ontogenesis morphological changes of thymus take place. Thymus protrudes from the embryonic shells to the gills cavity as small twin protruberances (Fig.) in cod prelarvae at the first days after hatch. Often one of the sides of the thymus is more developed. Thymus of the prelarvae is not covered by epithelium. Thymus does not have cortical and medullar layers. Epithelial layer, which isolates thymus and oesophagus, has large cells, resembling goblet cells. This layer is a continuation of oesophagus epithelium.

Thymus of 14-days cod larvae is comprised of twin protruberances that protrude into gill cavity. Cortical layer is bigger and consists of sincitically connected cells and big numbers of lymphocytes.

Medullar layer is still at the early stage of development at this time. 2-weeks post hatch larva has a thymus 36-45 μm long and 10-12 μm breadth. Due to different diseases at this period the size of thymus can decrease up to 7-10,5 μm . Then the lymphocytes have an obscure border.

At the age of 22-28 days post hatch thymus of cod larvae is still non-developed. There is a germ of cortical and medullar layers. There are no blood vessels. The base membrane has a "window". Cortical layer of the thymus of the larvae has lymphoid elements as well as large cells (Fig. 1).

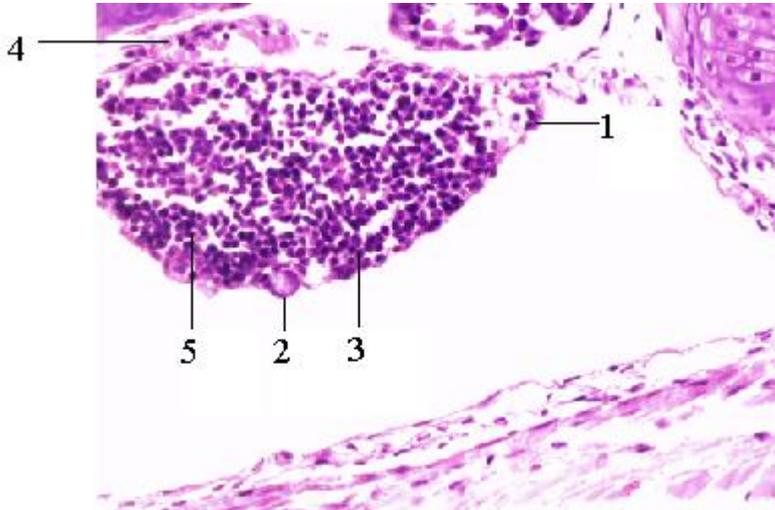


Fig. 1. A part of a saggital section of Atlantic cod larva 28 days post-hatch. Harris'haematoxylin, eosin. Magnification: 20x40. 1 – epithelial layer, 2 – mucous cell, 3 – lymphocytes, 4 – myocyte, 5 – thymus

Thymus of cod larvae with a length of 6 mm is line of one cell layer pharyngeal epithelium. Electronic microscopic studies showed big euchromosomes, nuclei with stable nucleoli, compact cytoplasm which has big cytoplasmatic protruberances, numerous ribosomes, vesicular crysts, which are temporary filaments. Small number of neutrophilic granulocytes are situated at the parenchyma.

In the thymus of juveniles of cod at the age of 1,5-3 month after hatch there are 3 layers that are not well distinguished – peripheral, germs of cortical and medullar (Fig. 2).

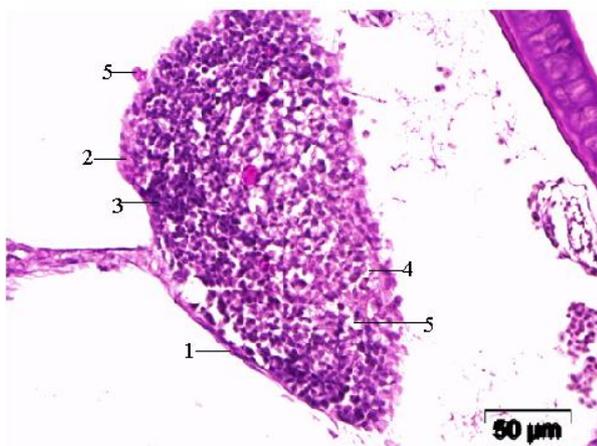


Fig. 2. A part of a saggital section of Atlantic cod larva 42 days post-hatch. Harris'haematoxylin, eosin. Magnification: 20x40. 1 – thymus, 2 – gills cavity. 3 – thymus germ

1 – epithelium, 2 – mucous cell, 3 – cortical layer, 4 – medulla, 5 – PAS-positive granules, 6 – thymus

Thereby, thymus is considered to be a key organ of the immune system of vertebrates. This is a unique organ which development can be retraced during the evolution, starting from the ancient fish species in the form of proliferation of the pharyngeal epithelium of the gastrointestinal tract. Thymus is a special organ for T-cells production. Immunological reactions development is done due to thymus activity.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ НОРМЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК РЫБ

Ларина Т. М., Журавлёва Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

При вылуплении предличинки морских рыб, в том числе и предличинки атлантической трески, морфологически сформированы слабо, поэтому в течение личиночного периода они претерпевают важные функциональные и морфологические изменения. Некоторые параметры внешней среды могут отрицательно влиять на развитие и качество личинок. В природных условиях молодь, с какими – либо отклонениями редко выживает. В условиях бассейнового или садкового выращивания личинки с различными морфологическими аномалиями могут выживать, но при этом темпы линейного и массового приростов их снижены, по качественным характеристикам такая молодь не может быть использована в дальнейшем для товарного выращивания.

Часто деформации личинок являются результатом отклонений в развитии скелета. Эти нарушения вызывают как снижение темпа роста молоди, так и их высокую смертность. Наиболее распространенными скелетными отклонениями от нормы при выращивании личинок трески являются кифоз, сколиоз, деформации жаберной крышки и скелета головы.

Основными экологическими параметрами, которые вызывают деформации личинок, являются, например, несоответствующая гидродинамика, освещенность или соленость, высокая или низкая температура (Johnson, Katavic, 1984). Болезни, особенно бактериального происхождения, также могут привести к различным уродствам (Madsen, Dalsgaard, 1999).

Кроме того, нельзя забывать о том, что существует тесная взаимосвязь между качеством корма и возникающими впоследствии аномалиями развития. Недавнее изучение применяемых диет, которые состоят из микрочастиц (Sahu et al., 2003 a,b) позволяет сделать вывод о влиянии питательных веществ на морфогенез личинок. Теперь становится ясно, что недостаток белков, липидов и витаминов влияет на развитие молоди и морфогенез личинок.

При достижении молодью трески массы примерно 5 г визуально уже можно выявить искривление позвоночника в области перехода головы в спину. Для того чтобы понять причины возникновения подобных деформаций необходимо изучение нормального развития, поскольку начальные отклонения от нормы могут начаться в течение органогенеза и ранних этапов онтогенеза. В период эмбрионального развития и ранних личиночных стадий развития нотохорд (от греч. нотон – спина, хорде – струна) является зачатком скелета молоди трески.

Краниальная часть нотохорда прилегает непосредственно к мозгу и вместе с паракордальными хрящами формирует поверхность нейрокраниума. Туловищная и каудальная часть нотохорда впоследствии инкорпорируется в позвоночник. Нотохорд состоит из ядер эпителиоидных клеток, окруженных неклоточной фиброзной оболочкой. Нотохорд состоит из внешнего слоя хордобластов и внутреннего слоя хордоцитов с вакуолью, наполненной жидкостью. Гидроскелетные свойства нотохорда зависят от тургора, который обеспечивается расширением вакуолей. Сила, необходимая для осевого сжатия нотохорда, намного превышает силу, необходимую для боковых движений при плавании личинки (Koehl et al., 2000).

Позвоночник костистых рыб дифференцируется после развития большинства других органов. Первоначально в нотохорде выявляются кольцевые минерализованные зоны с развитыми сегментами в пределах оболочки нотохорда, из которых формируются позвонки (Goodrich, 1930; Arratia et al., 2001; Notohord segmentation..., 2003). Остеобласты склеротома уплотняются вокруг нотохорда, они используются как основа для дальнейшего роста позвоночника (Notohord segmentation..., 2003). Имеющие амфицельную форму позвонки, вместе с другими структурами склеротома, формируют полный позвоночник (The salmon vertebral..., 2005). Особи, которые развиваются нормально, имеют прямой постчерепной нотохорд. Краниальная часть нотохорда имеет вентральный наклон и заканчивается непосредственно у гипофиза. Вместе с паракордальными хрящами, эта часть нотохорда формирует нейрокраниум.

На 21 сутки после вылупления в позвоночном столбе формируется основа для нервных дуг. Минерализация позвоночника начинается на 28 сутки после вылупления в краниальной части позвоночного столба. При этом минерализация протекает в последовательном направлении от головы к хвосту (The salmon vertebral..., 2005). В течение этого периода у большинства особей может возникнуть искривление нотохорда в области позади черепа в районе надплавательным пузырем. При этом нотохорд принимает неправильный контур, характеризующийся наличием продольного углубления, по вентральной поверхности оболочки (Arratia et al., 2001; Notohord segmentation..., 2003). Полностью позвоночник молоди трески формируется на 52 сутки после вылупления (Goodrich, 1930; Arratia et al., 2001; Notohord segmentation..., 2003).

Искривление нотохорда в области надплавательным пузырем, сопряжено с неправильным формированием нервных дуг, которые становятся сжатыми в спинно-брюшном направлении, принимая S – образную форму. Сильно изогнутые нервные дуги апикально не соединяются, что не позволяет позвоночнику развиваться нормально (The salmon vertebral..., 2005). Сильное искривление нотохорда совпадает с началом формирования позвонков, при этом 10 первых позвонков, особенно первые 4, впоследствии имеют неправильное развитие (The salmon vertebral..., 2005).

У деформированной рыбы развивается искривление и в черепной части позвоночного столба, а в серьезных случаях искривление наблюдается также в переходной области между брюшным и хвостовым отделом.

Патогенез деформаций нейрокраниума и краниальной (черепной) области позвоночника инициирует деформацию нотохорда, ведя к последующему уродству позвонков и нервных дуг в области надплавательным пузырем. По мнению Г. Тотланда (Totland et al., 2004) критический период развития деформаций нотохорда занимает период с 18 до 36 суток после вылупления, в течение которого формируются хорда и нервные дуги.

Таким образом, морфологические аномалии в развитии встречаются у большинства личинок рыб при их выращивании. Причины возникновения этих отклонений весьма разнообразны, и все они приводят к снижению темпов роста, увеличивая вероятность гибели личинок.

Литература

1. Johnson D.W., Katavic I. Mortality, growth, and swim bladder stress syndrome of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae under varied environmental conditions // Aquaculture. – 1984. – № 38. – P. 67–78.
2. Madsen L., Dalsgaard I. Vertebral column deformities in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Aquaculture. – 1999. – V. 171. – P. 41–48.

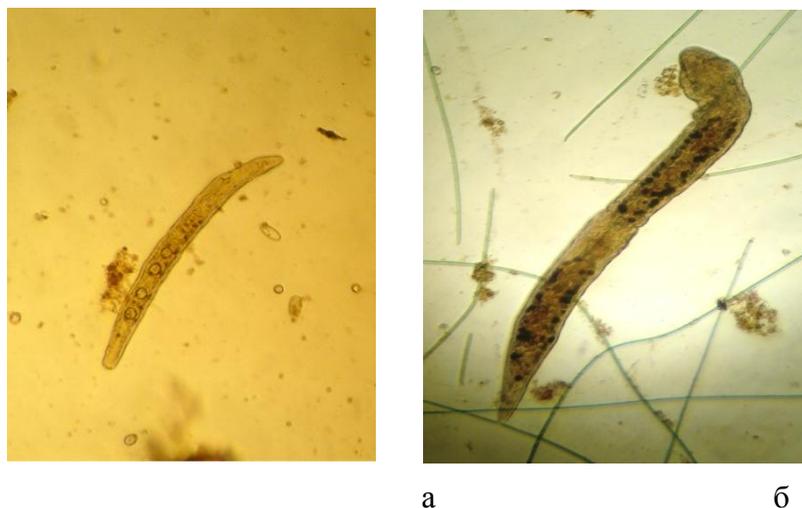
3. Cahu C. L., Zambonino – Infante J. L., Barbosa V. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (*Dieentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet // *British journal of nutrition*. – 2003a. – № 90. – P. 21–28.
4. Cahu C. Zambonino–Infante J., Takeuchi T. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae // *Aquaculture*. – 2003b. – № 227. – P. 245–258.
5. Koehl M., Quillin K. J., Pell C. A. Mechanical design of fiber-wound hydraulic skeletons: the stiffening and straightening of embryonic notochords // *Am zool*. – 2000. – № 40. – P. 28–41.
6. Goodrich E. S. *Studies on the structure and development of vertebrates* – Macmillan, London : – 1930. – 65 p.
7. Arratia G., Schultze H. P., Casciotta J. Vertebral column and associated elements in dipnoans and comparison with other fishes: development of homology / G. Arratia, // *J morphol*. – 2001. – № 250. – P. 101–172.
8. Notochord segmentation may lay the pathway for the development of the vertebral bodies of the Atlantic salmon *Salmo salar* / Grotmol S., Kryvi H., Nordvik K., Totland G. K. // *Anat embryol*. – 2003. – № 207. – P. 263–272.
9. The salmon vertebral body develops through mineralisation of two preformed tissues that are encompassed by two layers of bone / K. Nordvik, H. Kryvi, G. K. Totland, S. Grotmol // *Journal of fish diseases*. – 2005. – № 206. – P. 103–114.
10. Totland G., Kryvi H., Grotmol S. Torskeyngel med "nakkeknekk" utgjør et av hovedproblemene i intensivt oppdrett i dag // *Havbruksrapport*. – 2004. – V. 2, № 3. – P. 57–63.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСНИЧНЫХ ЧЕРВЕЙ СЕМЕЙСТВА STENOSTOMIDAE ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Минченко Е. Е. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

The results of biotesting of oil-products using worms *Stenostomidae* are represented in the study. The water solution of diesel fuel in concentration $C_{df}=0,05$ ml/l isn't toxic for worms. The water solution of diesel fuel in concentration $C_{df}=0,5$ ml/l is chronically toxic at the late stages of the experiment. The water solution of diesel fuel in concentration $C_{df}=5,0$ ml/l is extremely toxic for worms. The water solution of machine oil in concentration $C_{mo}=0,05$ ml/l is chronically toxic for worms. The water solution of machine oil in concentration $C_{mo}=0,5$ ml/l and $5,0$ ml/l are extremely toxic for worms.

На кафедре биоэкологии в течение 3-х лет ведутся опыты по выращиванию организмов-гетеротрофов в сенном настое [2, 3]. В нескольких сериях опытов удалось получить устойчивую популяцию ресничных червей, принадлежащих к семейству *Stenostomidae* (рис. 1а, б).



а

б

Рис. 1. Ресничные черви семейства *Stenostomidae*

Тело червей покрыто ресничным эпителием. Размеры червей: мелкая форма – 0,3-0,5 мм (рис. 1а); крупная форма – 0,5-0,6 мм (рис. 1б). Движение: представители семейства *Stenostomidae* передвигаются вплавь. Этому способствуют кожно-мускульный мешок и реснички. У обоих представителей хорошо видна мускулистая глотка. Рот расположен на брюшной стороне в передней части тела. Форма тела – червеобразная. У крупного представителя задний конец вытянут в хвостик. Ресничные черви – гермафродиты, у каждой особи более или менее одновременно развивается мужской и женский половой аппарат. Обладают способностью к бесполому размножению поперечным делением. Образующиеся стробилы – цепочки из нескольких, временно неразделившихся особей [1].

В качестве тестируемой среды было взято дизельное топливо и отработанное моторное масло разных концентраций. Тест-объектом были выбраны ресничные черви семейства *Stenostomidae*.

В чашку Петри помещали 2,5 мл сennого настоя и добавляли 2,5 мл водной суспензии дизельного топлива (ДТ) или отработанного моторного масла (ОМ) в разведениях: 0,05;0,5; 5,0 мл/л. Количество червей в пробах подсчитывали спустя 1 час, 1, 2, 3, 4, 7, 8 и 11 суток. Под-

счет численности производили в десяти полях зрения. Опыты проводили в 3-х кратной повторности. Просмотр проб производился при помощи МБС-10 при увеличении ок.14х; об.2х. Контролем был сенной настоей, содержащий червей. Наблюдения за поведением организмов сопровождались фото- и видеосъемкой. Результаты были подвергнуты статистической обработке при помощи Microsoft Excel.

Приведем результаты серий опытов с ДТ в трех разведениях.

Через 1 час в опытах с добавлением 0,05 и 0,5 мл/л ДТ наблюдались похожие изменения: черви замедлили движение, группируются в детрите, единичные экземпляры осуществляют круговые вращения. В опыте с добавлением Сдт=5,0 мл/л наблюдаются массовые вращательные движения.

Спустя 1 сутки численность червей в пробе с Сдт=0,05 и 0,5 мл/л возрастает. Динамика роста организмов не отличается от контроля. Поведение червей в пробе Сдт=0,05 мл/л соответствует норме. Поведение организмов в пробе Сдт=0,5 мл/л таково: черви образуют малоподвижные (неподвижные) скопления до 14-16 экз/п.зр. микроскопа. У некоторых представителей отмечено формирование капсулы в средней или задней части тела. В пробе Сдт=5,0 мл/л живых червей нет. В поле зрения микроскопа встречаются сжатые клубком или сморщенные формы, которые достаточно быстро разрушаются (лизированы) (рис. 2).



Рис. 2. Ответная реакция червей на действие Сдт=5,0 мл/л

В последующие сроки наблюдений отмечено следующее: в пробе Сдт=0,05 мл/л поведение организмов идентично контролю. Численность в конце опыта в пробе Сдт=0,05 мл/л – 3,87 экз/п.зр., в контроле – 4,6 экз/п.зр. микроскопа.

В пробе Сдт=0,5 мл/л *спустя 2-4 суток* изменения имеют сходный характер: движение замедлено, некоторые особи неподвижно лежат на дне. Наблюдается дезинтеграция внутренних органов, образуются капсулы (вздутия) в заднем конце тела (рис. 3).



Рис.3. Образование капсулы (вздутия) в заднем конце тела в пробе Сдт=0,5 мл/л

На 7-11 сутки численность червей в пробе Сдт=0,5 мл/л существенно снизилась и составила 0,67 экз/п.зр. микроскопа. Общая картина динамики численности червей представлена на рис. 4.

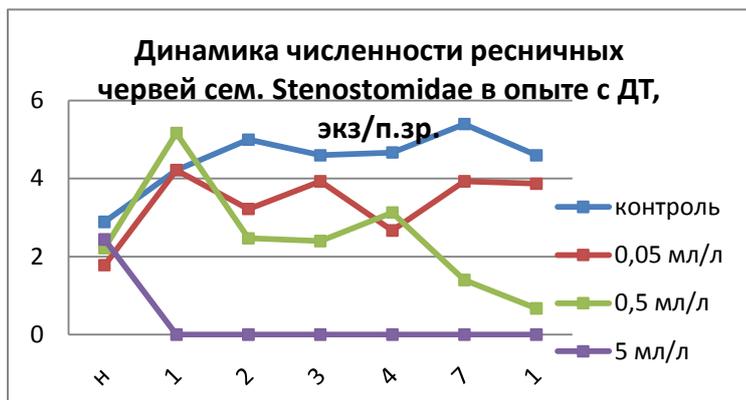


Рис.4. Динамика численности червей в опыте с ДТ

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что Сдт=0,05 мл/л не токсична для червей. В опыте с Сдт=0,5 мл/л отмечена хроническая токсичность анализируемой среды, что четко проявляется на 7 сутки. Сдт=5,0 мл/л остро токсична для червей семейства Stenostomidae.

Аналогичные опыты были поставлены с использованием моторного масла. Результаты биотестирования несколько отличаются от предыдущей серии.

Через 1 час отмечено изменение в поведении червей во всех разведениях: в Сом=0,05 и 0,5 мл/л движение организмов резко замедлено, часть организмов совершает круговые вращения, некоторые прячутся в детрит. В пробе Сом=5,0 мл/л организмы сжимаются, сокращаются в размерах, уже в эти сроки опыта численность червей уменьшается.

Спустя 1 сутки в пробах Сом=0,5 и 5,0 мл/л червей не обнаружено. Поверхность проб покрыта пленкой масла. На дне видны агломераты детрита и цист разных размеров. В пробе Сом=0,05 мл/л поведение червей замедлено, они залегают неподвижно в детрите. Численность организмов существенно не изменилась.

В последующие 2-8 суток в пробе Сом=0,05 мл/л наблюдаются незначительные изменения численности червей в сторону уменьшения. Поведение по сравнению с контролем замедлено, часть организмов малоподвижна (неподвижна). У ряда особей тело сжимается и становится более сегментированным (рис. 5).

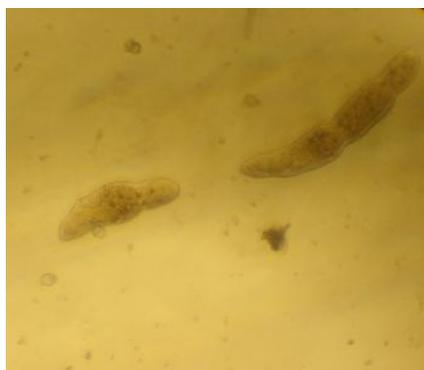


Рис.5. Изменение формы червей в опыте с Сом=0,05 мл/л

Изменение численности организмов в опыте с отработанным моторным маслом представлено на рис.6.

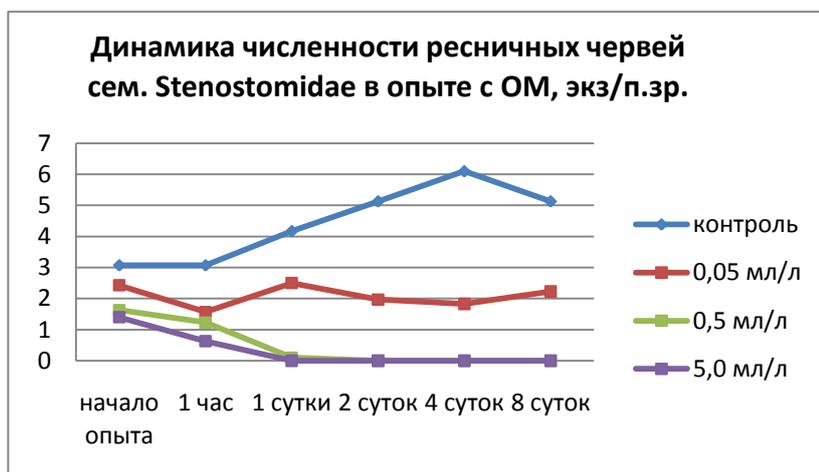


Рис.6. Динамика численности червей в опыте с ОМ

Согласно данным рис.6 пробы Сом=0,5 и 5,0 мл/л остро токсичны для червей. Через 1 сутки их численность снижается до нуля. Проба Сом=0,05 мл/л проявляет хроническую токсичность, выражающуюся в изменении поведения и незначительном снижении численности организмов.

Таким образом, проведенные опыты показали, что ДТ проявляет меньшую токсичность по сравнению с ОМ по отношению к червям семейства Stenostomidae. Выбранные организмы 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. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.1. Низшие беспозвоночные / Зоол. ин-т РАН; [под ред. С.Я. Цалолихина]. С.-Петербург : Наука, 1994. – 394 с.
2. Пахомова Н. А., Минченко Е. Е. Модель гетеротрофной сукцессии в культуре сенного настоя // Наука и образование - 2010 [Электронный ресурс] : юбилейная междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 60-летию МГТУ, Мурманск, 5-9 апр. 2010 г. / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т [и др.]. - Мурманск, 2010. - С. 834-836. – URL: <http://www.mstu.edu.ru/> (дата обращения: 22.12.2011).
3. Пахомова Н. А., Минченко Е. Е. Фоновые индикаторные виды микроорганизмов сенного настоя // Наука и образование - 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-8 апр. 2011 г. / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т [и др.]. - Мурманск, 2011. – С. 642–647. - URL: <http://www.mstu.edu.ru/> (дата обращения: 20.01.2012).

БИОТЕСТИРОВАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФУЗОРИИ *PARAMESCIUM CAUDATUM*

Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

The results of biotesting of oil-product using ciliates *Paramecium caudatum* are represented in the study. The water solution of diesel fuel in concentration $C_{df}=0,1$ mg/l is chronically toxic at the late stages of the experiment. The water solutions of oil-products in high concentration are extremely toxic for ciliates.

Работы по изучению влияния нефтепродуктов на простейших ведутся на кафедре биоэкологии с 2010 года. За этот период было проведено несколько серий опытов в различных вариантах объема анализируемых проб, методики подсчета численности и пищеварительной активности инфузорий [2,3].

Представленная работа является продолжением серий экспериментов, проводимых на кафедре биоэкологии, основная цель которых является разработка и апробирование методики постановки опыта, детальное описание ответной реакции инфузорий рода *Paramecium* sp., *Oxytricha* sp. и *Colpoda* sp. на нефтяное загрязнение, оценка токсичности анализируемых сред.

В качестве анализируемой среды использовано дизельное топливо и отработанное моторное масло разных концентраций. Тест-объектом послужили инфузории *Paramecium caudatum*, выращенные в сенном настое.

В чашку Петри помещали 1 мл сенного настоя и добавляли 1 мл водной суспензии дизельного топлива (ДТ) или отработанного моторного масла (ОМ) в концентрациях: 0,1; 1,0; 10,0 мг/л. Количество инфузорий в пробах подсчитывали спустя 1, 2, 3, 4 и 5 суток. Подсчет численности производили в трех полях зрения. Критерием острой и хронической токсичности считалось статистически достоверное различие с контролем или снижение численности инфузорий на 50% и 25% по сравнению с контролем в течение 24-х и 96-часовой и более экспозиции соответственно [1]. Определяли коэффициент прироста численности инфузорий на 1-е и 5-е сутки. Просмотр проб проводился при помощи МБС-10 при увеличении об.7х, ок.8х. Контролем был сенной настой, содержащий парамеции. Наблюдения за поведением инфузорий сопровождалась фото- и видеосъемкой. Результаты были подвергнуты статистической обработке при помощи Microsoft Excel.

Результаты серий опытов с $C_{ДТ}=0,1$ мг/л показали, что в первые двое суток различий численности парамеций в пробе по сравнению с контролем не наблюдается (рис. 1). В ранние сроки наблюдений отмечается снижение двигательной активности парамеций.

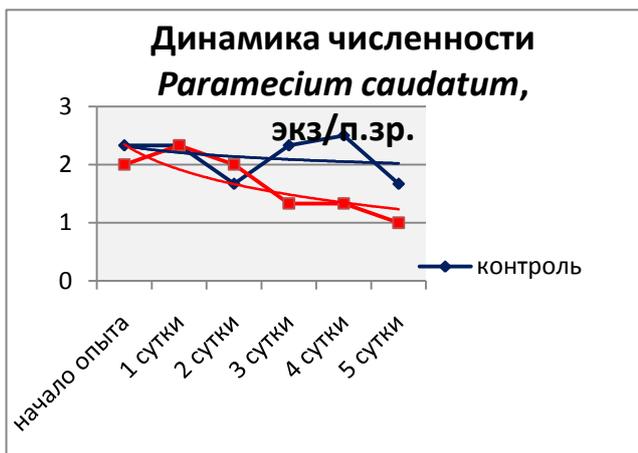


Рис.1. Динамика численности парамеций в растворе Сдт=0,1 мг/л

Спустя 3-5 суток численность инфузорий в исследуемом растворе Сдт=0,1 мг/л заметно снижается. Парамеции увеличены в размерах, что особенно четко выявляется на 2-3-сутки проведения опыта. Инфузории способны адаптироваться к этому уровню загрязнения. Спустя 5 и более суток наблюдений численность инфузорий стабилизируется на уровне 1 экз./п.зр. микроскопа. Таким образом, раствор дизельного топлива Сдт=0,1 мг/л обладает хронической токсичностью по отношению к тест-объектам, что отчетливо проявляется на 5 сутки.

Наблюдения за поведением и численностью инфузории в растворе Сдт=1,0мг/л показали достоверное снижение их численности по сравнению с контролем в течение всего опыта (рис. 2).

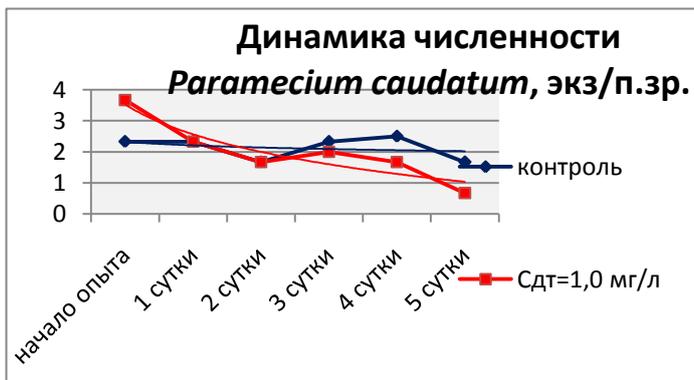


Рис.2. Динамика численности парамеций в растворе Сдт=1,0 мг/л

Как и в предыдущем опыте, на 2-3 сутки отмечено увеличение размеров инфузорий в 1,5-2 раза по сравнению с контрольными экземплярами. Парамеции активно фагоцитируют капельки ДТ. С ростом концентрации водного раствора ДТ двигательная активность парамеций снижается. Наблюдения показали, что Сдт=1,0 мг/л обладает острой токсичностью по отношению к тестируемым организмам. Следует отметить, что фактор токсичности для парамеций в этом опыте преобладает над пищевым фактором.

В следующем опыте проанализирована ответная реакция парамеций на действие водного раствора дизельного топлива Сдт=10,0 мг/л. Изменение численности инфузорий представлено на рис.3.

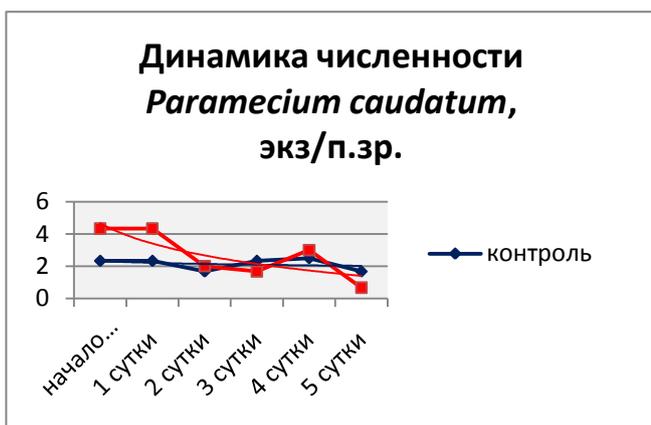


Рис.3. Динамика численности парамеций в растворе Сдт=10,0 мг/л

Наблюдения показали, что существенных отличий по сравнению с предыдущим опытом нет. На 1-3 сутки размеры парамеций увеличиваются. На высокую концентрацию ДТ парамеции реагируют уменьшением своей численности с $4,33 \pm 0,58$ экз./п.зр. до $0,67 \pm 0,58$ экз./п.зр. микроскопа за весь период наблюдений. Результаты опыта показали, что Сдт=10,0 мг/л, как и Сдт=1,0 мг/л обладает острой токсичностью по отношению к инфузориям. Однако парамеции способны адаптироваться к такому загрязнению за счет выживших устойчивых особей популяции. На поздних сроках опыта (спустя 10 суток) численность популяции восстанавливается до контрольных значений.

Проведен подсчет коэффициента прироста численности инфузорий на 1-е и 5-е сутки для всех сред (рис.4).

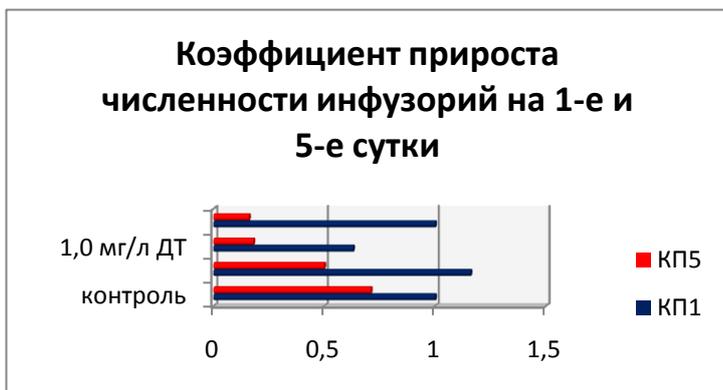


Рис.4. Значение коэффициента прироста (Кп) численности инфузорий в водных растворах ДТ и контроле

Кп на 1-е сутки во всех анализируемых средах варьируется от 0,63 до 1,16. Достоверные различия Кп наблюдаются на 5-е сутки в растворах в Сдт=1,0 мг/л и Сдт=10,0 мг/л по сравнению с контролем.

В следующей серии опытов в качестве тестируемой среды использовано отработанное моторное масло (ОМ). При добавлении к сенному настою водной суспензии Сом=0,1 мг/л уже в 1-е сутки отчетливо прослеживается ответная реакция парамеций. Они резко замедляют движение. Наблюдается формирование группировок численностью до 10 экз. Заметное снижение численности инфузорий наблюдается в течение всего опыта: от $2,33 \pm 1,53$ экз./п.зр. на 1-е сутки до $0,67 \pm 0,58$ экз./п.зр. микроскопа на 5-е сутки (рис.5).

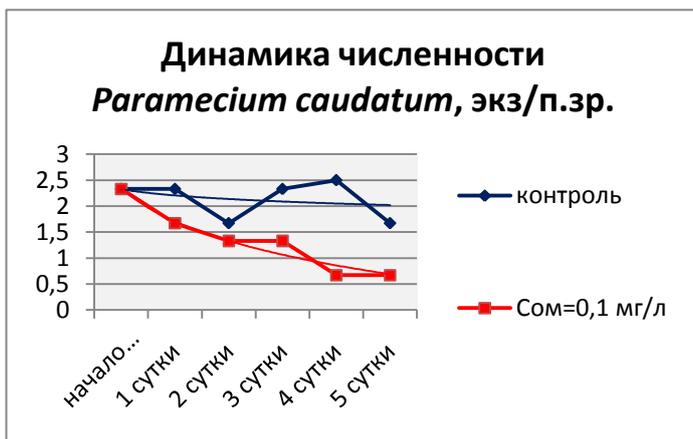


Рис.5. Динамика численности парамеций в растворе Сом=0,1 мг/л

На 4-5-сутки опыта по сравнению с ранними сроками в цитоплазме парамеции отмечены темные включения – продукты переработки нефтепродуктов. Раствор Сом=0,1 мг/л обладает острой токсичностью. Однако единичные экземпляры инфузорий способны адаптироваться к этому уровню загрязнения.

Результаты реакции парамеций на действие Сом=1,0 мг/л представлены на рис.6.

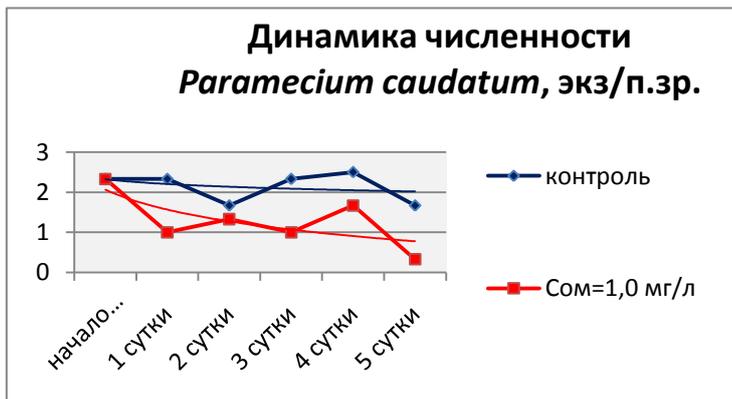


Рис. 6. Динамика численности парамеций в растворе Сом=1,0 мг/л

Ответная реакция инфузорий на действие Сом=1,0 мг/л во многом идентична предыдущему опыту. Численность инфузорий снижается с $2,33 \pm 1,53$ экз./п.зр. на 1-е сутки до $0,33 \pm 0,58$ экз./п.зр. микроскопа на 5-е сутки. Водная суспензия Сом=1,0 мг/л обладает острой токсичностью в течение всего опыта.

Реакция парамеций на действие Сом=10,0 мг/л имела катастрофический характер. Спустя 1 час оболочка стала разрушаться, одновременно наблюдалась дезинтеграция клеточных структур (рис. 7а). Через 1 сутки отмечено полное разрушение клеток (рис. 7б).

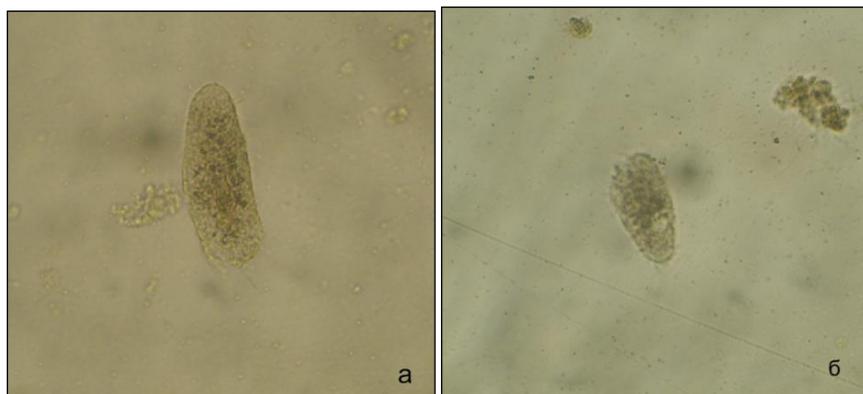


Рис.7. Сенной настоей, Сом=10,0 мг/л: а – дезинтеграция клеточных структур парамеции спустя 1 час; б – разрушение клетки спустя 1 сутки. Ув.: ок.10х, об.10х. Ув. фотоаппарата 3х.

Динамика численности инфузорий в опытах с действием Сом=10,0 мг/л представлена на рис.8.

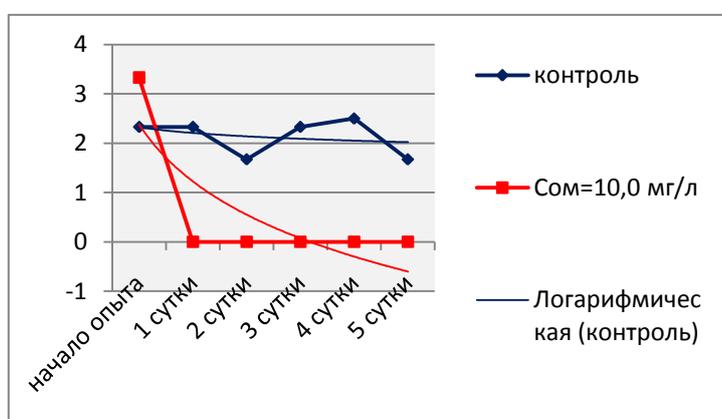


Рис. 8. Динамика численности парамеций в растворе Сом=10,0 мг/л

Таким образом, Сом=10,0 обладает острой токсичностью с первых часов наблюдений.

В опытах с ОМ подсчитан коэффициент прироста численности инфузорий на 1-е и 5-е сутки (рис.9).

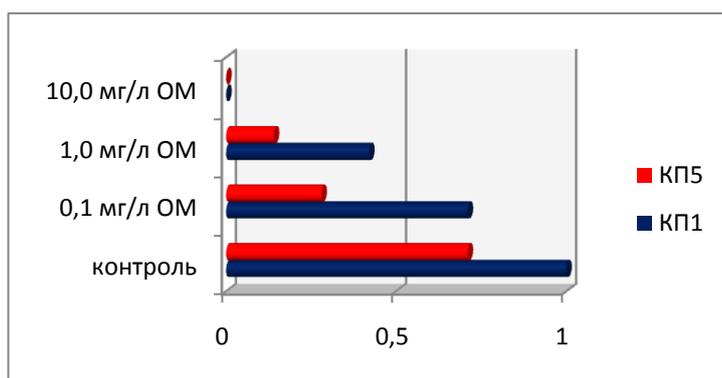


Рис.9. Значение коэффициента прироста (Кп) численности инфузорий в водных растворах ОМ и контроле

Во всех сериях опыта наблюдается достоверное снижение Кп по сравнению с контролем.

Таким образом, биотестирование нефтепродуктов при помощи *Paramecium caudatum* показало, что раствор Сдт=0.1 мг/л проявляет хроническую токсичность спустя 5 и более суток. Растворы Сдт=1,0; 10,0 мг/л и Сом=0,1 мг/л проявляют острую токсичность в течение опыта.

Однако на поздних сроках (спустя 10 суток) наблюдается восстановление численности популяции парамеций до контрольных значений за счет выживших устойчивых особей. Растворы $\text{Сом}=1,0$; $10,0$ мг/л также обладают острой токсичностью по отношению к парамециям. При $\text{Сом}=1,0$ мг/л численность популяции снижается до минимальных значений и спустя 5-10 суток погибает. $\text{Сом}=10,0$ мг/л является летальной концентрацией, начиная с первых часов наблюдения.

Литература

1. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти) – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002.
2. Минченко Е.Е., Пахомова Н.А. Биотестирование водных экстрактов тяжелых нефтепродуктов с помощью инфузории *Oxytricha* sp. // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс]: междунар. науч.-техн. конф., 4-8 апр. 2011г. / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т [и др.]. – Мурманск, 2011. - С. 638-642.- URL: <http://www.mstu.edu.ru/> (дата обращения: 27.02.2012).
3. Минченко Е.Е., Пахомова Н.А. Влияние нефтепродуктов на рост и развитие инфузорий сеного настоя // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс]: междунар. науч.-техн. конф., 4-8 апр. 2011г. / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т [и др.]. – Мурманск, 2011. - С. 632-638.- URL: <http://www.mstu.edu.ru/> (дата обращения: 27.02.2012).

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ *MACOMA BALTHICA* (L) ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Пахомова Н.А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

Зашихина М. В. (г. Мурманск, ПИНРО, лаборатория трофологии)

Population structure of a mussel *Macoma baltica* (L.), which is a species of ichthyofauna of the Kola Bay littoral, was investigated in the given work. The highest biomass and population size of *M. balthica* (L.) was found at the littoral of Belokamennaya Bay. The number of the organisms decreases towards the south edge of the Kola Bay. The lowest numbers were found at the littoral at the New bridge region, which is connected with mechanical movements of the littoral soil during building of the bridge.

В качестве показателей эффективности функционирования биоценозов в настоящее время часто используются способы оценки состояния экосистем по структурным, продукционным показателям экосистемы или отдельных компонентов биоты.

Среди прибрежных экосистем особой зоной воздействия как природных, так и антропогенных факторов можно назвать литораль. Условия жизни на литорали северных морей являются исключительно суровыми. Литоральные беспозвоночные, например, Баренцева моря достигли высокой степени адаптации к физическим условиям обитания и, особенно к резким колебаниям температуры: зимой разность температуры воды в прилив и воздуха в отлив четыре раза в сутки может превысить 20 -25°C. В летний период условия обитания не менее экстремальны. От высушивания литоральных животных защищают прочные раковины, часть организмов закапывается в грунт, часть прячется среди зарослей фукусов.

Многие животные с фильтрационным типом питания играют в водоемах роль естественных биофильтров, очищая воду от находящихся в ней взвешенных частиц. Одновременно они создают биогенную циркуляцию, способствующую перемешиванию водных масс (Алимов, 1989). Особенно велика роль в биофильтрации двустворчатых моллюсков.

Благодаря совокупной фильтрационной работе мидий, устриц и других двустворчатых моллюсков, в прибрежье морей создается необычайно мощный пояс биофильтра, сквозь который во многих случаях ежедневно пропускается вся вода литоральной и сублиторальной зоны. В результате изъятия взвесей в морях происходит огромный по своим масштабам процесс осветления воды, осуществляемый моллюсками (Алимов, 1989).

Известна способность двустворчатых моллюсков накапливать нефтяные углеводороды. Ряд исследователей предлагает использовать *M. balthica* в качестве биологического индикатора для оценки степени загрязнения морских грунтов нефтью (Беренбейм, 1999).

В настоящей работе представлены данные о популяционных характеристиках одного из важнейших видов зообентоса литорали и сублиторали Кольского залива, представителя инфауны - *Macoma balthica* (L).

Сбор материалов проводился в период с мая 2010 года по февраль 2011 года на литорали в следующих районах залива: губа Белокаменная; Абрам-мыс, мыс Створный и в районе Нового моста на правом берегу залива.

Пробы отбирали посезонно на трех горизонтах литорали методом пробных площадок. Изучена структура популяции *M. balthica* 108 проб, каждая объемом 10 x 10 x 5 см. Исследовано

1 640 экземпляров. Группировка данных проводилась по линейно-весовым показателям, изучена половая и возрастная характеристики, определена плотность поселения *M. balthica* в зависимости от типа литорали.

Исследования показали, что *M. balthica* распространена повсеместно, она встречена на разных горизонтах литорали изученных полигонов. Показатели численности (экз/м²) и биомасса (г/м²) примерно одинаковы для губы Белокаменная и Абрам-мыса, однако при продвижении к кутовой части залива, эти показатели снижаются (рис. 1а). Показатели численности и биомассы для разных горизонтов литорали различаются, они увеличиваются в ряду: верхняя литораль (ВГЛ) – средняя литораль (СГЛ) – нижняя литораль (НГЛ).

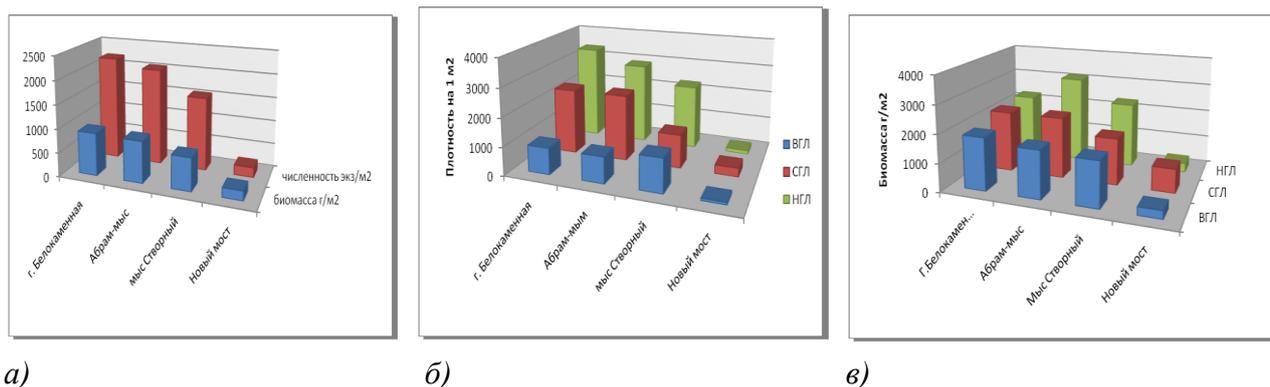


Рис. 1. Показатели численности биомассы *M. balthica*: а) сводная средняя арифметическая для литорали исследованных полигонов; б) численность по отдельным горизонтам литорали; в) биомасса по отдельным горизонтам литорали

Плотность популяций *M. balthica* исследованных участков литорали Кольского залива варьируется для г. Белокаменная в пределах от 930 ± 113 до 3357 ± 123 ; для Абрам-мыса в пределах от 920 ± 167 до 2880 ± 98 ; для мыса Створный в пределах от 1180 ± 117 до 2270 ± 87 ; для Нового моста в пределах от 89 ± 19 до 310 ± 111 .

Установлено также, что распределение значений биомассы по отдельным горизонтам литорали, в целом сходно: биомасса незначительно возрастает от верхнего к нижнему горизонту, исключение составляет литораль Нового моста. Этот факт может быть связан с техногенным трансформированием самой литорали во время строительства моста: практически границы горизонтов литорали смещены к сублиторали: в настоящий момент за верхний горизонт литорали мы принимаем бывший средний горизонт, а нижний горизонт – бывшая сублитораль. По нашим данным, биомасса *M. balthica* на литорали Нового моста значительно ниже, чем на остальных полигонах, однако они были выше, чем в 2010, когда на всех горизонтах было найдено всего несколько экземпляров молоди этого вида моллюсков (Пришлица, 2010).

Линейные размеры особей варьируются в пределах от 0, 2 см до 2,5 см. Средние значения для каждого полигона имеют незначительные отличия: средняя длина раковины моллюсков г. Белокаменная равна $1,7 \pm 0,06$; для литорали Абрам-мыса – $0,93 \pm 0,5$; для мыса Створный – $1,73 \pm 0,04$; для литорали возле Нового моста – $1,7 \pm 0,2$. Удельный вес в процентах моллюсков каждого размерного класса на литорали г. Белокаменная, мыса Створный и Абрам-мыса показан на рисунке 2 (а, б, в)

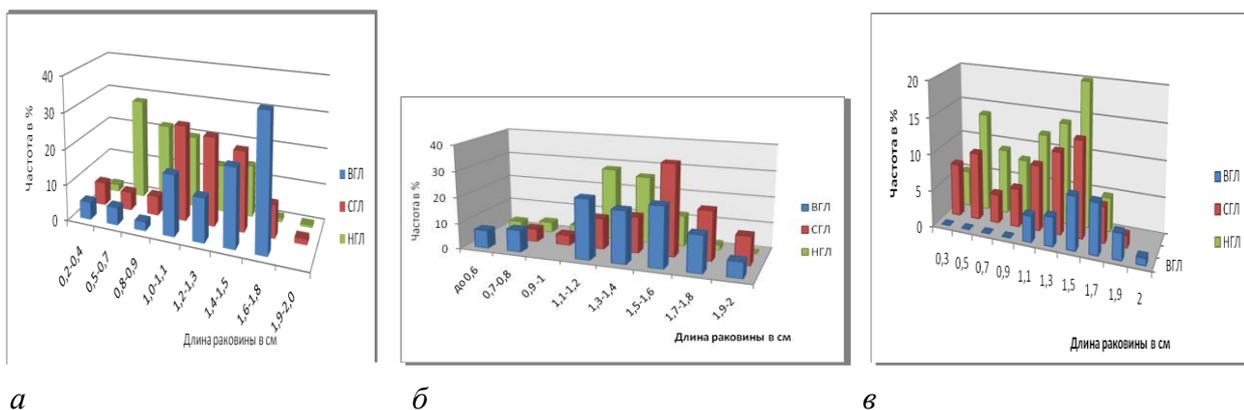


Рис. 2. Вариационные ряды линейных показателей *M. balthica* на верхнем (ВГЛ), среднем (СГЛ) и нижнем (НГЛ) горизонтах литорали г. Белокаменная (а); мыса Створный (б); Абрамыса (в)

Полученные нами результаты позволяют нам сделать определенные выводы, характеризующие структуру популяций *M. balthica* на литорали Кольского залива. Распределению моллюсков меняется в зависимости от горизонта литорали. Наибольшее количество встречается на нижнем горизонте у уреза воды, поскольку условия здесь наиболее благоприятные как по фактору увлажненности грунтов, так и по их геоморфологическим особенностям, как правило грунт здесь – илистопесчаный, а мелкие особи предпочитают его больше, отсюда и их высокое количество. Эти данные согласуются с данными других авторов – как на Дальнем Востоке так и у нас на Севере (Фролова и др, 1997).

Что же касается распределения исключительно внутри района определенного горизонта, то картина меняется так же в зависимости от грунта. То же само можно резюмировать при анализе графиков по биомассе. Но в целом эти изменения по горизонту не значительны.

При анализе частоты встречаемости определенных размерных групп моллюсков можно сделать вывод, что самые крупные особи, как правило, находились на верхнем горизонте. Что также можно объяснить качеством грунта. Более зрелые особи предпочитают глинистые с илом, илистые пески.

После проведения всех необходимых измерений можно заключить, что максимальный размер раковины составляет 2,5 см (Новый мост), минимальный размер – 0,2 см (Абрамыс, губа Белокаменная). Средняя длина раковины по всем полигонам – $1,41 \pm 0,13$.

При анализе литературных данных о возрасте моллюсков, можно провести расчет возраста найденных нами экземпляров. Если взять за основу данные, полученные в Нидерландах, то можно предположить, что за первый год моллюск достигает в среднем 4 мм в длину, в последующие годы прирост раковины составляет 3,3 мм. Тогда в нашем случае можно говорить о том, что самые большие особи достигают 6-7 лет. Самые маленькие особи не достигли ещё и года своей жизни, а средний возраст составляет – 4 года.

Литература

Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию / А.Ф. Алимов - Л. : Гидрометеоздат, - 1989. -150с.

Беренбейм Д.Я., Маркова Л.Л., Нечай С. И. Балтийское море // Очерки природы. - Калининград: Янтарный сказ, 1999. – С. 92-123.

Пришлица О.Ю. Видовой состав и структура литоральных сообществ Кольского залива (Баренцево море) / Дипломная работа, 2010.

Фролова Е.А., Митина Е.Г., Гудимов А.В., Сикорский А.В. Донная фауна сублиторали // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / отв. ред. Г.Г. Матишов. – Апатиты: КНЦ РАН, 1997. – С. 101-123.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ-ГЕТЕРОТРОФОВ В СЕННОМ НАСТОЕ

Пахомова Н. А., Минченко Е. Е. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии*)

The results of investigation of heterotrophic organisms development in a hay infusion prepared with addition of aquarian water and soil are presented in the study. During the early stages of succession in two variants of the experiment a similarity in change of one kinds of ciliates by others was observed. The species composition of climax community is determined by specific properties of the components added to the hay infusion.

Развитие экосистемы, часто называемое экологической сукцессией, определяется по некоторым параметрам: особенностям развития видовой структуры во времени, условиями среды обитания, которые изменяются под воздействием жизнедеятельности предшествующих организмов, сменой видов в экосистеме, которая контролируется сообществом и происходящими в системе обменными процессами.

Смена одних видов другими происходит достаточно быстро, и схема этой смены обусловлена индивидуальными потребностями организмов. Сукцессия связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону ее увеличения, направленного на поддержание системы, в соответствии с «правилом максимума энергии в биологических системах», сформулированным А. Лоткой [4].

Цель исследования – изучить особенности гетеротрофной сукцессии экосистемы, развивающейся на базе сennого настоя, с применением различных ингредиентов и проследить динамику смены видов в экосистеме.

Актуальность проведенной работы заключается в том, что получаемые в сennом настое культуры простейших гетеротрофов широко применяются в качестве биотестов. Эти организмы можно использовать для определения ПДК загрязняющих веществ, а также определения токсичности водоемов. Основная цель использования организмов-биотестов – оценка качества природных и сточных вод по биологическим или физиологическим показателям.

В литературе методы получения культур организмов-биотестов достаточно разработаны и описаны [1, 5]. Идентификацию простейших проводили под микроскопом на предметном стекле или в чашке Петри при увеличении: ок. 10х, об. 40х и ок. 10х, об. 20х соответственно. Подсчёт проводили в чашке Петри при увеличении: ок. 10х, об. 20х. Объём пробы составлял 4 мл. Инфузории и другие организмы подсчитывали по 10 полям зрения, результаты подвергали статистической обработке.

В настоящей работе изложены результаты многолетних опытов, отличающихся по времени проведения и по использованным для получения настоев ингредиентам.

Первый опыт по выращиванию в сennом настое культур гетеротрофов был поставлен в 2009 г., в результате был установлен сукцессионный ряд организмов, появляющихся в определенной последовательности: бактерии → жгутиконосцы → голые амёбы → равноресничные инфузории → брюхоресничные инфузории → коловратки → ресничные черви → нематоды. Фактически численность всех выше перечисленных представителей простейших в период наблюдений не была стабильной, их количество то увеличивалось, то резко сокращалось, хотя в том или ином количестве они присутствовали почти постоянно. Можно выделить периоды доминирования инфузورий, коловраток, амёб, ресничных червей и нематод [3].

В опыте, поставленном в 2010 г., описанный выше сукцессионный ряд воспроизвести не удалось, хотя наблюдения повели так же, как и в первом случае в течение 70 суток. Сукцессионная серия была представлена несколькими видами инфузорий, численность которых была значительной – до 5-7 экз./п.зр. микроскопа. Динамика смены одних видов инфузорий другими показана на рис. 1.

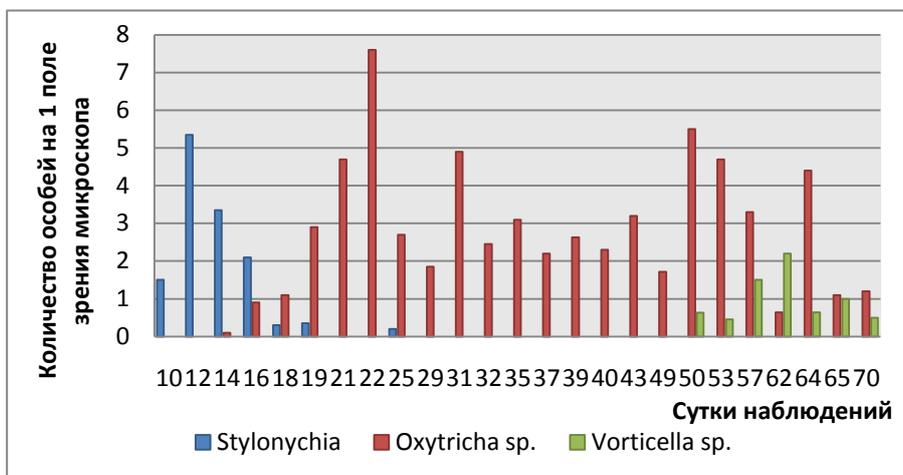


Рис. 1. Динамика развития инфузорий в сенном настое в опыте 2010 г.

В этом опыте мы получили культуры нескольких видов брюхожесничных инфузорий, принадлежащих к родам *Stylonichia* и *Oxytricha*, и кругожесничных инфузорий рода *Vorticella*.

Полученный нами результат можно объяснить несколькими причинами: качеством взятого для получения отвара сена, свойствами добавленной в отвар аквариумной воды.

В октябре 2011 г. мы возобновили опыты по получению сенного настоя и на этот раз сенной отвар, полученный стандартным методом, разлили по четырем емкостям, одинакового объема. Опыт проводили по двум вариантам, каждый в двойном повторе. В первом варианте (емкость №1 и №2) добавили почву, во втором варианте (емкость №3 и №4) – воду из аквариума. Наблюдения вели одновременно во всех емкостях, начиная со дня появления бактериальной пленки, а затем через один – три дня в течение пяти месяцев.

Численность гетеротрофов и динамика смены одних организмов другими (сукцессионный спектр) в двух сериях опыта изображены графически (рис. 2, 3).

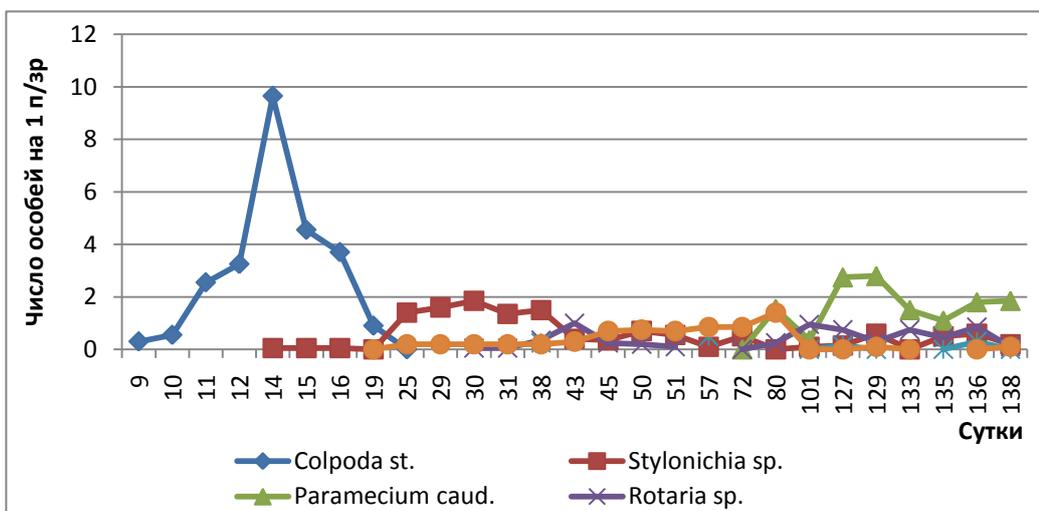


Рис. 2. Смена видов организмов в сенном настое с добавлением почвы

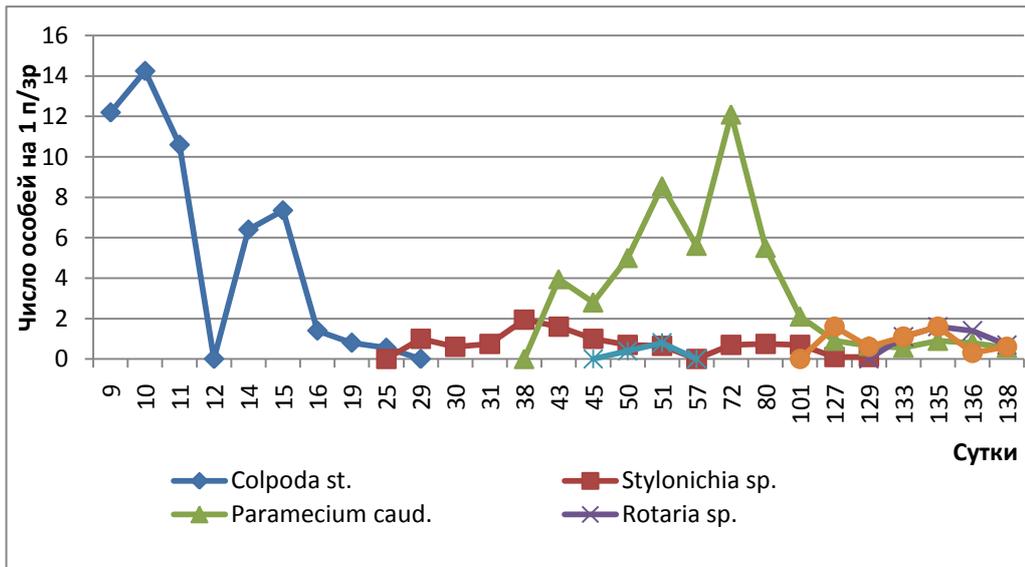


Рис. 3. Смена видов организмов в сенном настое с добавлением воды из аквариума

Как видно из графиков, в обеих сериях опыта в первые сутки доминирует равноресничная инфузория *Colpoda steini* – за первые пятнадцать суток число клеток *Colpoda steini* достигает максимума, после чего отмечается постепенный спад ее численности. В эти же сроки отмечается появление и последующее развитие брюхоresничных инфузорий. Численность этих инфузорий, достигнув максимума на 25 сутки, удерживается примерно на одном уровне более десяти суток, их присутствие отмечается и более поздние сроки наблюдения. Развитие равноресничной инфузории *Paramecium caudatum* в емкостях с добавлением воды отмечается на 38 сутки, а с добавлением почвы – на 72 сутки. В последующие сроки развитие популяций *Paramecium caudatum* носит индивидуальный характер. Большая плотность ее распределения характерна для сенного настоя с добавлением воды из аквариума.

Впервые за все три года наблюдений в сенном настое отмечено присутствие одноклеточных, относящихся к классу корненожки (Sarcodina). Были обнаружены представители отряда Раковинные амебы (Testacida) и отряда Солнечники (Heliozoa), их численность время от времени колебалась. Источником корненожек в настое явилась почва [2].

По видовому составу многоклеточных организмов настои отличаются. В сенном настое с добавлением почвы многоклеточные организмы были представлены немногочисленными, но стабильно присутствующими экземплярами круглых червей (тип Nematelminthes); организмами, принадлежащих к классу брюхоresничные, или гастротрихи (Gastrotricha); представителями класса коловратки (Rotatoria). Коловратки родов *Rotaria* и *Philodina* появились в пробах примерно через месяц наблюдения, и их число оставалось с небольшими колебаниями почти постоянным. В сенном настое с добавлением аквариумной воды через три месяца наблюдений отмечено начало развития ресничных червей (Turbellaria). С временным промежутком в один месяц появились и стали размножаться два вида ресничных червей, принадлежащих к семейству Stenostomidae (рис.4).

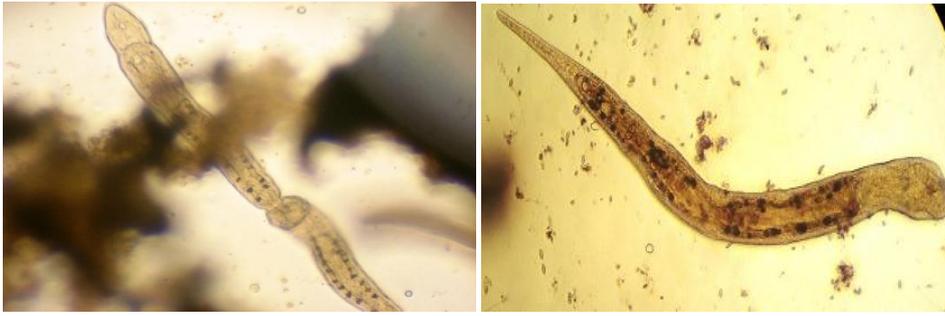


Рис. 4. Ресничные черви семейства Stenostomidae

Нужно отметить, что в литературе, содержащей сведения о результатах выращивания гетеротрофов в сенном настое, мы не нашли упоминаний о появлении в модельных сообществах ресничных червей.

Сравнение видового спектра микроорганизмов в настоях с добавлением почвы и аквариумной воды позволяет нам отметить сходную картину смены одних видов инфузорий другими на ранних стадиях сукцессии: *Colpoda steini* → *Stylonichia* sp. → *Paramecium caudatum*. Что касается других видов микроорганизмов, то каждый сenny настой включает разные специфические виды, которые отражают индивидуальные особенности организмов и свойства добавляемых в отвар ингредиентов. Следовательно, видовой состав климаксного сообщества определяется специфическими свойствами ингредиентов, добавляемых в сenny настой.

Таким образом, имея информацию о периодах развития тех или иных микроорганизмов, можно планировать их применение с целью изучения ответных реакций организмов-гетеротрофов сenny настоя на действие различных токсикантов.

Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

Лепинис А. К. Определитель Protozoa почв Европейской части СССР / А. К. Лепинис, Ю. Г. Гельцер, О. И. Чибисов, В. А. Гептнер. – Вильнюс: Изд. Минтис, 1973,

Пахомова Н.А., Минченко Е.Е. Биоэкологические аспекты изучения сукцессии в микрокосме сenny настоя // Фундаментальные исследования. – 2011. - №5. -С.201-205.

Реймерс Н.Ф. Экология: Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия Молодая, 1994. – 366 с.

Федорова А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А.Н. Никольская // Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

СТРОЕНИЕ ПЕЧЕНИ И ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ

Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, Кафедра биоэкологии*)

Liver structure and pancreatic gland of cod juveniles is studied in the given work. Liver of Atlantic cod larva have a simple structure and situated ventrally at early stages of development. The liver and pancreas play a key role in the metabolism and biochemical transformation of nutrients. Histological studies of cod are necessary for effective growth of juvenile to viable stages.

В настоящее время, морская аквакультура, особенно разведение трески, быстро прогрессирует во многих странах (Аквакультура..., 2009). Задача этой работы состоит в том, чтобы укрепить и усилить знания об искусственном воспроизведении рыб с акцентом на первые стадии жизни, связанные с дальнейшим благополучным развитием в течение всего периода роста личинок и мальков рыб.

Марикультура - одно из самых быстро развивающихся направлений освоения мировых биоресурсов. Согласно оценке ФАО, к 2030 г. для сохранения нынешнего душевого потребления понадобится дополнительно 40 млн. т. рыбы. В настоящее время продукция аквакультуры, включая водоросли, достигла уровня 56,6 млн. т., в том числе рыбы сейчас выращивается свыше 45 млн. тонн, что составляет примерно одну треть от мировых уловов (Состояние..., 2010).

Выращивание личинок остается наиболее сложным и трудоемким процессом из-за их высокой смертности, особенно в период перехода на активное питание. Учитывая, что затраты на корм для выращиваемых рыб составляют до 80% рыночной стоимости продукции, проблема эффективного использования кормов становится особенно важной. В связи с этим необходимо изучить биологическую составляющую этого процесса, а именно строение органов и желез пищеварения и особенности их функционирования.

Материала и методы

Материалом для исследования послужила атлантическая треска в возрасте 21, 22, 28 суток после вылупления. Сбор материала производился в летнее время (конец июня - начало июля 2010 г.) в районе Лофотенских островов на норвежской ферме по товарному выращиванию трески. Для приготовления гистологических препаратов использованы общепринятые методики (Лилли, 1969). Фиксатор 10% формалин. Материал и оборудование для исследования были предоставлены факультетом биологических наук и аквакультуры Нурландского университета г. Будо, Норвегия (Nordland University, Bodo, Norway). Светооптические исследования проводились с использованием микроскопа и компьютерной программы Cell[^]V.

Результаты и обсуждение

Исследования начального периода онтогенеза рыб приобрели в настоящее время особое значение в связи с развитием марикультуры. При изучении трески четко показано, что с изменением типа питания на различных этапах развития меняется и строение органов и желез пищеварения (Ларина, Журавлева, 2009). Известно, что именно период перехода на активное экзогенное питание определяет выживаемость потомства и численность популяции.

Морфологические особенности строения печени молоди трески на разных стадиях онтогенеза

Печень личинок до возраста 21 суток имеет простое строение и располагается в вентральном отделе, имеет много вакуолей, в которых интенсивно идет процесс запасания липидов (рис. 1). Гистологическое исследование показало, что в начальном периоде перехода на смешанное питание у личинок трески становление печени как органа еще не завершено. Гепатоциты расположены в виде плотных тяжей, разделенных широкими синусоидами типа лакун, имеют базофильную структуру. Многие лакуны лишены эндотелиальной выстилки (Morrison, 1987). Из части гепатоцитов начинают формироваться секреторные трубочки с центральным просветом, образуются внутripеченочные желчные протоки.

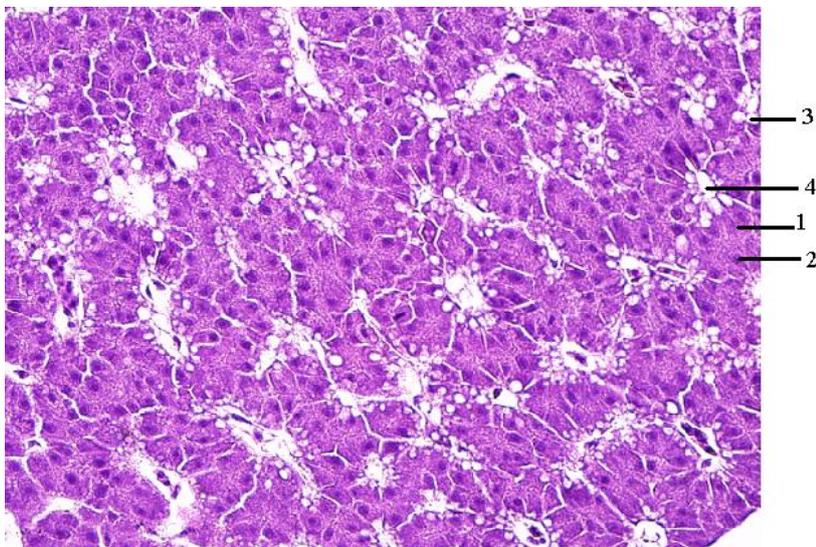


Рис. 1. Часть сагиттального среза печени личинки трески в возрасте 21 суток. Ув. 10 х 40. Окраска гематоксилин-эозин. 1 - гепатоциты, 2 - ядра, 3 - вакуоли, в которых происходит запасание липидов, 4 - синусоиды

У личинок в возрасте 28 суток после вылупления печень стала больше, потеряла свою округлую форму. Личинки длиной 17-20 мм, активны, питаются копеподами на разных стадиях развития. В цитоплазме большинства клеток присутствуют многочисленные липидные капли (рис. 2). В этом возрасте у личинок трески происходит активное запасание гликогена в гепатоцитах печени, четко видны синусоиды.

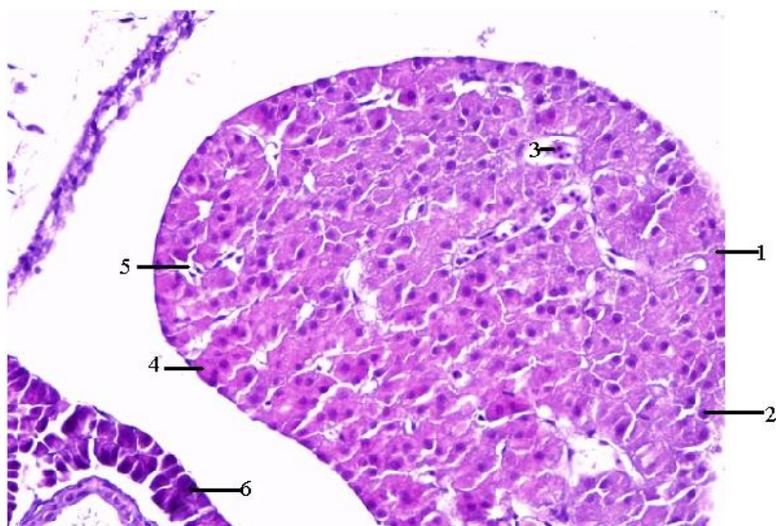


Рис. 2. Часть сагиттального среза печени личинки трески в возрасте 28 суток. Ув. 10 x 20. Окраска гематоксилин-эозин. 1 - гепатоциты, 2 - ядра, 3 - эритроциты, 4- гликоген, 5 - синусоида, 6 - часть поджелудочной железы

Клетки печени атлантической трески в возрасте 21, 28 суток после вылупления имели ШИК-положительную реакцию, что говорит о наличии в них гликогена.

Морфология поджелудочной железы атлантической трески на разных стадиях онтогенеза

Первоначально поджелудочная железа рассматривалась как единственный орган личинок синтезирующий пищеварительные ферменты, например, у айю *Plecoglossus altivelis*, черного морского окуня *Acanthopagrus schlegelii*, полосатого окуня *Morone saxatilis* (Kawai, Ikeda, 1973). Зачаток поджелудочной железы атлантической трески на гистологических срезах выявляется на первые сутки после вылупления и начинает выполнять экзокринную функцию с первого дня экзогенного питания (на третьи сутки после вылупления) (Morrison, 1987).

У атлантической трески на протяжении всего онтогенеза поджелудочная железа имеет диффузное строение. Увеличение поджелудочной железы вдоль внешней поверхности кишечника начинается на 20 сутки после вылупления. У личинок в возрасте 22 суток экзокринные клетки поджелудочной железы находятся в группах вокруг межклеточного пространства, образуя протоки поджелудочной железы, и обладают базофильными и ацидофильными свойствами. Формирование поджелудочной железы диффузного строения возможно связано с развитием системы печеночной вены и ее ветвей, ее развитие заканчивается после завершения метаморфоза, во время развития желез в желудке.

В возрасте 28 суток после вылупления изменение строения поджелудочной железы личинок трески еще не завершены. Паренхима органа образована эпителием. В дольках основными (наиболее многочисленными) структурами паренхимы являются экзокринные секреторные отделы – ацинусы.

Цитоплазма экзокринных клеток окрашивается неравномерно. В базальной части клетки – однородно базофильно (гомогенная зона цитоплазмы). Цитоплазма апикальной части окрашивается оксифильно, наблюдается большое количество гранул зимогена (зимогенная зона цитоплазмы) (рис. 3). В этот период развития количество зимогенных гранул изменчиво в разных частях поджелудочной железы (Morrison, 1987).

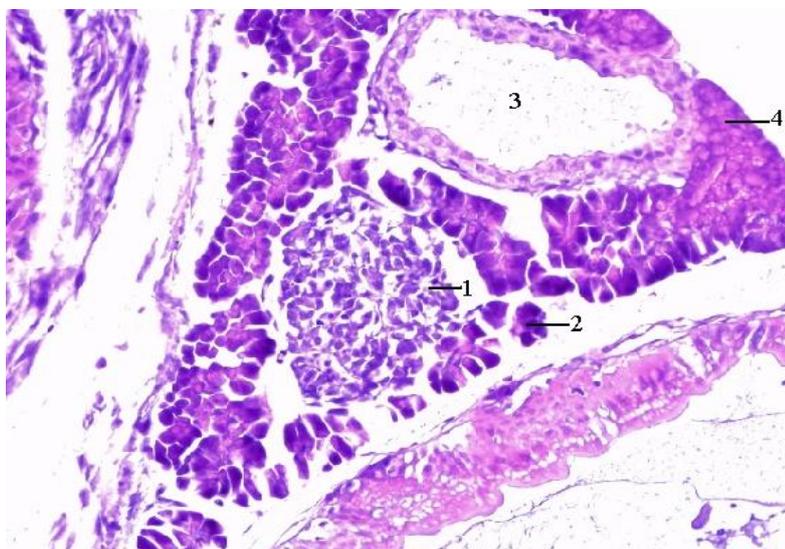


Рис. 3. Часть сагиттального среза поджелудочной железы личинки трески в возрасте 28 суток. Окраска гематоксилин - эозин Ув. 10 х 20. 1 - островок Лангерганса, 2 - экзокринная часть, 3 - проток поджелудочной железы с секретом, 4 - гранулы зимогена

К эндокринным структурам паренхимы относятся панкреатические островки (островки Лангерганса), образованные тяжами эпителиальной ткани. Между тяжами эпителиальных клеток в островках выявляются очень тонкие прослойки соединительной ткани и залегающие в ней капилляры.

Заключение

Проведенное исследование показало, что при переходе личинок на смешанное и экзогенное питание печень как орган еще не полностью дифференцирован, порталные тракты с внутрипеченочными желчными протоками окончательно не сформированы, дифференцировка гепатоцитов полностью не завершена. Функциональная активность гепатоцитов, активно питающихся личинок, достаточно высокая. Депонирование гликогена может служить адаптацией, повышающей выживаемость потомства при неблагоприятных кормовых условиях. Механизмы регуляции выработки ферментов поджелудочной железой отличаются у личинок и взрослых рыб. При разработке искусственных диет необходимо понимание механизмов, за счет которых происходит выработка пищеварительных ферментов у личинок.

Печень и поджелудочная железа выполняют ключевую роль в метаболизме и биохимическом преобразовании питательных веществ, поэтому необходимы детальные исследования строения печени личинок трески для понимания процессов усвоения пищи, особенно в условиях ее разведения. Исследования гистологического строения личинок трески необходимы для установления их пищевых потребностей, понимания физиологии и биохимии питания и голодания, это дает ценную и необходимую информацию для организации эффективного выращивания молоди трески до жизнестойких стадий.

Литература

Аквакультура Норвегии: от научных экспериментов – к промышленным масштабам (2009) // Рыбное хозяйство. № 4. – С. 46-48

Ларина Т.М., Журавлёва Н.Г. (2009) Развитие марикультуры рыб в северных странах. Мурманск: Вестник МГТУ. Том 12. №2. - С. 344-349.

Лилли Р. (1969) Патологическая техника и практическая гистохимия. М.: Мир. 645 с.

Состояние мирового рыболовства и аквакультуры (2010.) // FAO, ISSN 2070-6197, Департамент рыболовства и аквакультуры ФАО. Rome. 246 с.

Kawai S., Ikeda S. (1973) Studies on digestive enzymes of fishes // IV development of the digestive enzymes of carp and black sea bream after hatching. Bull. Jap. Soc. Sci. fish. P. 877-881.

Morrison Carrol N. (1987) Histology of the Atlantic Cod, *Gadus morthua*: an atlas. [Электронный ресурс] : eleutheroembryo and larva // NRC CNRC National Research, Canada, part four, 1993. URL: http://www.bio.umass.edu/biology/kunkel/fish/cod/gadus_proposal.html (дата обращения: 09.10.2010).

ИЗМЕНЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЭПИДЕРМИСА АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ, *GADUS MORHUA* L., В ОНТОГЕНЕЗЕ

Ишкова Е. А. (г. Мурманск, Мурманский Государственный Технический Университет, кафедра биоэкологии)

О. Оттесен, А. Амин (Университетский Колледж г. Будо, Факультет биологических наук и аквакультуры, Норвегия)

It is known that thickness of fish epidermis increases during fish ontogenesis. Thickness of Atlantic cod epidermis was also shown to be higher in juvenile fish at the head regions in the given work. The found results can be explained by mechanical influence of water flow at the fish epidermis. Nevertheless, it was suggested that thickening of Atlantic cod epidermis can be used as an indicator of an aggressive influence during artificial aquaculture of the given species.

Толщина эпидермиса рыб увеличивается с их возрастом. Кроме того, некоторыми авторами сообщалось о большей толщине эпидермиса рыб в передних отдела тела (Ferguson, 2006). Толщина эпидермиса рыб может увеличиваться при механическом воздействии на кожу рыб (Strussmann, 1994). Цель данного исследования – изучить изменение толщины эпидермиса атлантической трески в зависимости от участка тела на разных стадиях онтогенеза.

В работе анализировалась кожа трески на стадии эмбриона, только что вылупившейся личинки, личинок в возрасте 1 дня после вылупления (дпв), 4 дпв, 1 недели после вылупления (нпв) и 3 нпв, молоди в возрасте 5 месяцев (1 группа), 1 года (2 группа) и 1,5 лет (3 группа).

Рыбы были анестезированы с помощью трикаин-метансульфоната (MS-222, Sigma) и соответствующим образом подготовлены для световой микроскопии. Окраска срезов производилась по общепринятым методикам (Culling, 1974).

Фотографии полутонких и тонких срезов были сделаны при помощи цифровой фотокамеры Olympus DP71 (Olympus, Tokyo, Japan), соединенной с микроскопом Olympus BX51 (Olympus, Tokyo, Japan). Работа со срезами проводилась на базе Университетского колледжа г. Будо (Норвегия).

Подсчет толщины эпидермиса производился на 7 предварительно выбранных участках кожи головного, хвостового и среднего отделов тела рыб, обозначенных символами от A1 до D (рис. 1-3), с использованием компьютерной программы Cell[^]V.

При вылуплении кожа личинок костистых рыб представляет собой тонкий эпителий из двух клеточных слоев с преобладанием эпителиальных клеток (Morrison, 1993). В настоящей работе число клеточных слоев в эпидермисе эмбриона и личинок варьировало от 1 до 2. Статистически достоверная разница в толщине эпидермиса была найдена между личинками в возрасте 3 нпв и эмбрионами, а также личинками остальных возрастных групп ($p < 0.001$) с преобладанием толщины эпидермиса у личинок в возрасте 3 нпв (Таблица 1). Однако, толщина эпидермиса на выбранных участках тела личинок при вылуплении, в возрасте 1 и 3 нпв достоверно не отличалась ($p > 0.05$) (Таблица 2). Средние значения, имеющие разные буквенные обозначения в таблицах 1-2 и на рисунках 1-3, являются статистически достоверными.

Таблица 1

Средние значения толщины эпидермиса эмбриона и личинок атлантической трески разного возраста

Возраст	Средняя толщина эпидермиса (мкм)	СО	Степень достоверности
Эмбрион	4.71	1.08	В
Личинки при вылуплении	5.44	2.33	В
1 нпв	6.80	3.40	В
3 нпв	10.00	3.61	А

СО - стандартное отклонение.

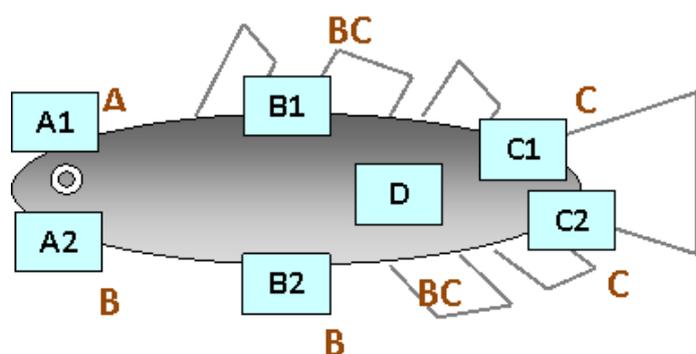
Таблица 2

Средние значения толщины эпидермиса личинок атлантической трески (при вылуплении, 1 нпв и 3 нпв) в зависимости от положения на теле

Часть тела	Средняя толщина эпидермиса (мкм)	СО	Степень достоверности
Голова	8.19	2.97	А
Средняя часть	7.07	3.68	А
Хвост	6.98	4.24	А

СО - стандартное отклонение.

У рыб в возрасте 5 месяцев достоверно наибольшая толщина эпидермиса наблюдалась в позиции А1 ($p < 0.001$) (Рис. 1). Эпидермис в положениях С1 и С2 был самым тонким в этой группе рыб и достоверно отличался от позиций А1, А2, и В2.

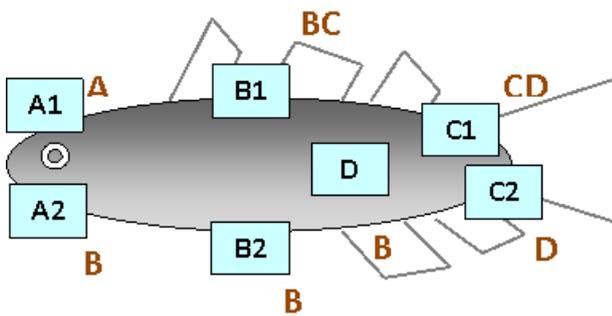


Положение	Средняя толщина (мкм)	СО
A1	128.97	39.59
A2	78.35	31.84
B1	64.97	28.14

Рис. 1. Средние значения толщины эпидермиса в положениях от A1 до D молоди атлантической трески в возрасте 5 месяцев (n = 5). CO - стандартное отклонение.

B2	72.50	32.96
C1	32.62	10.83
C2	37.24	17.92
D	48.09	17.79

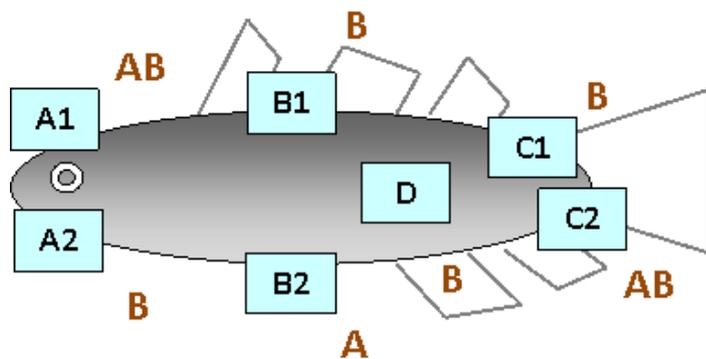
Наибольшая толщина эпидермиса у молоди в возрасте 1 года была обнаружена в позиции A1 ($p < 0.001$) (Рис. 2). Эпидермис в положениях C1 и C2 был самым тонким в этой группе и достоверно отличался от позиций A1, A2, B2 и D.



Положение	Средняя толщина (мкм)	CO
A1	180.90	17.47
A2	127.38	63.69
B1	92.57	37.89
B2	105.15	33.72
C1	56.29	21.31
C2	49.57	14.48
D	96.31	15.77

Рис. 2. Средние значения толщины эпидермиса в положениях от A1 до D молоди атлантической трески в возрасте 1 года (n = 5). CO - стандартное отклонение.

У рыб в возрасте 1,5 лет наибольшая толщина эпидермиса была обнаружена в позиции B2; ее значение достоверно отличалось от положений A2, B1, C1 и D ($p = 0.0003$) (Рис. 3). Толщина эпидермиса в позициях B1 и C1 была наименьшей в этой группе рыб и достоверно отличалась от



положения B2.

Положение	Средняя	CO
-----------	---------	----

Рис. 3. Средние значения толщины эпидермиса в положениях от А1 до D молоди атлантической трески в возрасте 1,5 лет (n = 5). СО - стандартное отклонение.

	толщина (мкм)	
A1	247.10	45.96
A2	232.47	45.77
B1	204.51	47.07
B2	297.47	78.15
C1	204.08	70.61
C2	237.64	63.90
D	207.14	53.49

Средняя толщина эпидермиса в позициях от А1 до D у молоди трески достоверно зависела от возраста рыб ($p < 0.001$), с наименьшей толщиной (мкм) у рыб в возрасте 5 месяцев (66.52 ± 5.79), несколько большей – у рыб в возрасте 1 года (101.57 ± 5.52) и самой большой – у рыб в возрасте 1,5 лет (232.92 ± 5.36). Нами была выявлена статистически достоверная разница в среднем значении толщины эпидермиса для трех групп молоди вместе взятых ($p < 0.001$) с наибольшей толщиной в позиции А1.

Таким образом, толщина эпидермиса атлантической трески увеличивается с возрастом рыб. Эпидермис эмбриона и личинок атлантической трески, изученных в данной работе, состоял из одного или двух клеточных слоев. Это соответствует данным Morrison (1993), изучавшей личинок атлантической трески, и других авторов, исследовавших личинок палтусовидной камбалы, *Hippoglossoides elassodon* (Wellings and Brown, 1969) и атлантической сельди, *Clupea harengus* (Jones et al., 1966). Толщина эпидермиса молоди атлантической трески разного возраста варьировала примерно от 7 клеток до 30.

Средняя толщина эпидермиса личинок 3 нпв была достоверно больше, чем у эмбриона, личинок при вылуплении и 1 нпв.

Для молоди трески средняя толщина эпидермиса, изученного в выбранных позициях на теле рыб, также достоверно увеличивалась с их возрастом: от 66.52 ± 5.79 мкм у рыб в возрасте 5 месяцев, 101.57 ± 5.52 мкм у рыб в возрасте 1 года до 232.92 ± 5.36 мкм у рыб в возрасте 1,5 лет.

Помимо возраста и вида рыб, толщина эпидермиса может зависеть от положения на теле (Bullock and Roberts, 1974). Толщина эпидермиса в разных частях тела личинок трески не имела достоверных отличий в данной работе, в отличие от молоди. Эпидермис был достоверно толще в головном отделе или в передних частях тела молоди рыб, дорсально и вентрально у рыб первой и второй групп и в среднем отделе вентрально – у рыб третьей группы. Позиции хвостового отдела и дорсальное положение в средней части тела имели достоверно наименьшую толщину эпидермиса у рыб первой, второй и третьей групп, соответственно.

Таким образом, толщина эпидермиса молоди атлантической трески в данной работе достоверно уменьшалась от головного отдела к хвостовому. Для лососевых также характерна большая толщина эпидермиса на вершине головы и на плавниках, где отсутствует чешуя (Ferguson, 2006). Такая разница в толщине эпидермиса может иметь защитную функцию против сопротивления воды для рыб. На практике, увеличение толщины эпидермиса рыб может свидетельствовать об агрессивности факторов окружающей среды, в частности, механическом воздействии на кожу рыб (сильный поток воды, неподходящее дно или стенки аквариума и т.д.), что может быть использовано в качестве индикатора воздействия внешней среды при искусственном выращивании атлантической трески.

Литература

- Bullock, A.M. and Roberts, R.J. The dermatology of marine teleost fish. I. The normal integument // *Oceanographic Marine Biological Annual Review*, 13. - pp. 383-411. – 1974.
- Culling, C.F.A. (1974b) Routine stains. In Culling, C.F.A. (ed.), *Handbook of histopathological and histochemical techniques*. Butterworth & Co. Ltd, London, p. 219.
- Ferguson, H.W. Skin. In Ferguson, H.W. (ed.) // *Systemic pathology of fish*: Scotian Press, London. - pp. 65-89. - 2006.
- Jones, M.P., Holliday, F.G. and Dunn, A.E.G. Ultra-structure of epidermis of larvae of herring *Clupea Harengus* in relation to rearing salinity // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 46. – pp. 235-239. – 1966.
- Morrison, C.M. Eleutheroembryo (Yolk-sac larva or prolarva). In Morrison, C.M. (ed.) // *Histology of the Atlantic cod, Gadus morhua*: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, Ottawa, Vol. 4. - pp. 5-45. – 1993.
- Strussmann, C.A., Nin, F. and Takashima, F. (1994) Microscale Variation in Epidermal Thickness, Distribution, and Size of Mucus and Alarm Substance Cells in the Skin of Juvenile Fancy Carp, *Cyprinus carpio*. *Copeia*, 956-961.
- Wellings, S.R. and Brown, G.A. Larval Skin of Flathead Sole, *Hippoglossoides Ellassodon*: *Zeitschrift Fur Zellforschung Und Mikroskopische Anatomie*, 100. - pp. 167-179. – 1969.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ РЫБЫ ЧИСТИЛЬЩИКА РАДУЖНОГО ГУБАНА (*LABRUS BERGYLTA*)

Щепак Л. В., Журавлева Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра биоэкологии)

Development of Ballan wrasse is not well described and the combined effect of environmental parameters such as temperature and salinity is not known. For better understanding of the tolerance of Ballan wrasse to various range of environmental conditions like temperature and salinity at early developmental stages, the effects of different temperature and salinity on morphometric characteristics of newly hatched larvae, larvae hatching success, hatching time variations were determined and malformations of early larva examined.

Норвежские специалисты в области аквакультуры предложили альтернативу химическим методам борьбы с «проблемой морской вши» - использование рыбы чистильщика вида Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) - естественного охотника на паразита (Sayer and Treasurer, 1996; Per Gunnar Kvenseth and Norsk Sjømatser, 2003; Per Gunnar Kvenseth, 2003; Skiftesvik and Bjelland 2003)

Совместное разведение Ballan wrasse вместе с лососем спасает лосося от морской вши, Ballan wrasse съедает микроорганизмы прямо с чешуи лосося (Gracia-López and Kiewek-Martínez, 2004).

Основным препятствием в масштабном использовании Ballan wrasse для аквакультуры, является ограниченность их популяции в дикой природе, которая уменьшается по мере вылова (Sayer and Treasurer, 1996). Таким образом, успешное использование экологически чистых мер (использование Ballan wrasse), а не химических средств для борьбы с вшами в 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 (Helvik and Walther, 1993; Morehead and Hart, 2003; Gracia-López and Kiewek-Martínez, 2004; Yang and Chen, 2005). При этом эмбриональное развитие Ballan wrasse не достаточно изучено, а эффекты таких параметров среды как, температура и соленость, вовсе не исследованы.

Главной целью данной работы было изучить раннее эмбриональное развитие наиболее перспективной рыбы чистильщика *Labrus bergylta* (Ballan wrasse), которое не было изучено прежде.

Материалы и методы

Для определения уровня толерантности Ballan wrasse к таким факторам окружающей среды как температура и соленость на раннем этапе эмбрионального развития, были исследованы эффекты действия различных температур и солености на морфометрические характеристики ларв Ballan wrasse, на процент выклева, вариации времени выклева, а также на деформации и отклонения в развитии у ларв в период выклева.

Материал для работы был взят из Морской исследовательской станции университета северной Норвегии (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway). Икра Ballan wrasse была получена от рыб производителей пойманных в Agder (Sørlandet, Norway) и адаптированных к искусственным условиям в течение двух лет на станции. Для эксперимента

была выбрана одна кладка с оплодотворенной икрой (95% оплодотворения) на стадии морулы для дальнейшей инкубации в 9ти разных комбинациях температуры и солености: 10 °С 26‰; 10 °С 30‰; 10 °С 33‰; 15 °С 26‰; 15 °С 30‰; 15 °С 33‰; 20 °С 26‰; 20 °С 30‰; 20 °С 33‰.

Эксперимент с инкубированием икры был завершен после наступления вылупления свободных эмбрионов (0 день после выклева), которые были зафиксированы в фиксативе для электронной микроскопии (EM-fixative) для дальнейшего исследования морфометрических характеристик ларв и определения наличия деформаций.

Результаты и обсуждение

Был рассчитан диаметр зафиксированной икры. Рассчитаны следующие морфометрические характеристики ларв (мм), зафиксированных в EM –fixative (Zhang Genyu and Shi Yonghai, 2010):

Стандартная длинна

Ширина миотома

Горизонтальный диаметр глаза

Длина желточного мешка

Ширина желточного мешка

Объем желточного мешка (мм³)

Также, для каждой из комбинаций исследуемых параметров были рассчитаны :

Процент выклева

Время выклева

Длительность выклева

Длительность инкубационного периода (в градусднях)

Личинки губана вылупились из икры, полученной при естественном нересте дикого поймал маточного стада в плену. Процент выклева варьировался от 51,98% до 84,57%, и самый высокий был найден в комбинации 15 °С температуры и 33‰ солености. Размер личинки при выклеве, как правило, уменьшался с увеличением температуры. Время инкубации до выклева колебалось в зависимости от температуры: 59,3 градусней (5 дней инкубации при температуре 15 °С), 67,5 градусней (4 дня при температуре 20 °С), 76,3 °С градусней (8 дней при температуре 10 °С). В среднем стандартная длина вылупившихся личинок составляла $3,297 \pm 0,2$ мм.

В эксперименте значительная часть личинок вылупилась асинхронно (в течение 3 дней). Длительность периода выклева (время от выклева первых ларв до последней) была различной для выбранных диапазонов комбинаций температуры и солености. Для выклева личинок инкубированных при температуре 10 °С длительность периода выклева составляла 75 часов; при 15 °С - 51 часа, а при 20 °С - 48 часа.

Статистический анализ данных показал существенное влияние длительности периода выклева на процент общего выклева личинок.

При инкубации икры в температуре 10 °С основная часть личинок вылупились в первый день общего выклева (ранний выклев), но эта тенденция не наблюдалась при инкубации в температурах 15 °С и 20 °С, где основная часть личинок вылупились на второй день. В контексте искусственного выращивания, вопрос синхронного выклева является очень интерес-

ным, потому что день выклева важен для определения стадии развития всех личинок, чтобы вовремя начать их экзогенное кормление (Bjelland and Skiftesvik 2006).

Личинки, вылупившиеся из икры инкубированной при разных комбинациях температуры и солености, различались по морфометрическим параметрам, а также имели разные типы деформаций, процент встречаемости которых был разным при разных комбинациях условий инкубирования (температуры и солености). Стандартная длина при выклеве в разных температурах, использованных в эксперименте, сильно различалась, начиная от 2,6 мм, заканчивая 3,96 мм.

Полученные результаты позволили выделить 6 основных типов деформаций и дефектов развития личинок радужного губана, которые послужили основой для создания надлежащей классификации дефектов развития вылупившихся личинок, где основные типы деформаций были разделены в дальнейшем на подтипы. Все типы и подтипы деформаций личинки описаны в классификации и подтверждены фотографиями, сделанными с помощью микроскопа Olympus SZ-12 и программы «software program Cell A, Olympus». Наиболее распространенными деформациями только что вылупившихся личинок губана были: осевое искривление позвоночного столба (лордоз и кифоз) и латеральное искривление (сколиоз) позвоночника в брюшной и хвостовой части

Процент вылупившихся личинок с явными деформациями и нарушениями в развитии варьировался от 100% при сочетании условий инкубирования: 20 ° C и 26 ‰, 20 ° C 33 ‰ ; до 65,5% для сочетания самой низкой температуры и солености 15 ° C 33 ‰. Случаи выклева ларв с тяжелыми пороками развития имели тенденцию к увеличению с ростом температуры инкубирования.

Результаты обработки данных эксперимента (процента выклева, количества и видов деформаций) указывают на то, что оплодотворенная икра радужного губана *Labrus bergylta* (Ballan wrasse) может развиваться до выклева в широком диапазоне солености, но мы заключили, что оптимальная температура для успешного развития оплодотворенной икры лежит в пределах температур от 10 ° C до 15 ° C , где был зафиксирован самый высокий коэффициент выклева, и самый низкий процент деформаций личинок.

Данное исследование дает ценную информацию о влиянии различных условиях инкубирования таких, как температура (10, 15, 20 ° C) и соленость (26, 30, 33 ‰). А также данная работа может быть полезна для установления требований к условиям инкубирования в коммерческом выращивании радужного губана для достижения оптимального состояния здоровья и дальнейшего роста личинок.

Литература

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

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

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

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

Per Gunnar Kvenseth, Norsk Sjømatcenter, et al. Use of wrasse for small salmon// Norsk fiskeoppdrett 2003,53: 12-16

Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS. Ballan wrasse - strong medicine// Norsk fiskeoppdrett 2003, 53: 18-26

Sayer M., Treasurer W., et al. Wrasse: biology and use in aquaculture. Oxford, Fishing News Books, 1996

Skiftesvik A. B. and R. M. Bjelland. Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*)// Norsk fiskeoppdrett 2003, 12: 41-44

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

Zhang Genyu, Shi Yonghai, Zhu Yazhu, Liu Jianzhong, Zang Weiling et al. Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifugu flavidus*// Aquaculture 2010, 302(1-2): 71-75

ВИДЫ КОЛОКОЛЬЧИКА ИЗ СЕМЯН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В МУРМАНСКЕ

Горбунова С. И. (г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Семейство колокольчиковых – одно из самых богатых декоративными растениями и издавна привлекает внимание любителей цветов. С редким единодушием во всем мире эти растения названы по сходству цветков с одним и тем же предметом – колоколом. За последние века колокольчики отнюдь не вышли из моды, более того, со временем их ассортимент значительно расширился, цветоводы познакомились с растениями далеких стран и высоких гор.

Большинство колокольчиков неприхотливо в культуре, не поражается вредителями и болезнями. Для посадки большинства видов нужно светлое или полутенистое место. Требования к почвам у разных видов отличаются, поэтому для их хорошего развития нужно регулировать кислотность почвы в нужную сторону, хотя на нейтральной почве могут расти практически все виды.

Несколько капризны, бывают только западноевропейские виды, которые требуют легкого укрытия на зиму. Однако они не только и не столько вымерзают, сколько выпревают под теплым покровом снега, поэтому, если уж укрывать, то обязательно делать сухое укрытие. Пленкой пользоваться не рекомендуется, так как она держит влагу, не только поступающую сверху, но и испаряющуюся снизу. Все колокольчики хорошо отзываются на подкормку и умеренный полив.

Колокольчики обычно хорошо размножаются посевом семян в грунт, однако некоторые виды нуждаются в стратификации семян, поэтому лучше всего высевать их под зиму. Многие виды способны размножаться самосевом и даже становятся сорняками. Особенно это относится к видам, дико встречающимся в средней полосе России. Эти растения приспособлены к густому травянистому покрову наших лугов и хорошо борются с окружающими их растениями, в том числе и соседями по клумбе. Такой живучестью они, не в последнюю очередь, обязаны мелким семенам, которые легко попадают на почву даже в плотном травостое. Однако подобная особенность требует несколько другого подхода к посеву. Семена колокольчиков не выносят глубокой заделки, всходы у них мелкие и трудно пробиваются сквозь почву, поэтому при посеве их нужно как можно слабее засыпать. Одновременно, как и все мелкие семена, они очень чувствительны к влажности почвы, т.к. почти не способны накапливать воду в самом семени. Мелкие семена колокольчиков не могут сохранить воду достаточное время для прорастания, поэтому, как только посев пересохнет, все всходы погибнут.

С другой стороны, в слишком влажной почве мелкие семена оказываются сплошь затопленными и лишенными воздуха. В этом случае они задыхаются и также погибают. В природных условиях влагу удерживают остатки растений, между которыми упало семечко. В то же время, они не лишают его воздуха. Таким образом, при посеве колокольчиков, желательно засыпать их не просто почвой, а тонким слоем влажного перегноя. Почву под посевом нужно слегка уплотнить, причем, не проводя бороздку в почве, а выдавливая ее, например ручкой тупки. Рассыпать семена следует на расстоянии 2 см друг от друга, чтобы впоследствии всходы не пришлось прореживать.

При подзимнем посеве всходы большинства колокольчиков появляются через 2-3 недели после таяния снега. Обычно они очень мелкие, поэтому для пересадки будущих колокольчиков на постоянное место нужно подождать еще как минимум середины июня. Пересадку желательно проводить с комом земли, не беспокоя корешки, которые у многих колокольчиков стержневые, длинные и плохо восстанавливаются при повреждении. Некоторые колокольчики вообще не пересаживаются во взрослом состоянии. Если же такая операция неизбежна, перед посадкой нужно тщательно побрызгать растение раствором Эпина (1 капля на 1

литр воды), который увеличивает стойкость растения к высыханию. Корневую систему пересаживаемого растения обязательно нужно обильно смочить либо тем же Эпином, либо раствором препарата Циркон, ускоряющим корнеобразование (Замятина, 2007).

В почве ботанического сада Мурманского государственного технического университета высеивались семена колокольчика видов, представленных в таблице. Знаком «-» в таблице указано, что семена не взошли, а знаком «+» то, что у семян наблюдалась всхожесть.

Таблица. Всхожесть семян колокольчиков

№ п/п	№ тепличный	Вид	Место происхождения семян	Дата посева	Всхожесть
1	2	3	4	5	6
1	228/253	<i>Campanula rotundifolia</i> L. Колокольчик круглолистный	Швеция	18.06.02	-
2	392	«-----»	Петрозаводск	13.06.03	+
3	479	«-----»	Швеция	06.06.05	-
4	36	«-----»	Чехия	03.06.04	-
5	338	<i>Campanula latifolia</i> L. var <i>machrantha</i> Колокольчик широколистный	Чехия	03.06.04	-
6	339	<i>Campanula latifolia</i> L. Колокольчик широколистный	Чехия	03.06.04	-
7	485	«-----»	Швеция	08.06.04	+
8	682	«-----»	Чехия	05.06.05.	+
9	12	«-----»	Норвегия	06.06.06	+
10	32	«-----»	Петрозаводск	03.06.10	+
11	269/335	<i>Campanula persicifolia</i> L. Колокольчик персиколистный	Петрозаводск	18.06.02	+
12	676	«-----»	Чехия	03.06.04	+
13	34	«-----»	Петрозаводск	03.06.10	-
14	484	«-----»	Норвегия	08.06.04	-
15	695	<i>Campanula sibirica</i> L.	Швеция	05.06.05.	+

		Колокольчик сибирский			
16	678	<i>Campanula glomerata</i> L. Колокольчик скученный	Чехия	05.06.05.	+
17	383	«-----»	Марий Эл	04.06.11	-
18	337	«-----»	Чехия	03.06.04	-
19	271/337	<i>Campanula patula</i> L. Колокольчик раскидистый	Петрозаводск	18.06.02	-
20	390	<i>Campanula carpatica</i> JACQ. Колокольчик карпатский	Швеция	13.06.03	+
21	340/402	«-----»	Петрозаводск	16.06.03	-
продолжение					
1	2	3	4	5	6
22	-	«-----»	Москва ООО «РС – овощи и цветы»	09.06.05	+
23	372	<i>Campanula barbata</i> Колокольчик бородатый	Норвегия	25.07.03	+
24	156	«-----»	Полярно- альпийский ботанический сад-институт	16.08.10	-
25	483	<i>Campanula rapunculoides</i> Колокольчик рапунцеливид- ный	Швеция	06.06.04	-
26	478	«-----»	Норвегия	08.06.04	-
27	35	«-----»	Петрозаводск	03.06.10	-
28	14	«-----»	Норвегия	06.06.06	-
29	13	<i>Campanula trachelium</i> Колокольчик крапиволистный	Швеция	08.06.04	+
30		«-----»	Норвегия	08.06.04	-

31	-	<i>Campanula medium</i> Колокольчик средний	Москва агро- фирма «Се- дек»	22.09.08	-
32	-	«-----»	Москва агро- фирма «Се- мена Гавриш»	22.09.08	-

С 2002 по 2011 годы в почву ботанического сада было высеяно 32 образца (образец – растение одного вида) 11 видов колокольчика.

Колокольчик круглолистный (*Campanula rotundifolia* L.) Из высеянных семян в 2002 - 2005 годах всхожесть наблюдалась у семян из Петрозаводска в 2003 году. Невсхожесть семян может объясняться разными причинами.

Колокольчик широколистный (*Campanula latifolia* L.) Из высеянных семян колокольчика данного вида (происхождение семян – из Чехии, Швеции, Норвегии, Петрозаводска) не взошли семена из Чехии. Из остальных получены красивоцветущие растения, которые цветут каждый год и образуют семена.

Колокольчик персиколистный (*Campanula persicifolia* L.) Из высеянных семян колокольчика персиколистного всхожесть наблюдалась у семян из Петрозаводска в 2002 году и у семян из Чехии, высеянных в 2004 году. Полученные растения цветут каждый год и образуют семена.

Колокольчик сибирский (*Campanula sibirica* L.) Высеянные семена колокольчика сибирского из Швеции в 2005 году дали всхожесть, но полученные сеянцы из-за неправильного ухода погибли.

Колокольчик скученный (*Campanula glomerata*) Из высеянных семян колокольчика из Чехии (в 2004 – 2005 годах), Марий Эл (2011 год) всхожесть наблюдалась у семян Чехии, высеянных в 2005 году.

Колокольчик раскидистый (*Campanula patula* L.) Всхожести семян колокольчика данного вида из Петрозаводска не наблюдалось.

Колокольчик карпатский (*Campanula carpatica* Jacq.) Высеянные семена колокольчика карпатского из Швеции в 2003 году и Москвы в 2005 году дали всхожесть, а из Петрозаводска в 2003 году – нет. У полученных растений колокольчика наблюдался отпад.

Колокольчик бородачатый (*Campanula barbata*) У семян колокольчика бородачатого из Норвегии в 2003 году всхожесть семян наблюдалась, а у семян из Полярно-альпийского ботанического сада-института в 2010 году её не было.

Колокольчик рапунцелевидный (*Campanula rapunculoides*) Всхожести семян данного вида колокольчика из Швеции, Норвегии, Петрозаводска, высеянных в 2004, 2006, 2010 годах, не наблюдалось.

Колокольчик крапиволистный (*Campanula trachelium*) Из высеянных семян данного вида колокольчика из Швеции и Норвегии в 2004 году всхожесть наблюдалась у семян из Швеции.

Колокольчик средний (*Campanula medium*) Высеянные семена колокольчика среднего из Москвы в 2008 году всхожести не дали.

В процессе наблюдений за всхожестью семян 32 образцов колокольчика установлено, что у одних и тех же видов она может наблюдаться, и её может не быть.

При выращивании колокольчика из семян нужно обратить внимание, прежде всего, на агротехнику выращивания, а также на спелость семян, сроки и условия их хранения. При получении растений из сеянцев необходим правильный уход за ними.

Использованная литература

Замятина, Н. Г. Колокольчики /Н. Г. Замятина Изд.: Издательский дом МСП. 2007 г., Серия: Цветы и кустарники. – 48 с.

ЛИЛЕЙНИК ГИБРИДНЫЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ

Горбунова С. И. (г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Лилейник гибридный, или краснодев (*Heimerocallis hybrida hort.*) начинает цвести в ботаническом саду МГТУ в конце июля – начале августа.

Название растения происходит от греческих слов «hemera» - день и «kallos» - красота, что связано с краткосрочным цветением большинства видов, каждый цветок цветёт обычно один день. Распространён лилейник в умеренных зонах Евразии.

Это травянистые корневищные многолетники. Побеги шнуровидные, часто мясистые, утолщённые. Прикорневые листья двурядные, широколинейные, цельнокрайние, прямые или дуговидно-изогнутые, крупные. Цветоносы безлистные, ветвистые, высотой 50 -100 см. Цветки крупные, жёлтые, оранжевые, гибридные – розовые, белые, красные. Плод – трёхгранная коробочка с немногочисленными чёрными, блестящими семенами.

Лилейники используют для групповых посадок на газонах близ деревьев и кустарников, в миксбордерах, а также для составления букетов и цветочных композиций, все бутоны на цветоносах постепенно распускаются в воде (Справочник цветовода, 1996).

Лилейник – очень пластичное растение; оно может расти в тени, полутени, но только на освещённом участке его цветение будет массовым и обильным. Особенно это подтверждено для гибридных сортов. Только под ярким солнцем цветок лилейника открывается полностью, в солнечную погоду окраска цветка проявляется в полной мере (Хими́на, 2005).

Растение может размножаться вегетативно и семенами. Основной способ, которым размножают лилейник в ботаническом саду МГТУ, - вегетативный. Размножение лилейника осуществляется делением куста растения. Размножение лилейника семенами – способ, который в Мурманске не использовался.

Семена лилейника имеют шаровидную или удлинённо-шаровидную эллиптическую форму в виде капли. Поверхность ровная, гладкая, что зависит от присутствия в ней тех или иных пигментов, чаще всего антоцианов.

При выращивании растения из семян необходимо учитывать ряд факторов. Характерной особенностью зрелых семян является то, что в них содержится очень мало воды, так как она выходит при созревании семян через семенную кожуру.

Просушивание собранных семян лилейника и подготовка их к хранению в холодильнике до посева требует опыта и внимательного отношения. Недосушенные семена могут покрыться плесенью и загнить во время хранения. У пересушенных семян может затянуться время прорастания до 1-1.5 месяцев. Досрочному прорастанию семян препятствует накопление в них фитогормона - абсцизовой кислоты.

Семена следует высевать свежесобранными под зиму или весной следующего года. При весеннем посеве семена следует стратифицировать при температуре 2 - 4 °С в течение 1,5 – 2 месяцев. Семена по размеру крупные, и их следует высевать в холодный парник или грядку на глубину 1,5 – 2 см. В этом случае лилейники прорастают быстро и дают дружные всходы. Растения, выращенные из семян, зацветают на 2-3 год. Первое цветение бывает слабым. Всхожесть у семян лилейника сохраняется в течение 2 лет (Хими́на, 2005).

Семена лилейника гибридного в количестве 16 штук, собранные в 2005 году в ботаническом саду МГТУ, были посеяны 5 декабря 2005 года в ёмкость с почвой. Ёмкость до 1 марта

2006 года стояла в неотапливаемом помещении, а затем была перенесена в помещение с отоплением. Через 3,5 месяца семена проросли. Всхожесть составила 50 %.

Семена лилейника гибридного, собранные в 2006 году в ботаническом саду МГТУ, были высеяны 17 ноября 2006 года в ёмкость с почвой в закрытом грунте. В пяти рядах семена перед посевом прошли обработку, а в шестом ряду они ничем не обрабатывались. Данные по обработке семян представлены в таблице 3.

Ёмкость с семенами с 17 по 22 ноября стояла в закрытом помещении. Данные по температуре окружающего воздуха и почвы в этот период приведены в таблице 1.

Таблица 1. Температура почвы в ёмкости и помещении с 17 по 24 ноября 2006 года

Дата	Средняя температура, °С	
	почвы	в помещении
Ноябрь 2006 года		
17	10	13
20	11,3	15
21	11,0	15
22	11,7	15
23	12,3	14

Ёмкость с семенами была перенесена 24 ноября 2006 года в открытый грунт. В процессе дальнейших наблюдений проводились замеры температуры окружающего воздуха, почвы на поверхности ёмкости, высоты снежного покрова. Это представлено в таблице 2.

Таблица 2. Температура поверхности почвы в ёмкости и окружающего воздуха с декабря 2006 по июль 2007 года

Месяц	Температура почвы, °С			Температура окружающего воздуха, °С		
	min	max	среднее	min	max	среднее
2006 год декабрь	- 10	0	- 3	- 13	0	- 4,2
2007 год						
январь	0	+ 1	- 1,6	- 22	+ 2	- 5,3
февраль	- 7	+ 1	- 3,3	- 31	- 10	- 17,1
март	- 7	+ 1	+ 0,3	- 14	0	- 1,9

апрель	- 1	0	0	- 10	+ 5	- 0,2
май	+ 1	+ 10	+ 3,9	+ 1	+ 12	+ 6,0
июнь	+ 4	+ 15	+ 7,5	+ 5	+ 21	+ 9,3
июль	+ 8	+ 14	+ 12,3	+ 8	+ 18	+ 11,0

Минимальная температура поверхности почвы в ёмкости находилась в пределах от - 10 °С в декабре до +8 в июле, а максимальная от 0 в декабре до +15,3 °С в июле. Температура окружающего воздуха в период с декабря по июль находилась в очень широком диапазоне – от -31 °С в январе до +18 – в июле. Скачки температуры окружающего воздуха не оказали существенного влияния на температуру почвы в ёмкости, так как она находилась под снегом. Высота снежного покрова колебалась от 0 до 63 см. Полностью снег стаял 27 апреля. Оттепель наблюдалась 24 ноября, 10 и 21 декабря. Дождь был 12 и 14 декабря, что способствовало сходу снега в данный период.

Проращение семян лилейника гибридного, высеянных 17 ноября 2006 года, представлено в таблице 3.

№ ряда	Метод обработки семян	Количество семян, шт	Дата всхожести /количество, шт.					Всхожесть, %
			25.05/	4.06/	27.06/	4.07		
1	Эсп 15 минут	30	1	6	9	10/		33,3
2	Эсп 30 минут	30	1	7	11	12	18.07/12	40,0
3	Эсп 45 минут	30			3	7	18.07/9	30,0
4	Эсп 60 минут	30			3	7		23,3
5	Замочены в растворе гетероаусина	30			4	7		23,3
6	Не обрабо-	30			3	7		23,3

	таны ничем				3	7		
--	------------	--	--	--	---	---	--	--

Таблица 3. Проращание семян лилейника в ёмкости с почвой

Установка «Ижица- 1200» предназначена для обработки рыбных и мясных продуктов питания за счёт электростатического поля (ЭСП). Для изучения возможности лучшего проращания семян лилейника были проведены исследования предварительной обработки в ЭСП в течение 15, 30, 45, 60 минут. Семена также замачивались в течение суток в растворе гетероауксина (1 таблетка на 1 литр воды). Гетероауксин (индолил-3- уксусная кислота) предназначен для посадочного замачивания луковиц и клубнелуковиц цветочных культур, черенков и т. д. для стимулирования корнеобразования.

Всхожесть семян лилейника, предварительно обработанных в ЭСП течение 15 и 30 минут на месяц раньше, чем остальных. В целом, всхожесть семян, обработанных в ЭСП в течение 15, 30 и 45 минут выше, чем у остальных, в том числе и ничем необработанных.

Невысокая и поздняя всхожесть семян лилейника в ёмкости с почвой в открытом грунте может объясняться относительно низкой температурой почвы (средняя температура в июне - $+7,5^{\circ}\text{C}$, в июле - $+12,5^{\circ}\text{C}$) и окружающего воздуха (средняя температура в июне - $+9,3^{\circ}\text{C}$, в июле - $+11,0^{\circ}\text{C}$). Семена лилейника, собранные в 2006 году в ботаническом саду МГТУ, высеянные в ёмкость с почвой в закрытом помещении 7 апреля 2010 года всхожести не дали (она прошла из-за длительного срока хранения).

Литература

Справочник цветовода, 1996 / В. В. Вакуленко, Е. Н. ЗайцеваТ. М. Клевенская и др.; Сост. Н. П. Николаенко. – 2е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1996 – 446 с., [24] л. ил.

Хими́на, Н. И. Лилейники /Н. И. Хими́на - - М. : Кладезь - Букс, 2005 – 95 с.

ВЫРАЩИВАНИЕ БУКВИЦЫ КРУПНОЦВЕТКОВОЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ

Горбунова С. И. (г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Буквица крупноцветковая (*Betonica grandiflora* Stev. et Willd.) – корневищный многолетник с цветками, собранными в ложные мутовки. В почве ботанического сада МГТУ цветёт в августе. Родом с Кавказа и из Малой Азии. Стебли слабые, лежачие, образуют эффектные низкие куртинки, цветки – розовые головчатые соцветия. Зимостойка (Справочник цветовода, 1996).

Размножается буквица делением куста и семенами. Плоды, как и у всех губоцветных, состоят из четырёх односемянных орешков. Орешки (семена) продолговато-яйцевидные, гладкие, бурые, до 2 мм длиной. Всхожесть семян сохраняется до 3 лет.

Семена не нуждаются в стратификации, но посев под зиму всегда даёт лучшие всходы. При посеве весной всходы появляются через две – четыре недели и обычно всхожесть семян невелика. В первый год у буквицы образуется розетка листьев, на второй год цветут единичные экземпляры, массовое цветение наступает на третий год.

Буквица крупноцветковая хорошо смотрится, если её посадить большими группами в сочетании с другими декоративными многолетниками, из неё получают хорошие бордюры; благодаря красивым тёмно-зелёным листьям она сохраняет декоративный вид и после отцветания. Можно посадить её и в рокариях (Губанов, 2004)

Семена буквицы крупноцветковой, собранные в ботаническом саду в 2002 и 2003 годах, были высеяны в ёмкость с почвой 6 февраля 2004 года. Всхожести семян не наблюдалось.

Высеянные семена буквицы крупноцветковой, собранные в ботаническом саду в 2004 году, были высеяны в ёмкость с почвой 23 марта 2005 года в обогреваемом помещении. Всхожести они не дали. В тоже время эти же семена, высеянные в открытом грунте, взошли.

Семена буквицы крупноцветковой, собранные в ботаническом саду в 2004 и 2005 годах году, были высеяны в ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года. Вначале ёмкости стояли в неотапливаемом помещении до 21 февраля 2006 года, а затем ёмкости перенесли в помещение с отоплением. Условия прорастания семян представлены в таблице 1.

Таблица 1. Условия прорастания семян буквицы крупноцветковой

№ п/п	Год сбо-ра се-мян	Температура °С		Температура °С		Количе-ство вы-сеян-ных се-мян, шт.	Всхожесть		
		поч-вы	в по-меще-нии	поч-вы	в по-меще-нии		коли-че-ство, шт.	%	Дата
1	2004	4,7	7,9	19,1	14,4	8	4	50	9. 03
2	2005	3,7	5,7	19,1	12,8	12	7	58,3	10. 03

Семена буквицы крупноцветковой после нахождения в холодном помещении дали всхожесть при перенесении их в тёплое помещение.

В ёмкость закрытого грунта в 6 рядов были высеяны 17 ноября 2006 года семена буквицы крупноцветковой, собранные в ботаническом саду в 2006 году. В пяти рядах семена перед посевом прошли обработку, а в шестом ряду они ничем не обрабатывались. Данные по обработке семян представлены в таблице 3. Ёмкость с семенами была перенесена 24 ноября 2006 года в открытый грунт. В процессе дальнейших наблюдений проводились замеры температуры окружающего воздуха, поверхности почвы в ёмкости, высоты снежного покрова. Это представлено в таблице 2.

Таблица 2. Температура на поверхности почвы в ёмкости и окружающего воздуха с декабря 2006 по июль 2007 года

Месяц	Температура почвы, °С			Температура окружающего воздуха, °С		
	min	max	среднее	min	max	среднее
2006 год декабрь	- 10	0	- 3	- 13	0	- 4,2
2007 год						
январь	0	+ 1	- 1,6	- 22	+ 2	- 5,3
февраль	- 7	+ 1	- 3,3	- 31	- 10	- 17,1
март	- 7	+ 1	+ 0,3	- 14	0	- 1,9
апрель	- 1	0	0	- 10	+ 5	- 0,2
май	+ 1	+ 10	+ 3,9	+ 1	+ 12	+ 6,0
июнь	+ 4	+ 15	+ 7,5	+ 5	+ 21	+ 9,3
июль	+ 8	+ 14	+ 12,3	+ 8	+ 18	+ 11,0

Минимальная температура поверхности почвы в ёмкости находилась в пределах от -10 °С в декабре до +8 в июле, а максимальная от 0 в декабре до +15,3 °С в июле. Температура окружающего воздуха в период с декабря по июль находилась в очень широком диапазоне – от -31 °С в январе до +18 – в июле. Скачки температуры окружающего воздуха не оказали существенного влияния на температуру почвы в ёмкости, так как она находилась под снегом. Высота снежного покрова колебалась от 0 до 63 см. Полностью снег стаял 27 апреля. Оттепель наблюдалась 24 ноября, 10 и 21 декабря. Дождь был 12 и 14 декабря, что способствовало сходу снега в данный период.

Прорастание семян буквицы крупноцветковой, высеванных 17 ноября 2006 года, представлено в таблице 3.

Таблица 3. Прорастание семян буквицы крупноцветковой в ёмкости с почвой

№ ряда	Метод обработки семян	Количество семян, шт	Дата всхожести /количество, шт.				Всхожесть, %
1	Эсп 15 минут	20	15.05/ 15	18.05/ 20			100
2	Эсп 30 минут	20	15.05/ 18	18.05/ 20			100
3	Эсп 45 минут	20		18.05/ 6	4.06/ 10	15.06/ 12	60
4	Эсп 60 минут	20		18.05/ 20	4.06/ 11	15.06/ 14	70,0
5	Замочены в растворе гетероауксина	20		18.05/ 20	4.06/ 4	15.06/ 4	20,0
6	Не обработаны ничем	20		18.05/ 20	4.06/ 10	15.06/ 10	50

Установка «Ижица- 1200» предназначена для обработки рыбных и мясных продуктов питания за счёт электростатического поля (ЭСП). Для изучения возможности лучшего прорастания семян буквицы были проведены исследования предварительной обработки в ЭСП в течение 15, 30, 45, 60 минут. Семена также замачивались в течение суток в растворе гетероауксина (1 таблетка на 1 литр воды). Гетероауксин (индолил-3-уксусная кислота) предназначен для посадочного замачивания луковиц и клубнелуковиц цветочных культур, черенков и т. д. для стимулирования корнеобразования.

Всхожесть семян буквицы крупноцветковой, предварительно обработанных в ЭСП течение 15 и 30 минут на 3 дня раньше, чем остальных. У этих же семян всхожесть составила 100 %. Как показали дальнейшие наблюдения, сеянцы, полученные из этих семян, росли быстрее остальных. У семян, замоченных в гетероауксине, всхожесть самая низкая, она составила 20 %.

Свежесобранные семена буквицы крупноцветковой могут прорасти в почве Мурманска, если пройдут период охлаждения до более тёплого периода при прорастании.

Литература

Справочник цветовода / В. В. Вакуленко, Е. Н. Зайцева, Т. М. Клевенская и др.; Сост. Н. П. Николаенко. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1996 – 446 с., [24] л. ил.

Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. *Ветоника officinalis L. [Stachys officinalis (L.) Trevis.] — Буквица лекарственная // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3-х томах — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл, 2004. — Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — С. 113.*

ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН АРНИКИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ

Горбунова С. И. (г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Арника (*Arnica*) Род многолетних трав семейства сложноцветных. Более 30 видов, главным образом в Северной Америке, немногие в Европе и Азии. В СССР 8 видов; наиболее известна арника горная (*Arnica montana*).

Арника горная (*Arnica montana* L.)

Это многолетнее травянистое растение высотой 50-60 см. Листья цельнокрайние, тупые, обратнояйцевидные без черешков, стеблевые, супротивные (парные). Молодые листья сверху опушённые. Соцветия оранжево-жёлтого цвета диаметром 5-8 см. Семянки цилиндрические, коротко-опушенные, 5-7 мм длиной, с 5-10 продольными бороздками, от желтовато-зеленых до темно-серых, с хохолком из жестких щетинок. Семена созревают ежегодно в конце августа – сентябре.

Не требовательна к почвам. Положительно отзывается на обильные поливы.

Размножается семенами и делением куста. Для улучшения всхожести семена необходимо промораживать. Цветение и плодоношение наблюдается на третьем году жизни.

Можно использовать для создания групп, рабаток и цветочных полос на любых объектах озеленения. Хорошо смотрится в композициях с мелколепестником оранжевым, колокольчиком скученным, примулой альпийской. Цветёт с довольно сильным запахом. В посадках может находиться до 30 лет (Иванова, 2004).

Семена арники горной, собранные в ботаническом саду МГТУ в 2004 году, были высеяны 23 марта 2005 года в ёмкость с почвой. Всхожесть высеянных семян составила 80 % (средняя температура в помещении была 19 °С, почвы – 14,2). Эти же семена, высеянные 31 мая 2005 в открытом грунте, всхожести не дали.

Семена арники горной, собранные в ботаническом саду в 2005 году, были высеяны в ёмкость с почвой 5 декабря 2005 года. Вначале ёмкость стояли в неотапливаемом помещении до 20 февраля 2006 года (средняя температура в помещении была 4,5 °С, почвы – 0,4), а затем ёмкость перенесли в помещение с отоплением средняя температура в помещении была 16,5 °С, почвы – 10,0). Семена проросли 9 марта. Процент всхожести семян не подсчитывался.

Семена арники горной, собранные в Полярно-альпийском ботаническом саду - институте в 2007 году, были высеяны в открытом грунте ботанического сада МГТУ 7 июня 2010 года. Всхожесть семян составила 66,6 %.

Арника Шамиссо (*Arnica chamissonis* L.)

Многолетнее травянистое растение высотой 45-50 см, с прямостоячим, простым или слабоветвистым стеблем, волокнистым под цветочной корзинкой, с многочисленными густо расположенными листьями. Листья супротивные, сидячие, полустеблеобъемлющие, продолговатые или продолговато-ланцетные, цельнокрайние или слегка зазубренные, острые на верхушке. Соцветие в виде одиночной, прямостоячей корзинки на концах стеблей и ветвей диаметром 2-3 см.

Краевые язычковые и пестичные цветы оранжево-желтые, расположены в один ряд с трехзубым отгибом язычка; срединные цветы трубчатые, обоеполые, пятизубчатые с нижней воло-

систой завязью, несущей хохолки из серых или желтоватых, шерстистых щетинок. Размножается посевом в грунт, посадкой рассады.

Плод — **летучка** многощетинковая, от коротко- до длиннобородчатой, редко почти перистая, белая, чуть розоватая или грязноватая, равная трубчатому венчику или едва его превышает. **Семянка** линейно-цилиндрическая, на концах чуть суженая, с продольными валиками или рёбрышками, в основании всегда с белым колечком, голая, щетинисто-волосистая или даже с железками. Вес 1000 штук семян арники – 1,1 г.

Норма высева семян 6-8 кг/га с глубиной заделки 1,0-1,5 см, с шириной междурядий 60-70 см. Рассаду лучше выращивать в торфо-перегнойных горшочках и высаживать весной в грунт (Мазнев, 2004).

Семена арники Шамиссо из Марийского государственного университета в количестве 10 штук были высеяны 8 июня 2010 года в открытом грунте ботанического сада МГТУ. Всхожесть составила 30 %.

Арника альпийская (*Arnica alpina*)

Семейство сложноцветные (Asteraceae.) Редкий вид. В России распространен только в РСФСР в горных районах Кольского полуострова. Известно менее 10 местонахождений в Хибинских и Ловозерских горах. Имеются указания на произрастание вида в Печенгских тундрах, в окрестностях озера Нотозеро и в бассейне реки Тумчи. Вне России растет в горах севера Скандинавии, некоторых горных районах Северной Финляндии, изолированно - на Шпицбергене. Произрастает главным образом на массивах основных пород. Предпочитает сухие, хорошо освещенные каменистые склоны, осыпи, уступы и карнизы скал. Иногда встречается на луговинах с несомкнутым травяным покровом, развивающихся на мелкозем у подножия скал. Популяции, как правило, малочисленны. Нарушения местообитаний при горных разработках.

Решением Мурманского облисполкома внесен в список охраняемых растений области. В Хибинских и Ловозерских горах организуется ряд заказников для охраны арники альпийской наряду с другими редкими растениями. Необходимы организация новых заказников, контроль за состоянием популяций. Культивируется в питомниках Полярно-альпийского ботанического сада - института. В условиях культуры цветет, плодоносит, но жизнеспособного самосева не дает (Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Мурманской области, 1979).

Семена арники альпийской (*Arnica alpina var tomentosa*) из Швеции в количестве 10 штук были высеяны 28 августа 2002 года в открытом грунте ботанического сада МГТУ. Всхожести они не дали.

Необходимо продолжить наблюдения за прорастанием семян видов арники, представленных выше, в почве Мурманска.

Литература

Иванова, Л. А. Северное цветоводство = Northern Floriculture /Л. А. Иванова, Е. А. Святковская, Н. Н. Тростенюк; Кольск. науч. центр Рос. акад. наук – Апатиты: КНЦ РАН, 2004. – 202 с.

Мазнев, Н. И. Энциклопедия лекарственных растений – 3-е изд., испр. и доп. — М.: Мартин, 2004. - 496 с.

Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Мурманской области, - 2-е изд., испр. и доп. – Мурманск: Кн. изд-во, 1990. - 192 с. , ил.

Экологические тенденции динамики запасов основных промысловых гидробионтов Баренцева моря в условиях изменчивости климата

Шатохин Б. М., Клочков Д. Н. (г. Мурманск, ООО Научно-производственной компания «Морская информатика»)

Since 1999, the abundance of major commercial species has increased in the Barents sea due to global warming. For example, total stock biomass of North East Arctic cod is about to reach 4 million tones, i.e. even exceeding the assessment of the 1950s.

In this paper we will discuss different scenarios behavior and reaction of marine living resources, as well as possible dynamic of conditions of marine ecosystem in the Barents sea. Base on relations in the ecosystem (survival rate, natural and fishing mortality) we made a long-range estimate of stock status of major commercial species at the different stages of the climate change over the Northeast Atlantic.

Изменчивость состояния запасов промысловых гидробионтов существенным образом определяется термогидродинамическим режимом вод Мирового океана. В условиях тренда «потепления», который наблюдается с 1999 г., в Баренцевом море биомасса основных промысловых видов увеличилась. Например, общая биомасса трески приближается к 4 млн т, т.е. значений, которые превосходят даже оценки 50-х годов.

В докладе обсуждаются различные сценарии поведения и реакции гидробионтов, а также возможная динамика состояний экосистемы Баренцева моря в целом, в условиях изменения направленности трендов от «потепления» к «похолоданию». Дается перспективная оценка состояния запасов основных промысловых видов на различных этапах климатической перестройки термодинамических процессов в Северо-Восточной Атлантике, с учетом связей в экосистеме Баренцева моря, выживаемости, естественной и промысловой смертности гидробионтов.

МИКРОБИОЛОГИЯ

INTENSIFICATION OF SURFACTANT SYNTHESIS OF *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241 ON ETHANOL IN PRESENCE OF CITRATE AND FUMARATE

Konon A. D., Chebotaryova K. V., Shevchuk T.A., Pirog T.P. (Kiev, Ukraine, National University of Food Technologies, Department of Biotechnology and Microbiology)

The influence of the fumarate (C4-dicarboxylic acids precursors of the gluconeogenesis) and citrate (the regulator of lipids synthesizes), optimal pH of biosurfactant synthesis during *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 cultivation on ethanol was studied.

It was determined that the neutralization of the medium by the KOH solution in the process of the IMV B-7241 strain cultivation with the subsequent adding of the fumarate (0.01 %) and citrate (0.01 %) at the end of the exponential growth phase was accompanied by the increasing surfactant synthesis by 1.2-fold comparing to the same indexes without neutralization and by 3.5-fold comparing to the cultivation of bacteria on ethanol without organic acids and pH regulation.

The increasing of the surfactant synthesis in the presence of the fumarate and citrate was caused by the 1.7–7-fold increased activity of the biosynthesis enzymes of glycolipids (phosphoenolpyruvate (PEP)-synthetase and thregalozophosphate-syntase) and aminolipids (NADP+- dependent glutamate-dehydrogenase) as well as the simultaneous functioning of two anaplerotic ways (glyoxylate cycle and phosphoenolpyruvate-carboxylate reaction).

In the previous researches it was shown that the *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 strain, isolated from oil-contaminated soil samples, synthesized the surfactants while growing on hydrophilic and hydrophobic substrates [1]. The conditions of IMV B-7241 strain cultivation on ethanol providing maximum rates of surfactant synthesis were set.

Nowadays, the world's main raw materials for the surfactant synthesis are hydrophobic substrates (usually *n*-hexadecane and liquid paraffin). It should be noted that ethanol is much cheaper and more technological substrate comparing with hydrophobic water insoluble substances. The use of ethanol for the surfactant biosynthesis can reduce the cost of cultivation but the yield of the desired product remains low.

One of the approach to improve the efficiency of microbial technology is to introduce exogenous biosynthesis precursors into the medium – intermediate products of metabolism of the growth substrate (primary metabolites), which are the source for the constructive metabolism or synthesis regulators (inductors) of the target product.

Thus, it was previously shown that introduction of 0.2 % fumarate (precursor of gluconeogenesis) and 0.1 % citrate (regulator of lipid synthesis) at the beginning of the stationary growth phase of *Rhodococcus erythropolis* EK-1 on ethanol was accompanied by the increase of surfactant synthesis by 40–100 % comparing with bacteria growing on medium without fumarate and citrate [2]. The increasing of surfactant synthesis under these conditions was caused to the strengthening of gluconeogenesis that was confirmed by 1.5 and 3.5 fold increase of the isocitratelase and phosphoenolpyruvate (PEP)-synthetase activity (the key enzymes of glyoxylate cycle and gluconeogenesis, respectively), and also lipid synthesis, that could indicate the 1.5-fold reduction of isocitrate dehydrogenase activity [2]. The increase of surfactant concentration by 1.5–1.7-fold in the case of introducing into the nutritive medium of *R. erythropolis* EK-1 with *n*-hexadecane fumarate 0.2% and 0.1% citrate was caused by the intensification of trehalose mycolates synthesis that was con-

firmed by the 3–5-fold increase of the activity of PEP-synthetase and trehalose phosphate synthase, respectively [3].

As surfactant synthesized by *A. calcoaceticus* IMV B-7241 on ethanol is complex of glyco-, amino- and neutral lipids [1], we assumed that the introduction of fumarate and citrate into the medium, as well as for the strain of *R. erythropolis* EK-1, might be accompanied with the increase of the surfactant biosynthesis.

The aim of the work was to study the possibility of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 surfactant synthesis intensification on ethanol in the presence of fumarate and citrate.

The indexes of surfactant synthesis and bacteria growth - concentration of biomass, the surface tension (σ) of cell-free cultural liquid, the conditional surfactant concentration (CSC*, dimensionless), the emulsification index of cultural liquid (E_{24} , %)- were determined as it was described in our previous works.

The amount of the exocellular surfactant (g/L) was determined by the gravimetric method after the extraction from the supernatant of cultural liquid with mixture of methanol and chloroform [1]. The surfactant synthesizing ability was determined as the ratio of the concentration of the synthesized surfactant (g/L) to the concentration of the biomass and expressed in g of surfactant / g of biomass.

At the first stage, similarly to the researchers conducted with *R. erythropolis* EK-1 [2, 3], we studied the influence of precursors (0.1–0.5%) on the surfactant synthesis in the case of their addition into the medium with ethanol in the late exponential and the beginning of the stationary growth phases of *A. calcoaceticus* IMV B-7241. It was determined that the introduction of fumarate and citrate hardly affected the synthesis of surfactants. In this regard, at the next stage of the research the concentration of fumarate and citrate were reduced and organic acids were introduced into the ethanol containing medium at the beginning of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 cultivation or in the late exponential growth phase. It was shown that the highest rates of surfactant synthesis were observed in case of simultaneous introduction of fumarate and citrate (0.01 %, Table 1).

Table 1

Surfactant synthesis by *A. calcoaceticus* IMV B-7241 on ethanol in the presence of different concentrations of fumarate and citrate

Concentration of organic acids*	Surfactant concentration, g/L	Emulsification index**, %
Citrate, 0.01	2.6±0.13	91±4
Citrate, 0.02	2.6±0.13	100±5
Citrate, 0.1	1.9±0.10	87±4
Fumarate, 0.01	2.8±0.14	100±5
Fumarate, 0.02	2.5±0.12	87±4
Fumarate, 0.1	2.1±0.10	88±4
Citrate, 0.01 + Fumarate, 0.01	5.0±0.25	89±4

Citrate, 0.02 + Fumarate, 0.02	3.2±0.16	79±4
Citrate, 0.1 + Fumarate, 0.1	2.8±0.14	88±4
Control (without organic acids)	1.7±0.09	88±4

* The introduction of citrate and fumarate was conducted in the late exponential growth phase (48 h).

** Sunflower oil was used as substrate for emulsification.

Thus, the addition of 0.01 % of organic acids in the medium with ethanol in the late exponential growth phase of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 was accompanied by the increasing of the concentration of synthesized surfactants almost by 3 times (from 1.7 to 5.0 g/L) comparing with the cultivation of bacteria on the medium without fumarate and citrate (Table 1). In the case of addition of organic acids in concentration 0.02 % the increase of surfactant synthesis to 3.2 g/L was observed (almost two-fold higher than on the medium without organic acids). It should be noted that unlike *R. erythropolis* EK-1 [2, 3], in the process of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 cultivation either on ethanol or on ethanol in the presence of fumarate and citrate, the emulsification index of cultural liquid was almost unchanged.

At the next stage the activity of enzymes of surfactant biosynthesis with the introduction of organic acids (0.01 %) into the medium with ethanol was analyzed. The experiments have shown that under such conditions the 1.7–7.0-fold increase of the activity of all enzymes was obtained excepting isocitratylase, activity of which was almost the same. The increase of PEP-synthetase and PEP-carboxylase activity (more than 7 and 2.4 fold compared with the activity on the medium with ethanol without organic acids) was the most significant. These results may be evidence of the strengthening of glycolipid surfactant synthesis during the strain IMV B-7241 cultivation. The proof of this was more than 3-fold increase of the trehalose phosphate synthase activity – a key enzyme of the biosynthesis of trehalose mycolates. The increasing of isocitrate dehydrogenase and NADP⁺-dependent glutamate dehydrogenase activity and 2-oxoglutarate dehydrogenase absence in the process of growth strain IMB B-7241 on ethanol in the presence of fumarate and citrate may indicate the increasing of aminolipids synthesis.

The patterns of precursors biosynthesis influence on the formation of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 surfactant were determined. They differed from those for the strain *R. erythropolis* EK-1 [2]: firstly, the optimum concentration of fumarate and citrate for the strain IMV B-7241 was 10-fold lower; secondly, the presence of organic acids increased only the synthesis of surfactant and thirdly, the effect of simultaneous use of organic acids in the nutritive medium with ethanol pronounced – the concentration of surfactant increased almost by three folds, while for the strain *R. erythropolis* EK-1 it increased only twice.

Our results also differ from those ones in the literature. Firstly, the literature describes the increase in surfactant synthesis in the presence of citrate only, which was introduced into the nutritive medium at the beginning of the cultivation [4, 5]. Secondly, the optimal concentration of citrate was 0.5–1.0 %. With such concentration citrate can be seen not as a regulator of lipid synthesis but as the additional growth substrate. It should be noted that we have not found the information about the intensification of surfactant synthesis by simultaneous introduction into the medium either citrate or C₄-dicarboxylic acids.

The decrease of pH to 5.5–5.7 of the cultural broth was observed on the second day of the *A. calcoaceticus* K-4 cultivation on ethanol and by the end of the cultivation pH decreased to 4.5 – 5.0.

The most bacteria transport the salts of organic acids into the cells by the symport with proton. Neutral pH is optimal for such process. Thus, we assumed that the medium neutralization during strain cultivation (and before the addition of organic acids) would be accompanied by the increasing of the surfactant synthesis. The pH of cultural fluid was maintained at a neutral level by addition of 1 N KOH (NaOH) during the process of cultivation.

It was shown that maintaining of the pH at neutral level during bacteria cultivation either on ethanol or ethanol with organic acids was accompanied by the increasing surfactant concentration and surfactant synthesizing ability comparing with the process without pH regulation. It should be noted that the maximum intensification of surfactant synthesis (surfactant concentration 6.0 g/L, surfactant-synthesizing capacity 6.2 g surfactant/g biomass) was observed during the simultaneous introducing of fumarate and citrate into the ethanol medium, as well as the use of KOH solution for the maintaining pH at rate of 7.0. The neutralization of the cultural liquid by sodium hydroxide was accompanied by the decrease of the surfactant synthesis and surfactant-synthesizing capacity by 10–12 % comparing to the indicators obtained with KOH regulation. The cultivating of the IMV B-7241 strain on ethanol in the presence of organic acids and using of KOH as titration agent the emulsification index of the cultural liquid increased (by 7–9 %) comparing with the process without pH regulation.

Further experiments showed that sodium cations were inhibitors of the enzyme activity of the surface-active glyco- (PEP-synthetase) and aminolipids (NADP⁺-dependent glutamate dehydrogenase) biosynthesis by *A. calcoaceticus* IMV B-7241 (Table 2). Thus, the activity of PEP-synthetase and glutamate dehydrogenase decreased by 1.8 and 5 fold respectively in the presence of 50 mM of Na⁺ in the reaction mixture. It was interesting to note that 2-fold reduction of PEP- carboxylase (the enzyme of the anaplerotic reaction filling the pool of C₄-dicarboxylic acids) activity was observed in the presence of sodium cations in the medium with ethanol for strain B-7241 cultivation.

Table 2

Sodium cations effect on activity of some enzyme of
A. calcoaceticus IMV V-7241 surfactant biosynthesis

Concentration of Na ⁺ in the reaction mixture, mM	Enzyme activity* (nmol·min ⁻¹ ·mg ⁻¹ of protein), % of the control			
	(PEP)-synthetase	PEP-carboxykinase	NADP ⁺ -dependent glutamate dehydrogenase	PEP carboxylase
25	72±3.6	D. d.**	20±1.0	70±3.5
50	55±2.8	95±5.0	20±1.0	60±3.0

*Enzyme activity was determined for the cells being at the beginning of the exponential phase of growth (24 hours). The control (100 %) was enzyme activity without sodium cations in the reaction mixture.

**D. d. was not determined.

These results should be considered in the development of microbial surfactants biotechnology particularly while choosing the titration agent.

Organic acids were introduced into the medium with ethanol as sodium salts while studying the influence of the fumarate and citrate on the surfactant synthesis by strain IMV B-7241. Obviously their replacing with potassium salts may be accompanied by the increase of surfactant synthesis. Clarification of these issues will be studied in our future researches.

Thus, the possibility of the increasing of *A. calcoaceticus* IMB B-7241 surfactant synthesis on ethanol while maintaining the pH at a neutral rate by KOH and addition of fumarate and citrate (0.01 %) in the late exponential phase of growth was established. The obtained results had shown the possibility of the regulation of surfactant biosynthesis by *A. calcoaceticus* IMV B-7241 resulting in increasing of biosurfactant concentration.

References

Pirog T. P., Antonyuk S.I., Karpenko E.V., Shevchuk T.A. The effect of the cultivation of *Acinetobacter calcoaceticus* K-4 strain on the synthesis of surfactants // Appl. Biochem. Microbiol. – 2009. – V. 45, N 3 – P. 304–310.

Pirog T.P., Korzh U. V., Shevchuk T.A., Tarasenko D. A. Features of C2 - metabolism and intensification of synthesis of *Rhodococcus erythropolis* EK-1 surfactants, growing on ethanol // Microbiology. – 2009. – V. 77, N 6. – P. 749–757.

Pirog T. P., Shevchuk T.A., Klimenko Y.A., Intensification of synthesis of surfactants of *Rhodococcus erythropolis* EK-1 on hexadecane // Appl. Biochem. Microbiol. – 2010. – V. 46., N 6. – P. 651–658.

de Roubin M.R., Mulligan C.N., Gibbs B.F. Correlation of enhanced surfactin production with decreased isocitrate dehydrogenase activity // Can. J. Ind. Microbiol. –1989. – V. 35, № 9. –P. 854–859.

Lesyk O.U., Eliseeva S.A., Populyah A.V., Karpenko U.V. The foundation of the surfactant complex of yeast *Phaffia rhodozyma* culture and its emulating properties // Microbiol. M. – 1991. –V. 53, N 2. – P. 36–40.

Thaniyavarn J., Chianguthai T., Sangvanish P., Roongsawang N., Washio K., Morikawa M., Thaniyavarn S. Production of sophorolipid biosurfactant by *Pichia anomala* // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 2008. – 72, N 8. – P. 2061–2068.

ОЦЕНКА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЯСА ОЛЕНЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Туршук Е. Г., Меднова Т. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Actuality topic because people increasingly prefer a clean and useful meat of the deer. At the same time when cooking dishes of venison, meat contains very little fat and gives a little juice when cooked.

It is recommended that further research in this area and to experiment, expanding the scope of variation of parameters.

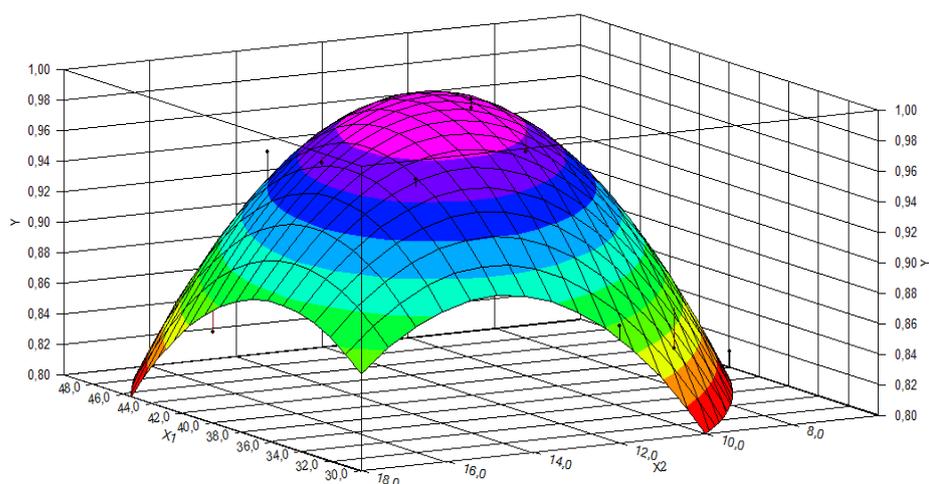
Проведенное исследование, объектом которого являлось мясо северного оленя, было направлено на изучение влияния технологических режимов на качество готового блюда. Целью данной научной работы являлся подбор оптимальных режимов маринования.

Актуальность темы обусловлена тем, что люди все чаще отдают предпочтение экологически чистому и полезному мясу оленя. В то же время при приготовлении блюд из оленины следует учитывать, что мясо содержит мало жира и дает мало сока при тепловой обработке. Оленину предварительно маринуют, чтобы готовое мясо не было жестким и сухим, а блюдо не просто оставалось источником здоровья, но и источником удовольствия. С этой точки зрения и возникает необходимость в изучении и выявлении таких условий маринования, которые обеспечат наилучшие органолептические показатели блюда из оленины.

В ходе работы было изучено влияние длительности маринования и количества основного компонента маринада, клюквы, на органолептические и реологические показатели готовой продукции.

Особенностью приготовления данного блюда является то, что маринад из клюквы в дальнейшем используется для приготовления соуса, используемого при тушении мяса. Такой соус придает данному блюду специфический вкус и аромат клюквы, что увеличивает его органолептические показатели, а также в определенной степени способствует размягчению мяса уже в процессе тушения, что улучшает его консистенцию.

Графическая модель эксперимента представлена на рисунке:



В ходе

данной работы путем постановки экспериментов были получены данные, необходимые для уточнения оптимальных технологических условий маринования мяса.

С помощью микробиологических исследований было доказано, что мясо северного оленя экологически чистое. Мясные полуфабрикаты из сырого и маринованного мяса можно хранить длительное время в замороженном состоянии. Согласно микробиологическим показателям наиболее благоприятно использование клюквы как основного компонента маринада.

В результате исследования пенетрометра было установлено, что при увеличении закладки клюквы в маринад мясо становится более мягким и фарш уплотняется в большей степени, о чем свидетельствует увеличение показаний пенетрометра.

В результате анализа опытов, проделанных с помощью прочностномера, и построенной диаграммы можно рекомендовать следующие параметры маринования: количество клюквы – 40 г, продолжительность маринования – 13 ч.

Необходимо также заметить, что диаграмма отражает зависимость обобщенной численной характеристики не полностью. Рекомендуется продолжить исследования в данной области и провести эксперименты, расширив область варьирования параметров.

Литература

Хранение и качественная оценка мяса домашних северных оленей: научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера – Новосибирск, 1975. – 24 с.

Нормативные документы. СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»,

ГОСТ Р 50474-93, ГОСТ 52814-2007 (ИСО 6579:2002), ГОСТ Р 51921-2002, ГОСТ 26930-86,

ПИКОЦИАНОБАКТЕРИИ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В ПЕРИОД ПОЛЯРНОЙ НОЧИ

Луценко Е.С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Москвина М.И. (г. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет).

Abstract. The abundances of picocyanobacteria were determined at three sites in Kola Bay in period from October 2011 to February 2012. Numbers of total cyanobacteria concentrations were low, ranging from 1154 ± 301 cells ml^{-1} in October to 416 ± 172 cells ml^{-1} in February. Picocyanobacteria were ubiquitous, but their abundance changed depending on water temperature, salinity and duration of light day. So, the lowest water temperature was in February ($0,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$) and the highest was in October ($7 \pm 0,8^\circ\text{C}$), distribution of picocyanobacteria was the same. Salinity of water was minimum (14‰) at site 1, where numbers of cyanobacteria were 497 ± 197 cells ml^{-1} and maximum (27,2‰ and 28,8‰) – at sites 2 and 3, where abundances of cyanobacteria were 812 ± 274 cells ml^{-1} at site 2 and 843 ± 348 cells ml^{-1} at site 3. December is the month when the Polar Night is continuous goes, and that's why distribution of cyanobacteria at this period was low. But after extremely cold in February the abundances of picocyanobacteria continued to decrease.

ВВЕДЕНИЕ. Важным компонентом планктона морских экосистем является одноклеточный фотосинтетический пикопланктон (Paerl, 2000). Пикофитопланктон состоит из фотосинтетических организмов размерами менее 2 мкм (Garcia-Pichel, 2003; Doolittle, 2008; Li, 2009). Он включает в себя два рода одноклеточных цианобактерий - *Prochlorococcus* и *Synechococcus*, оставшаяся часть представлена смесью разнородных эукариотических микроводорослей (Gradinger and Lenz, 1995; Adams, 2010).

За последние десятилетия достигнуты значительные успехи в понимании роли пикоцианобактерий в пелагиали морей. Однако, сведения о распространении этой группы фитопланктонных организмов в полярных экосистемах немногочисленны. Наши знания о морских пикоцианобактериях главным образом основаны на исследованиях, выполненных в тропических, субтропических областях или морях Антарктики и Канадской Арктики. В этих районах цианобактерии являются доминирующей фракцией автотрофного пикопланктона (Waterbury et al., 1986; Jochem, 1988; Chisholm et al., 1988; Gradinger and Lenz, 1995). В работе Daniel F. Doolittle (2008) показано, что пикопланктон играет основную роль в производстве первичной продукции и биомассы в морях Антарктики. В результате этих исследований выявлено, что численность пикоцианобактерий при температуре воды выше 2°C составляет 10^2 кл/мл, выше 4°C – 10^3 кл/мл, и выше 9°C – 10^4 кл/мл (Doolittle, 2008). В работе R. Gradinger и J. Lenz (1995) установлено, что количество цианобактерий в водах района от Гренландского моря до центральной части Северного Ледовитого океана меняется от 0 до 5470 клеток в мл, и вклад их в общее количество пикофитопланктона составляет от 0% до 100%. В то время как в арктических морях численность цианобактерий не превышала 6×10^3 кл/мл (Gradinger and Lenz, 1995), в тропических областях их количество достигало 3×10^5 клеток в мл (Gradinger et al., 1992). В работе, выполненной во фьорде о. Шпицберген (Iversen and Seuthe, 2010), показано, что пик численности фототрофного пикопланктона приходится на летний период времени (июль). Другие исследователи (Not et al., 2005) отмечали, что численность пикоцианобактерий в Баренцевом море увеличивается при переходе от арктических к атлантическим водным массам. Ранее по результатам обработки проб воды из летнего рейса 1991 года НИС «Дальние Зеленцы» (неопубликованные данные) нами было установлено, что чис-

ленность желто-оранжево флуоресцирующих пикоцианобактерий в районе Архипелага Франца Иосифа в полярных водах составляет $10^3 - 10^4$ кл/мл, что в 2-10 раз было ниже таковой для атлантических водных масс у островов Новой Земли.

Малые размеры (Olson et al., 1985; Chisholm et al., 1988), адаптация к низким концентрациям биогенов и к слабому освещению дают возможность цианобактериальному пико- и нанопланктону играть важнейшую роль в создании органического вещества в олиготрофных районах океана. Пикопланктонные цианобактерии способны также ассимилировать органические соединения в следовых концентрациях, что позволяет говорить об их способности к гетеротрофности в природных условиях (Paerl, 1991). Следуя из вышесказанного, можно предположить, что цианобактерии играют несомненно важную роль в формировании и поддержании морских пищевых цепей (Paerl, 2000).

ЦЕЛЬЮ работы явилось исследование численности пикопланктонных цианобактерий в воде Кольского залива Баренцева моря в период полярной ночи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Исследования проводились в Кольском заливе Баренцева моря на трех станциях (рис. 1) в период с октября 2011 года по февраль 2012 года. При отборе проб производили замеры солености и температуры воды. Всего отобрано 19 планктонных проб. Отбор проб проводили с поверхностного горизонта стерильной стеклянной емкостью. Клетки цианобактерий концентрировали на мембранных фильтрах марки Synrog с диаметром пор 0,3 мкм, предварительно окрашенных суданом черным. Количество клеток цианобактерий учитывали непосредственно после фильтрации в люминесцентном микроскопе МИКМЕД 2 при увеличении $\times 1300$ в

отраженном свете с использованием направляющей пластины «Зеленая – 2».

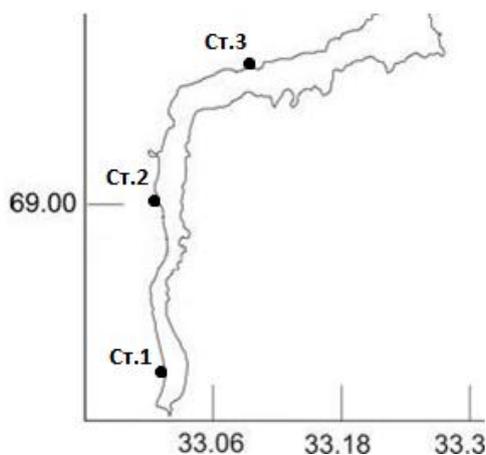


Рис. 1. Карта-схема Кольского залива с указанием станций. Станция 1 – Мыс Притыка, станция 2 – Абрам-мыс, станция 3 – Белокаменка.

Люминесцирующие желто-оранжевые клетки бактериальных размеров просчитывали в 120 полях зрения каждой пробы.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В период исследований пикопланктонные цианобактерии были обнаружены во всех пробах всех станций. Соленость и температура воды станций изменялись в интервалах от 4‰ до 34‰ и от 8°C до 0°C соответственно. Усредненные данные по численности цианобактерий в воде Кольского залива по всем станциям по месяцам представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Таблица 1.

Обобщенные данные о распределении пикоцианобактерий, солености и температуры воды Кольского залива по месяцам ($P = 0,95$).

Месяц	Цианобактерии, кл/мл	Соленость, ‰	Температура, °C
Октябрь	1154±301	20,3±13,7	7±0,8
Ноябрь	728±148	28,37±2,27	2±0,6

Декабрь	515±145	24,33±5,07	3±0
Январь	472±100	25,63±0,86	1±0,9
Февраль	416±172	19±11,9	0,5±0,4

Максимальные численности цианобактерий наблюдались в октябре и составили 1154±301 кл/мл, минимальные – в феврале и составили 416±172 кл/мл. Соленость воды исследуемых станций менялась от 19±11,9‰ до 28,37±2,27‰.

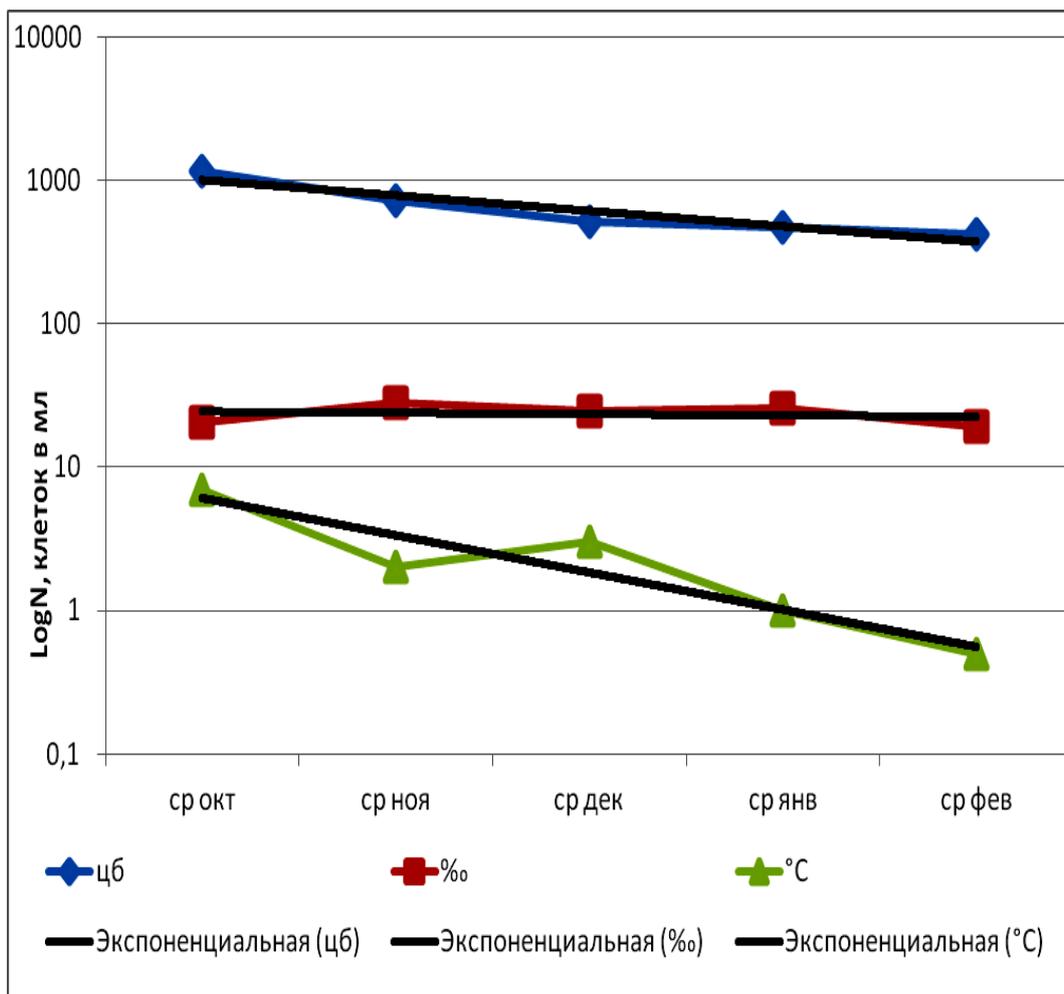


Рис. 2. Логарифмическая шкала изменений количества цианобактерий, уровня солености и температуры воды по месяцам.

В ходе исследования наблюдались незначительные колебания солености, в то время как температура воды снижалась на протяжении всего изучаемого периода (рис.2). Как видно на рисунке (рис. 2), в течение исследуемого периода при снижении температуры воды численность цианобактерий уменьшалась. Таким образом, температура воды оказывает прямое воздействие на распространение цианобактерий в Кольском заливе, на что указывают и другие исследования в арктических акваториях (Gradinger and Lenz, 1988, 1992; Doolittle, 2008).

Таблица 2. Обобщенные данные о распределении пикоцианобактерий, солености и температуры воды Кольского залива по станциям (P = 0,95).

Станция	Месяц	Цианобактерии, кл/мл	Соленость, ‰	Температура, °С
Станция 1	Среднее	497±197	14±7,1	2,3±1,9
	Октябрь	796±14	4	6
	Ноябрь	720±44	21	0,5
	Декабрь	334±12	15	3
	Январь	419±78	24	2
	Февраль	215±16	5	0
Станция 2	Среднее	812±274	27,2±3,3	2,3±2,2
	Октябрь	1235±126	33	7
	Ноябрь	1151±107	30	1
	Декабрь	512±208	24	3
	Январь	582±12	26	0
	Февраль	582±30	23	0,5
Станция 3	Среднее	843±348	28,8±2,9	2,8±2,4
	Октябрь	1432±201	24	8
	Ноябрь	1181±121	29	2
	Декабрь	700±245	34	3
	Январь	451±243	27	0
	Февраль	450±57	30	1

Количественные данные исследованных показателей по станциям представлены в табл. 2. Количество планктонных цианобактерий варьировало от 215±16 кл/мл на ст. 1 в феврале до 1432±201 кл/мл на ст. 3 в октябре. В результате исследований численности цианобактерий в планктоне трех станций выявлено, что наименьшие количества этих микроорганизмов были на станции 1 (497±197 кл/мл в среднем), наибольшие – на станциях 2 (812±274 кл/мл) и 3 (843±348 кл/мл).

Такое распределение цианобактерий в воде станций связано с соленостью воды, так как была обнаружена жесткая положительная корреляция ($r = 0,98$) между средним уровнем солености

воды станций и средним количеством пикоцианобактерий. Так, в среднем соленость станции 1 была равна 14‰, а соленость станций 2 и 3 – 27,2‰ и 28,8‰ соответственно, в то время как средняя температура станций за период исследования менялась незначительно – от 2,3°C на ст. 1 и 2 до 2,8°C на ст. 3.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что пикоцианобактерии в планктоне Кольского залива имеют исключительно морскую природу. Также, можно предположить, что они появляются в водах Кольского залива и Баренцева моря вследствие адвекции вод теплого Северо-Атлантического течения в моря Арктики, что было отмечено ранее для других полярных морей (Gradinger and Lenz, 1988, Not et al., 2005).

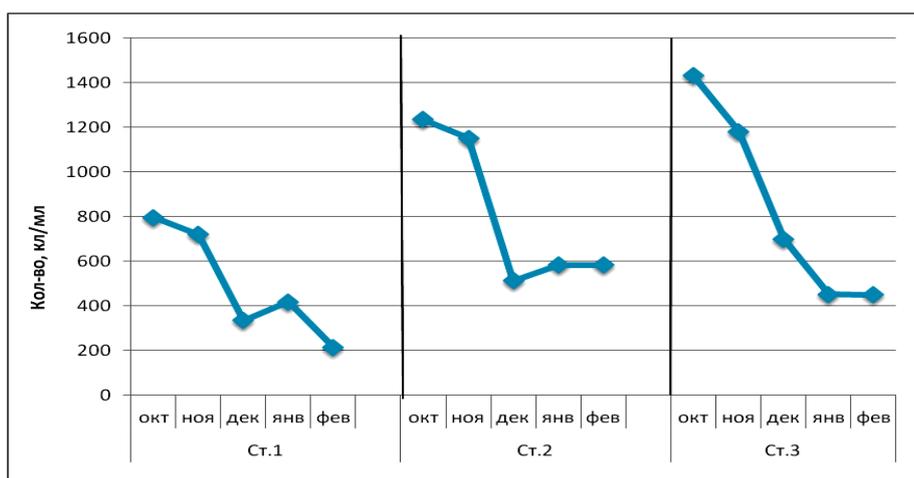
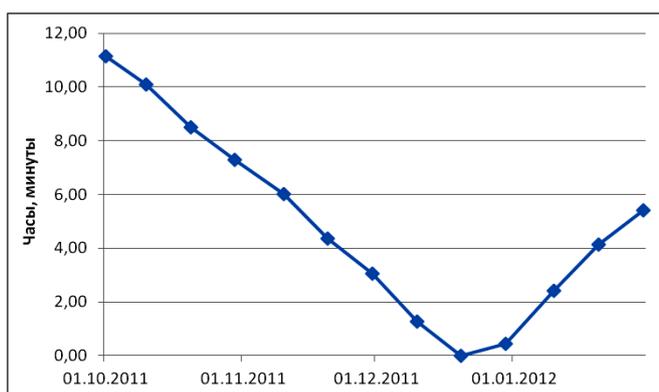


Рис. 3. Распределение количества цианобактерий в воде Кольского залива по станциям.

Как уже было указано выше, на станциях в исследуемый период наблюдалась тенденция к снижению численности цианобактерий при понижении температуры воды (рис. 3).

В дополнение, так как цианобактерии являются автотрофными микроорганизмами, то их количество в акватории залива напрямую зависит от продолжительности светового дня.



Из рисунков (рис. 3 и 4) видно, что количество цианобактерий на станциях 2 и 3 было минимальным в декабре во время полярной ночи и начало незначительно увеличиваться в январе одновременно с возрастанием продолжительности светового дня. Далее наблюдалось снижение численности пикопланктонных цианобактерий на всех станциях, что связано с суровыми аномальными климатическими условиями в феврале месяце, когда температура воздуха не превышала - 17°C, а южное колено залива, где расположены 1 и 2 станции, часто было сковано льдом.

Литература

- Adams D.G. Cyanobacteria (2010): *Microbiology today*: p. 87 – 91.
- Chisholm SW, Olson RJ, Zettler ER, Goericke R and Waterbury JB (1988) A novel free-living prochlorophyte abundant in the oceanic euphotic zone. *Nature* 334: 340 – 343.
- Doolittle D.F., Li W.K.W. and Wood A.M. (2008): Wintertime abundance of picoplankton in the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Nova Hedwigia, Beiheft* 133: p. 147 – 160.
- Garcia-Pichel, F, Belnap J, Neuer S and Schanz F (2003) Estimates of global cyanobacterial biomass and its distribution. *Algological Studies* 109 (Cyanobacterial Research 4): 213 – 227.
- Gradinger R., Lenz J (1989) Picocyanobacteria in the high Arctic. *Mar Ecol Prog Ser* 52: 99 – 101.
- Gradinger R., Weisse T, Pillen T (1992) Significance of picocyanobacteria in the Red Sea and the Gulf of Aden. *Bot Mar* 35: 245 – 250.
- Gradinger R. and Lenz J. (1995): Seasonal occurrence of picocyanobacteria in the Greenland Sea and central Arctic Ocean. *Polar Biol* 15: 447 – 452.
- Iversen K.R. and L. Seuthe (2010) Seasonal microbial processes in a high-latitude fjord (Kongsfjorden, Svalbard): I. Heterotrophic bacteria, picoplankton and nanoflagellates. *Polar Biology*, 34(5), p. 731 – 749.
- Jochem F (1988) On the distribution and importance of picocyanobacteria in a boreal inshore area (Kiel Bight, Western Baltic). *J Plankton Res* 10: 1009 – 1022.
- Li, W.K.W. (2009): Plankton populations and communities. – In: Witman, J. & K. Roy (eds.): *Marine Macroecology: The University of Chicago Press*: 440 p.
- Not F, Massana R, Latasa M et al (2005) Late summer community composition and abundance of photosynthetic picoeukaryotes in Norwegian and Barents Sea. *Limnol Oceanogr* 50: 1677–1686.
- Olson R., Vaultot R. and Chisholm S (1985) Marine phytoplankton distributions measured using shipboard flow cytometry. *Deep-Sea Res* 32: 1273 – 1280.
- Paerl HW (1991) Ecophysiological and trophic implications of light-stimulated amino acid utilization in marine picoplankton. *Appl Environ Microbiol* 57: 473 – 479.
- Paerl H.W. (2000) Marine plankton. – In: Whitton B.A. & Potts M. (eds.): *The ecology of cyanobacteria – Their diversity in time and space*. Springer. – 704 p.
- Waterbury JB, Watson SW, Valois FW, Frank DG (1986) Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium *Synechococcus*. *Can Bull Fish Aquat Sci* 214: 71 – 120.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ СЕВЕРНОГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Литвинова М.Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Work conducted in the Kola Bay at two stations located in in the northern part of the bay. We studied the potential activity of hydrocarbon-oxidizing bacteria in the water by the radiocarbon method. The natural salinity (РЕМокт) hydrocarbons, measured in water samples at temperatures in situ с using ^{14}C -octadecane as a substrate in the waters of the Kola Bay ranged 0.069 to 0.129 $\text{mcg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. According to our calculations, for a day by microorganisms in the water of the northern tribes is oxidized on average no more than one quarter of those present in the waters of the Kola Bay of hydrocarbons.

Одним из наиболее распространенных видов загрязнения водных объектов являются нефтяные углеводороды. Нефтепродуктов по неполным отчётам предприятий, было сброшено 28 т, но помимо организованного сброса, идёт постоянное загрязнение залива от большого количества судов и различных плавсредств (Доклад о состоянии..., 2009).

Активность микроорганизмов определяет скорость разрушения углеводородов, находящихся в экосистеме, или, другими словами, их биodeградацию. В связи с этим особую значимость представляет изучение микроорганизмов, участвующих в процессе самоочищения от нефтяных углеводородов, так как для экосистемы Кольского залива наиболее остро стоит проблема сохранения её целостности в условиях возрастающей антропогенной нагрузки.

Настоящая работа посвящена оценке роли микроорганизмов в процессах естественного очищения Кольского залива от нефтяного загрязнения. Вклад микроорганизмов в процессы естественного очищения его акватории от нефтяных углеводородов практически не изучен, имеются отдельные данные только о литоральной зоне этого залива (Перетрухина, 2006а). Полученные данные об углеводородоксилирующей активности гетеротрофных бактерий в открытых водах северного колена Кольского залива могут быть использованы как для расчета максимально допустимых нагрузок на данную водную экосистему, так и для учета вклада микроорганизмов в процессы ее естественного очищения от нефтяного загрязнения.

Микробиологические наблюдения в водных массах Кольского залива проводили на двух станциях, располагавшихся северном колене. Первая станция располагалась на выходе из залива, на границе северного колена и Баренцева моря. Влияние городских и промышленных стоков по причине удаленности от городов и поселков здесь, как можно полагать, было минимально. Вторая станция располагалась в середине северного колена Кольского залива. На берегу, напротив этой станции, расположены, ЗАТО Александровск и посёлок Тюва-губа, включающие в инфраструктуру промышленные предприятия. Бытовые и промышленные стоки от этих населенных пунктов спускаются непосредственно в залив с минимальной степенью очистки.

Для оценки потенциальной углеводородоксилирующей активности гетеротрофных бактерий использовали меченый углеводород - ^{14}C -октадекан (Ильинский, Семенов, 1994). Данный метод основан на пассивном поглощении раствором щелочи меченого $^{14}\text{CO}_2$, образовавшегося в ходе минерализации бактериями ^{14}C -углеводорода. Учитывали как количество меченого углекислого газа образованного микроорганизмами, так и количество меченого углерода, включенного в состав их клеток. Определение содержания ^{14}C -углерода проводили на жид-

костном сцинтилляционном счетчике Mark-3 на кафедре радиохимии Химического факультета МГУ.

При определении скоростей биodeградации, учитывалось количество $^{14}\text{CO}_2$, образованного микроорганизмами при минерализации меченого субстрата до углекислого газа и воды (показатель естественной минерализации, ПЕМ_{ОКТ}) и количество ^{14}C , включенного в клетки микроорганизмов (показатель неполной биodeградации, ПНБ_{ОКТ}). При суммировании этих двух показателей получили величину показателя естественной биodeградации (ПЕБ_{ОКТ}). Она отражала общее количество использованного микроорганизмами углеводорода и позволяла судить о потенциальной способности водной экосистемы к восстановлению после загрязнения нефтепродуктами (Практическая гидробиология, 2006).

Углеводороды присутствовали на всех двух исследованных станциях, за исключением одного срока наблюдений (в декабре) на ст.1. Их содержание в период наших наблюдений варьировало от аналитического нуля до 34 мкг/л в зависимости от сезона и расположения станции, т.е. практически постоянно было ниже ПДК (50 мкг/л) (Литвинова и др., 2011).

Установлено, что в одном литре воды северного колена Кольского залива в течение часа при температурах *in situ* микроорганизмами полностью окисляется (минерализуется) до углекислого газа и воды от 0,069 до 0,129 микрограмм октадекана в час (рис. 1). В среднем это составляет $0,1 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$. Значения показателя неполной биodeградации (ПНБ_{ОКТ}) в свою очередь составляли от $0,126 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ до $0,234 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ (или, в среднем, $0,18 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$). Таким образом, среднее значение ПЕБ_{ОКТ} для северного колена Кольского залива составляет $0,278 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$. Величина ПЕБ_{ОКТ} не коррелировала с концентрациями углеводородов в воде исследованных станций, это означало, что содержание углеводородов в воде не оказывало существенного влияния на активность углеводородоокисляющих бактерий.

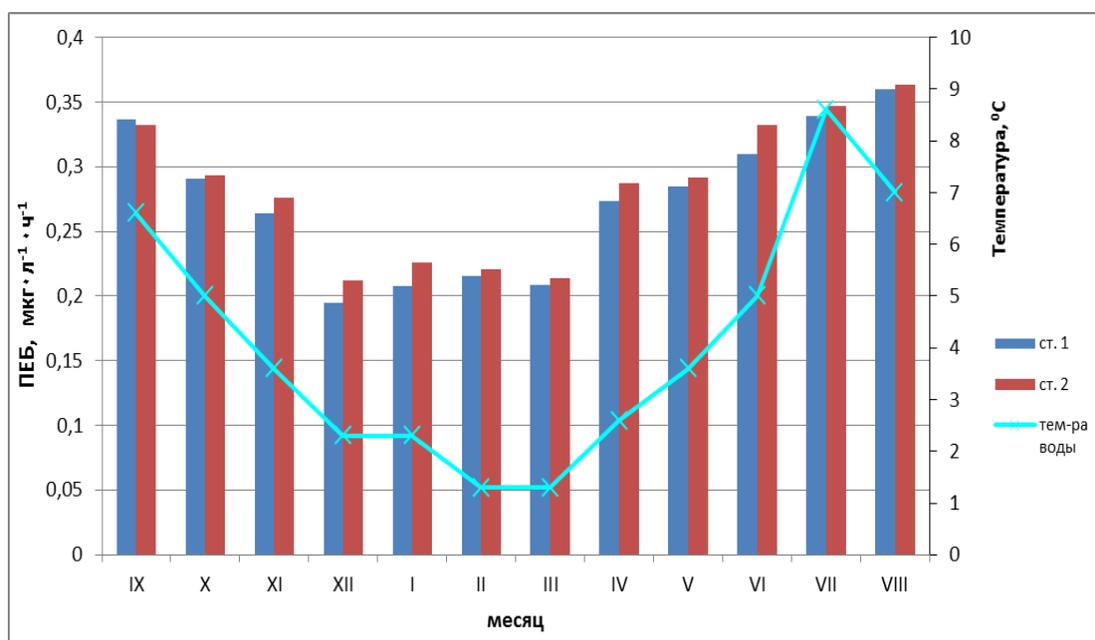


Рис.1. Потенциальная углеводородоокисляющая активность (ПЕБ_{ОКТ}) бактериопланктона в воде Кольского залива

Анализ связей между колебаниями значений ПЕБ_{ОКТ} и изменениями температуры воды на исследованных станциях показал наличие тесной корреляционной зависимости между этими

двумя параметрами ($R=0,91$, $\alpha<0,001$). Отсюда следует, что изменения УВ-окисляющей активности бактериопланктона связаны с изменениями температуры воды и потому носят сезонный характер. Действительно, низкие значения ПЕБ_{ОКТ} ($0,195-0,216$ мкг·л⁻¹·ч⁻¹) наблюдаются на станциях с декабря по март, когда температура воды близка к минимальной. Высокие же значения углеводородокисляющей активности бактериопланктона (ПЕБ_{ОКТ} варьирует от $0,273-0,363$ мкг·л⁻¹·ч⁻¹) имеют место в летний период времени, в июле - августе, при температурах воды, близких к максимальным (рис.1). Таким образом, углеводородокисляющая активность бактериопланктона открытых вод Кольского залива в зимний период снижается только на 1/3 по сравнению с летним. Подобное явление в целом характерно для северных морей. Так, ранее, на основании исследований углеводородокисляющей активности микроорганизмов в Карском и Белом морях был сделан вывод о высокой активности углеводородокисляющих бактерий, как в летний, так и в зимний сезоны (Ильинский, Семеновко, 2001).

Обнаруженные ранее значения ПЕБ_{ОКТ} в воде литорали южного колена Кольского залива составляли от $0,219$ до $0,301$ мкг·л⁻¹·ч⁻¹ (Перетрухина и др., 2006б). По данным настоящего исследования значения этого показателя в воде северного колена этого залива составляют от $0,195$ до $0,363$ мкг·л⁻¹·ч⁻¹, таким образом, величина этого показателя мало изменяется как по направлению с юга на север залива, так и с удалением от берегов залива в его открытые воды. Можно полагать, что это связано с практически постоянным и повсеместным присутствием нефтяных углеводородов в его акватории.

Сравнение полученных для Кольского залива данных относительно углеводородокисляющей активности бактериопланктона с ранее полученными данными для других морских акваторий (Ильинский, 2000) показывает, что в Кандалакшском заливе Белого моря значения этого показателя в аналогичный период года были примерно в 2 раза ниже, а в прибрежных водах Карского моря – в пять раз ниже. Это позволяет считать углеводородокисляющую активность бактериопланктона Кольского залива сравнительно высокой.

Соотношение между величинами ПЕБ_{ОКТ} и ПЕМ_{ОКТ} в водах северного колена Кольского залива колеблется в узких пределах – от $2,73$ до $2,81$. Таким образом, микроорганизмами расходуется на процессы дыхания немногим менее 40% углеводорода от всего использованного количества этого субстрата. Остальные 60% включаются в состав микробной биомассы и, таким образом, этот углерод становится доступен организмам более высоких трофических уровней. Сходные величины соотношения ПЕБ_{ОКТ} и ПЕМ_{ОКТ} отмечались ранее для других пресноводных и морских акваторий (Ильинский, 2000, Ильинский и др., 2005, Перетрухина и др., 2006 б).

Из полученных данных следует, что, в течение суток в одном литре воды северного колена микроорганизмами полностью минерализуется в среднем $2,35$ мкг н-алканов, а всего разрушается ими в среднем $6,67$ мкг. Среднее содержание углеводородов в литре этой же воды составляет 20 мкг. Таким образом, согласно среднегодовому значению углеводородокисляющей активности, за сутки микроорганизмами может быть окислено не более 33% присутствующих в данной акватории углеводородов, из них только третья часть полностью минерализуется до углекислого газа и воды, а остальное включается в состав микробной биомассы. Для сравнения, в воде литорали южного колена Кольского залива, согласно среднегодовому значению ПЕБ_{ОКТ}, за сутки микроорганизмами может быть окислено около 14% присутствующих там углеводородов (Перетрухина и др., 2006 б). Это связано с более сильным нефтяным загрязнением вод южного колена Кольского залива.

Полученные данные свидетельствуют о том, что существенного снижения углеводородокисляющей активности микроорганизмов в зимний период по сравнению с летним периодом не наблюдается. При этом нужно отметить, что скорость микробной деструкции нефтяных за-

грязнений в воде Кольского залива оказалась на уровне, превышающем таковой в других северных акваториях. В течение года за сутки микроорганизмами окисляется в воде северного колена около 33% присутствующих в данной акватории углеводов, из них только третья часть полностью минерализуется до углекислого газа и воды. В результате большая часть загрязнений накапливается в воде и осадках Кольского залива и Баренцева моря.

Литература

Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2009 году. - Мурманск: Кн.изд-во, 2009. – 152 с.

Ильинский В.В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: автореферат. дис.... доктора биол. наук. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 53 с.

Ильинский В.В., Заузолкова А.Д., Комарова Т.И., Семененко М.Н. Гетеротрофный бактериопланктон реки Москвы и его углеводородокисляющая активность в осенне-зимний период, Биотехнология, экология, охрана окружающей среды: сб. науч. тр. - М.: Изд-во ООО "Графикон-принт", 2005. - С. 40-48

Ильинский В.В., Семененко М.Н. Распределение и активность углеводородокисляющих бактерий в Центральном Полярном бассейне, Карском и Белом морях, Опыт системных океанологических исследований в Арктике / Под ред. А.П. Лисицина, М.Е. Виноградова, Е.А. Романкевича. Москва: Научный Мир, 2001. - С. 364-376.

Ильинский В.В., Семененко М.Н. Ускоренный радионуклидный метод определения активности микроорганизмов в природных водах, Микробиология, М.: 1994. – Т.63 (5).- С. 924-928

Литвинова М.Ю., Ильинский В.В., Перетрухина И.В. Количественная оценка гетеротрофного бактериопланктона в воде северного и среднего колен Кольского залива, Журнал Фундаментальные исследования №7, 2011. – С. 203-206

Перетрухина И.В. Гетеротрофный бактериопланктон литорали Кольского залива и его роль в процессах естественного очищения вод от нефтяных углеводов: дис.канд.наук, Мурманск, 2006а. – 230 с.

Перетрухина И.В., Ильинский В.В., Литвинова М.Ю. Определение скоростей биodeградации нефтяных углеводов в воде литорали Кольского залива, Труды Мурманского государственного технического университета "Вестник МГТУ" - Мурманск: МГТУ, 2006б. Т. 9, № 5. - С. 830-835

Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под.ред. В.Д. Фёдорова, В.И. Капкова. – М.: Изд-во «ПИМ», 2006. – 367 с.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СРЕДНЕГО И РЕКИ КОЛА

Блинова Е. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Водные экосистемы Кольского Севера последнее время подвергаются серьёзному антропогенному воздействию и отличаются интенсивностью протекающих физико-химических и биологических процессов, важнейшими из которых является круговорот биогенных веществ, ведущую роль в котором играют микроорганизмы.

Важным микробиологическим показателем, характеризующим водные экосистемы, является общая численность бактерий, определяемая различными методами. Результаты определения численности бактерий в водных местообитаниях существенным образом зависят от методов, использованных для подсчета бактерий.

В настоящее время для учета численности микроорганизмов водных экосистем используются:

- учет общего и наиболее вероятного числа бактерий, способных к росту на питательных средах (ОМЧ и НВЧ) с последующей инкубацией при различных температурных режимах;
- прямой счет бактерий на фильтрах (ОЧБ) с окраской эритрозином (Разумов, 1932) и с окраской флуорохромами.

Расхождения, возникающие при учете бактерий методом прямой микроскопии и методом посева, могут объясняться несколькими причинами:

1. Некоторые бактерии неактивны в природных местообитаниях.
2. Бактерии могут быть неспособны к росту на субстратах, присутствующих в питательной среде.
3. Субстраты могут быть доступны, но их концентрации слишком высоки.
4. Клетки бактерий растут очень медленно и не успевают дать видимый рост (образовать колонии на агаре или вызвать помутнение жидкой питательной среды) в течение выбранного времени инкубации посевов.
5. Клетки одних бактерий, внесенных в питательную среду, инактивируются другими бактериями, находящимися в непосредственной близости; в результате, они образуют колонии, состоящие всего из нескольких клеток, которые не видны в бинокулярную лупу.
6. Бактерии могут образовывать агрегаты или постоянно присутствовать в агрегированном состоянии в пробе воды, в результате на питательной среде из нескольких клеток вырастает только одна видимая колония.
7. Одни бактерии могут образовывать синтрофические ассоциации с другими бактериями.

Цель настоящей работы – сравнение и выбор оптимального комплекса методов количественного учета микробиоты различных пресноводных экосистем Заполярья.

Для работы были выбраны два объекта: Озеро Среднее и река Кола в районе станции Шонгуй. Исследования проводились в период с февраля по март 2012 года. Учет численности микроорганизмов проводился тремя методами:

- метод посева на поверхность питательной среды с последующей инкубацией при температурах 22 °С и 37 °С;
- метод предельных разведений (определение наиболее вероятного числа бактерий);
- определение общей численности бактерий методом люминесцентной микроскопии.

Сводные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Общая численность микроорганизмов в пресных водоемах

Наименование водоема	Повторность	ОЧБ кл/мл	Среднее значение	Доверит. интервал	ОМЧ		НВЧ кл/мл
					t 22 ⁰ С, КОЕ/мл	t 37 ⁰ С, КОЕ/мл	
Оз. Среднее	1	308·10 ³	323,6·10 ³	(323,6±11) ·10 ³	163·10 ³	27,8·10 ³	290·10 ³
	2	352·10 ³					
	3	311·10 ³					
Р. Кола (ст. Шонгуй)	1	419·10 ³	425·10 ³	(425±32) ·10 ³	286·10 ³	17,3·10 ³	240·10 ³
	2	400·10 ³					
	3	456·10 ³					

При исследовании численности микроорганизмов озера Среднего метод НВЧ дал близкие значения с методом прямого счета микроорганизмов при люминесцентной микроскопии. Тогда как в воде станции Шонгуй реки Кола метод НВЧ показал сходные результаты с методом учета микроорганизмов, способных к росту на питательных средах при температуре 22 °С.

Соотношение показателей НВЧ и ОЧБ может быть использовано для оценки доли жизнеспособных и нежизнеспособных или некультивируемых микроорганизмов (таблица 2).

Таблица 2.

Соотношение НВЧ и ОЧБ

Станция	ОЧБ, кл/мл	НВЧ кл/мл	Итого в %
Оз. Среднее	323,6·10 ³	290·10 ³	90
Р. Кола (ст. Шонгуй)	425·10 ³	240·10 ³	56

Сравнение общего числа микроорганизмов с наиболее вероятным числом бактерий показало, что в озере Среднем 90 % всех микроорганизмов являются живыми, способными расти на

питательных средах, а 10 % составляют клетки, не способные к росту в не зависимости от причин. В реке Кола доля жизнеспособных клеток составляет 56 %.

Показатель ОМЧ при температуре 22 °С указывает на численность естественной микрофлоры водоема, обладающей способностью к росту на питательных средах, и составляет: для озера Среднего 50 %, для реки Кола 67 % от общего числа бактерий.

Показатель ОМЧ при температуре 37 °С указывает на численность аллохтонной микрофлоры водоема, обладающей способностью к росту на питательных средах, и составляет: для озера Среднего 9 %, для реки Кола 4 % от общего числа бактерий. Данный показатель необходимо учитывать для комплексности оценки санитарно-экологического состояния водоемов.

Таким образом, для проведения достоверного микробиологического мониторинга при комплексном исследовании воды поверхностных водоемов, независимо от их вида, нами рекомендовано использовать следующие показатели численности: общее микробное число общее число бактерий при двух температурных режимах (22 °С и 37 °С); наиболее вероятное число бактерии и численность бактерий по прямому счету на фильтрах, окрашенных флуорохромами.

Литература:

1. Перетрухина А.Т. Разработка методологии микробиологического мониторинга водных экосистем бассейна Кольского залива / А.Т. Перетрухина, О.Ю. Богданова, Е.В. Макаревич, Е.С. Мищенко, А.Н. Новикова // *Фундаментальные исследования*, № 1, 2011.
2. Разработка методов мониторинга бактериального загрязнения водных биологических ресурсов и среды их обитания: научно-исследовательская работа для нужд Федерального агентства по рыболовству по направлению: «Научное обоснование совершенствования системы жизнеобеспечения и защиты водных биологических ресурсов от загрязняющих факторов («Спецтемадика») / А.Т. Перетрухина, О.Ю. Богданова, Е.В. Макаревич, Е.С. Мищенко, А.Н. Новикова. – Мурманск, 2010. – 86 с. (каф. Микробиологии).

САНИТАРНО-ПАЗАРИТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗА ОБЪЕКТАМИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В МУРМАНСКЕ И КОЛЬСКОМ РАЙОНЕ

Мишинева З. Р. (г. Мурманск, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области»/ МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The article covers the issue of sanitary and hygienic monitoring of the quality of water of water bodies in Murmansk and the Kolsky region.

По данным ВОЗ до 80% заболеваний передается водным путем и с ростом антропогенной нагрузки на окружающую среду актуальность проведения комплексной оценки состояния среды обитания возрастает. В этих условиях особую значимость приобретает санитарно-паразитологический мониторинг за окружающей средой.

Питьевая вода является ведущим фактором, обуславливающим показатели жизнеобеспечения и здоровья населения. Среди паразитарных патогенов непосредственную угрозу для здоровья человека при их заглатывании с водой чаще всего представляют лямблии, острицы, цепни и др.

В Управлении Роспотребнадзора по Мурманской области проводятся мониторинговые наблюдения за качеством питьевой воды, определены мониторинговые точки, показатели, в том числе и паразитологические, необходимые для оценки источников, путей попадания, условий циркуляции, сроков хранения и факторов передачи возбудителей паразитарных болезней в окружающей среде.

Источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Мурманска являются река Кола, озеро Большое, озеро Первое, озеро Лавнинское, река Большая Лавна и Нижне-Тулумское водохранилище. Водными объектами, используемыми для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения Кольского района, являются река Воронья, река Малая Лавна, река Ура, река Туманная, реки Кола и Тулома, озеро Кицкое, озеро Пулозеро, озеро Пяйве-Явр, озеро Нял-Явр, озеро Секретарское и Верхне-Тулумское водохранилище. За качеством воды в контрольных створах данных источников проводится мониторинговое наблюдение не реже одного раза в месяц.

Качество воды водных объектов по паразитологическим показателям должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». В воде не должны содержаться жизнеспособные яйца гельминтов и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших.

С целью достоверного контроля состояния водных объектов по показателю паразитарного загрязнения и с целью уменьшения объема проб воды на месте забора используются приборы, предназначенные для одновременного отбора и фильтрования воды. Приборы удобны в применении, т.к. для обнаружения возбудителей паразитарных болезней в лабораторию доставляются концентрированные осадки на трековых мембранах, которые исследуются микроскопическими методами. Данные приборы позволяют исключить потерю исследуемого материала и вероятность попадания патогенов из окружающей среды при фильтровании, отборе и транспортировке проб воды и выдать результат исследований в день отбора.

Для оценки степени загрязнения объектов водопользования за период с 2007 по 2011 годы в бактериологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» были проведены исследования 1440 проб воды, из них в 8 пробах обнаружены

цисты лямблий. Цисты лямблий были обнаружены в реке Кола (в створах поселений городского типа Молочный, Шонгуй, Лопарская, станция Выходной) и в реке Большая Лавна в поселке Абрам-мыс.

Основным источником загрязнения объектов водопользования являются сточные воды. Средством предотвращения распространения паразитарных болезней и защиты поверхностных водоемов от заражения является эффективная очистка и обеззараживание сточных вод.

Для очистки воды из поверхностного источника применяют комплекс мероприятий, включающий первичное отстаивание, коагуляцию, хлорирование, фильтрацию.

Таким образом, результаты лабораторных исследований, проведенных в рамках санитарно-паразитологического мониторинга, позволяют дать оценку паразитоцидных возможностей существующих методов и способов дезинфекции природных вод. Применяемая технология водоподготовки не в полной мере обеспечивает паразитарную чистоту питьевой воды в отношении цист лямблий.

Литература

Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге» от 01.06.2000 г. №426.

Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России 2003 - 67 с.

СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов».

БИОИНДИКАТОРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОСИСТЕМ

Осауленко В.Е., Николаев А.В. (г. Мурманск, МГГУ, кафедра географии и экологии)

Для совершенствования защиты окружающей среды и расширения биоиндикационного направления в мониторинге состояния природных объектов на XXI Общей ассамблее МСБН (Оттава, 1982г.) была выработана программа «Биоиндикаторы» (Биоиндикация..., 1991). Программа была подразделена на шесть подгрупп: микробиология, ботаника, зоология, клеточная биология и генетика, сравнительная физиология, гидробиология. В 1984 году в Индии (Нью- Дели) впервые состоялся Международный симпозиум по биологическому мониторингу окружающей среды (биоиндикаторам), где были рассмотрены методы и достижения. В 1984 году в Звенигороде на Всесоюзном совещании по влиянию промышленных предприятий на окружающую среду были представлены В.А. Алексеевым и Ю.Л.Мартиним лишено- и дендроиндикаторы, так как именно эпифитные лишайники и хвойные деревья обладают значимыми индикационными свойствами. В 1985 году прошёл симпозиум в Египте (Каир) по биоиндикации нефтяных загрязнений, а в Канаде (Эдмонтон) – «Млекопитающие как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды», где В.Е.Соколов предложил использовать для биоиндикационных исследований биосферные заповедники. На симпозиуме рассматривались также требования к видам-биоиндикаторам. Целью школы молодых учёных в Будапеште в 1986 году стал обзор результатов исследований и проблем биоиндикации. В 1984 и 1987гг. на семинарах «Методы индикации окружающей среды в районах атомных станций» обсуждались доклады В.А.Шевченко, Ю.А.Егорова, Б.С.Пристера, связанные с воздействием оборотных тёплых вод на гидробионты, а также - методы биоиндикации (бонитировочные- по биомассе высших и низших водных растений и гидробионтов; аналитические - по динамике изменения биомассы таксономических групп) водных и наземных экосистем в условиях постоянного антропогенного воздействия ... Число работ в области биоиндикации увеличивается пропорционально угрожающему положению природных систем многих территорий на локально-региональном уровне (Биоиндикация..., 1991).

Биоиндикаторы выражают синергетику геосистемы, изменения природно - климатических и антропогенных факторов, не дожидаясь периодического отбора дорогостоящих проб на анализы. Приборы дают информацию на определённый момент времени и об определённых загрязнителях, а биоиндикаторы реагируют на комплекс загрязнителей, отражая состояние геосистемы в целом. Живые организмы – это открытые системы, которые регулируют круговороты веществ, энергии и информации, в целом, осуществляя подстройку всех геосистем. Все организмы как объекты в той или иной степени пригодны для биомониторинга, однако необходимо остановить выбор на более чувствительных организмах и сообществах, характеризующихся высокой скоростью отклика и выраженностью параметров.

Наиболее тонким инструментом диагностики геосистем является биоиндикация посредством бактерий. Сигналом об изменении условий среды может быть изменение видового разнообразия бактерий. Определяется, например, ростовая реакция бактериальных культур, гетеротрофная активность. Высокая скорость размножения и мутирования как функциональной, так и сопутствующей микробиоты создаёт потенциальную опасность изменения направленности и скоростей течения обменных процессов в биоценозе, угрозу нарушения сбалансированности круговорота веществ.

По оценке Г.А.Евдокимовой(1994), популяционные реакции могут быть использованы для ранней диагностики изменений, а показатели изменения структуры микробного сообщества - для индикации более глубоких нарушений экосистемы. Короткий период онтогенеза, что оп-

ределяет возможность наблюдения фактора в последующих поколениях, отсутствие надклеточного механизма гомеостаза, как у многоклеточных животных или растений, делают бактерии весьма чувствительными индикаторами. Кроме того, бактериоценозы являются даментальными компонентами любой геосистемы. Специфические потребности бактерий в источниках питания, факторах роста или микроэлементах можно использовать, например, при определении потребности почвы в удобрениях, количественном анализе содержания витаминов или микроэлементов в почве. Впервые на свойства микроорганизмов как химических реактивов обратил внимание академик В.Л.Омелянский. В 1906г. он написал статью «О применении бактериологического метода при химическом исследовании», в которой отметил две особенности: их специфичность и исключительную чувствительность. По Одуму (1975), экология микроорганизмов - это не побочный вопрос экологии, но очень часто её центральный вопрос, особенно в аспекте круговорота веществ, биоэнергетики геосистем и контроля за искусственным загрязнением.

В природных биоценозах (почва, вода, воздух) выживают и размножаются лишь те микроорганизмы, которым благоприятствует окружающая среда; их рост прекращается, как только меняются условия окружающей среды. В зависимости от внешних условий некоторые микроорганизмы могут вести себя как паразиты, либо как сапрофиты. Поэтому их так и называют факультативные паразиты. К ним относят большинство условно-патогенных бактерий (Поздеев, 2005). Биомониторинг данных бактерий важен уже потому, что они способны вызывать эпидемические вспышки заболеваний. Значимой также является информация научных исследований условно-патогенных бактерий в фазовых переходах анабиоза на границах температурного оптимума, когда антропонозная ситуация связана с усилением вирулентности бактерий в результате изменения осмотического давления и, очевидно, выброса эндотоксинов (с потерей свободной воды), так, как это происходит при гибели бактериальных клеток(в этом случае происходит потеря и связанной воды). Подобным образом действуют патогенные бактерии, вырабатывая экзотоксины.

Майер подчёркивал, что особое внимание требует изучение жизненных форм и процессов в условиях, экстремальных для растений и животных, что, несомненно, относится к заполярным экосистемам. По литературным данным известно, что низкая температура замедляет и прекращает развитие патогенов во внешней среде, а во многих случаях приводит к их гибели (Этапы..., 1978). Поэтому в условиях севера важно «держаться под контролем» именно условно-патогенные бактерии, оценивая состояние окружающей среды. В результате исследований, проведённых в аквальных и супераквальных, а также - в техногеосистемах, были определены доминирующие бактерии в воде и почве в районе Кольского залива (Перетрухина, 2002; Осауленко, 2008). Соотношение бактерий наглядно показало, на каких территориях активно протекают процессы самоочищения и где эти процессы тормозятся аллохтонной микробиотой. Поскольку условно-патогенные бактерии (потенциально патогенные в силу их потенциальной опасности) широко распространены в природе и одновременно чувствительны к факторам окружающей среды - они могут быть наиболее информативными биоиндикаторами в геосистемах.

Литература

Биоиндикация и биомониторинг: под ред. Д.А.Криволуцкого.- М.: Наука, 1991.- 288с.

Евдокимова, Г.А. Эколого-микробиологические основы охраны почв Крайнего Севера /Г.А. Евдокимова. –Апатиты: Фонд ИППЭС, 1994.-272с.

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.

Осауленко, В.Е. Влияние природных и антропогенных факторов на микробиоту почв прибрежной зоны Кольского залива /В.Е.Осауленко // Проблемы региональной экологии.- 2008.- № 4.- С. 30-33.

Перетрухина, А.Т. Микробиологический мониторинг водных систем Кольского Заполярья/ А.Т.Перетрухина: [Автореф.].- Москва, 2002.- 59с.

Поздеев, О.К. Медицинская микробиология / О.К.Поздеев : под ред. В.И.Покровского. - 3-е изд., стереотип.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005.- 768с.

Этапы и темпы становления прибрежных биогеоценозов: под ред. В.А. Попова.- М.: Наука, 1978.- 132с.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ СВОЙСТВО ГЕОСИСТЕМ

Осауленко В. Е. (МГГУ, кафедра географии и экологии)

Климатические изменения давно осознаются важнейшим фактором истории и даже предметом политики, например, история вокруг Киотского протокола. За последние 20 лет европейская комиссия (правительство ЕС) поддержала около 200 проектов по исследованию климата, потратив на это свыше 250 млн. евро (Елдышев, 2003). Сегодня ЕС, взяв на себя роль лидера в разработке и пропаганде многочисленных механизмов и принципов введения в действие Киотского протокола, преследует вполне определённую цель, а именно - добиться доминирования европейских экологических стандартов и оборудования в обслуживании нового глобального рынка (Ткаченко, 2004).

Ещё в 1988 году Е.П.Борисенков предупреждал, что отдельные флуктуации в сторону потепления считают началом устойчивого глобального потепления климата за счёт увеличения CO₂, такой вывод пока преждевременен... Процесс таяния ледников начался до того, как мог проявить себя парниковый эффект, связанный с увеличением CO₂ в атмосфере. В период похолодания после 30-40х гг многие ледники вновь начали наступать. Однако этот процесс был не везде однозначен. Так, к 1976г. ледники в западной и северной частях Норвегии продолжали увеличиваться. Это говорит о наличии региональных флуктуаций современного климата (Борисенков, 1988).

Для выяснения причинной обусловленности аномалий тепло- и влагообеспеченности были привлечены методы динамико-климатологического анализа исходных рядов косвенных индикаторов и данных инструментальных наблюдений. Для отыскания индикационных возможностей биологических объектов использовались некоторые ядерно-физические методы, разработанные в Объединённом институте ядерных исследований в Дубне.

Дело в том, что период инструментальных наблюдений составляет всего лишь три столетия. При этом до середины XIX века это были, как правило, единичные наблюдения. История климатов прошлого привлекала внимание учёных Петербургской Академии наук во второй половине XVIII века. В первые десятилетия XIX века многие русские учёные, составлявшие статистические описания губерний, обращали внимание на историю климата. Эти описания были проанализированы выдающимся русским учёным К.С.Веселовским. В капитальном труде «О климате России» (1857) он дал подробный анализ температуры воздуха и почвы, солнечной радиации, ветра, влажности воздуха. К.С.Веселовский писал, что мнения об изменении климата весьма распространены. Вместе с тем он отмечал, что «эти суждения безотчётны, голословны и поэтому разноречивы». В 80-е и 90-е гг. прошлого века вышли фундаментальные работы академика Г.И.Вильда «Температура воздуха в Российской империи» и «Осадки в Российской империи». Изучению отдельных метеорологических элементов были посвящены многочисленные исследования академика М.А.Рыкачёва. Во второй половине XIX в. Главная физическая обсерватория начала регулярную публикацию синоптических карт в «Правительственном вестнике», а затем стала издавать ежемесячный метеорологический бюллетень. В 80-х годах XIX в. выдающийся климатолог и географ А.И.Воейков опубликовал монографию «Климаты земного шара, в особенности России». Этот труд подводил итоги целой эпохи в развитии метеорологии не только в России, но и на всём земном шаре. Природоведческие записи, содержащиеся в последних 12 томах ПСРЛ (Полное собрание русских летописей), подробно освещают подробности климата севера Европейской России, включая Приуралье и Заполярье... (Адаменко, 1982; Борисенков, Пасецкий, 1988; Шараф, Будникова, 1967; Веселовский, 1857).

В настоящее время работы по этой тематике относятся в основном к исследованию изменения температуры воздуха. В этих работах изменения температур (месячных и годовых) оцениваются величинами порядка десятых долей градуса Цельсия. В связи с этим отбор метеорологических рядов, служащих исходными данными для расчётов изменения температуры, должен быть сделан очень тщательно, в противном случае ошибка результата может превзойти искомую величину. Каковы основные требования, предъявляемые к этим рядам? Метеорологические ряды должны быть однородными во времени и сравнимы в пространстве. Полной модели климатической системы, включающей все её компоненты, пока ещё нет (Осауленко, 2004; Груза, 1997; Рубинштейн, 1979).

Достоверность полученных оценок не одинакова для разных регионов и разных климатических характеристик, чтобы делать, по крайней мере, качественные выводы о региональных последствиях изменчивости климата (Мелешко, 2008). Изменение палеотемператур Арктики обусловлена естественными факторами (Изменения климата, 2002). Активность процессов в высоких широтах проявляется не только в длительных преобразованиях климата, но и в более коротких периодах его колебаний (Осауленко, 2004; Борисенков, 2001). На фоне длительных межледниковых и ледниковых периодов происходили краткосрочные колебания климата (их называют событиями Дансгорда-Эшгера). Они характеризуются быстрым резким потеплением (всего за десятилетие) за которым на протяжении 2-3 тыс. лет следует постепенное похолодание ...

В течение нынешнего столетия обычно «незамерзающий» Кольский залив замерзал 7 раз (1902, 1933, 1965, 1998, 1999, 2011, 2012). В конце прошлого века залив впервые покрывался льдом два года подряд, чего не наблюдалось ранее. По нашим данным в 1998 - 1999 гг. произошла экспансия арктической биоты на запад Баренцева моря. Все это подтверждает факт начавшегося похолодания в Арктике (Матишов, 2006).

Многолетними фенологическими наблюдениями в Лапландском заповеднике установлено запаздывание появления первых проталин примерно на 20 дней. Замечено, что в настоящее время медведь выходит из берлоги чуть раньше, чем в 1930-е годы, и ложится в берлогу на пять дней раньше, а последняя встреча в сезоне травяной лягушки (окончание активного периода) отмечается на 12 дней раньше, чем в 1960-е годы. Эти данные свидетельствуют о небольшом похолодании в регионе. Разрушение снежного покрова в лесу стало запаздывать почти на неделю, а установление его осенью - наступать на 10 дней раньше (т.е. период без сплошного снежного покрова в лесу сократился более чем на две недели), период между первым снегом и установлением сплошного покрова в лесу сократился с более чем 30 дней в 1930-х годах до 10 дней в конце XX столетия. Это свидетельствует о явном сокращении осенью переходного периода от бесснежного состояния к сплошному снежному покрову. Особенности установления снежного покрова в лесу отразились на фенологии растений. Если весенние явления у берез (начало сокодвижения, зеленения) практически не изменили средних сроков, то осенние (начало пожелтения, массовое пожелтение, конец листопада) стали происходить раньше примерно на неделю. Сокращение периода вегетации так же свидетельствует о похолодании климата (Климатический паспорт..., 2003).

Результаты анализа данных нашего исследования подтверждают: изменения климата неоднородны в пространстве, даже в пределах одного синоптического района (Северо-Европейского бассейна), т.е. подтверждается асинхронность климатической изменчивости в западном (Исландия) и в восточном секторах Арктики.

Таблица 1.

Фактическая температура воздуха, ст. Мурманск, контрольный год – 2007.

	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Нояб	Дек	Сред
Мо- дель	-10,3	-10,4	-6,67	-1,54	3,58	9,27	12,84	11,25	6,67	0,7	-4,69	-8,21	0,21
Факт	-11,3	-10,9	-6,5	-1,6	3,6	9,2	12,6	10,8	6,7	0,9	-5	-9,1	-0,05
$dT =$	-1	-0,5	0,17	-0,06	0,02	-0,07	-0,24	-0,45	0,03	0,2	-0,31	-0,89	-0,26
dT/T	10%	5%	-3%	4%	1%	-1%	-2%	-4%	0%	29%	7%	11%	5%

По данным станции Мурманск с 1919года (восточный сектор) современный период (с 1999года) характеризуется кардинальным похолоданием. Верификация прогнозной модели была произведена по фактическим среднемесячным температурам за 2007год (табл.1). Сравнительный анализ показал, что фактическая температура воздуха оказалась ещё более низкой в 2007 году и отличалась незначительно от прогнозируемого понижения температуры, о чём свидетельствует абсолютная и относительная погрешность.

При всей ее сложности климатическая система воспроизводит себя в масштабах нескольких лет, нескольких десятков лет, нескольких столетий и даже тысячелетий. Климатической системе присущи свои весьма устойчивые циклы – 100 тысяч лет, 41 тысяча лет, 23 тысячи лет, 2,5 тысячи лет, двести лет, 65, 22, 10–11, 7,5 лет и т.д. (<http://pogoda>). Длительно существующий циклический режим в динамических системах может быть обусловлен действием внешних сил или быть автоколебательным, то есть вызванным соответственными нелинейными свойствами этой системы (Доронин, 1981). Климатическая система, существуя по законам неравновесной термодинамики, подвержена флуктуационным колебаниям, поддерживая гомеостаз биосферы самоорганизующейся открытой системы Земля.

Литература

- Адаменко, В.Н. Индикация изменений климата. Методы анализа и интерпритации./ В.Н.Адаменко, М.Д.Масанова, А.Ф.Четвериков. Л.: Гидрометеиздат, 1982.- 110с.
- Борисенков, Е.П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений погоды / Е.П.Борисенков, В.М.Пасецкий. М: Мысль, 1988.-522с.
- Груза, Г.В. Колебания и изменения климата на территории России /Г.В.Груза, Э.Я.Ранькова //Изв. РАН. Физика океана и атмосферы.- 2003.-Т.39.- №2.- С.166-185.
- Доронин, Ю.П. Взаимодействие атмосферы и океана / Ю.П.Доронин.- Л.: Гидрометеиздат, 1981.-287с.
- Дружинин, И.П. Природа многолетних колебаний речного стока./ И.П.Дружинин [и др.] – Новосибирск: Наука, 1976.- 336с.
- Елдышев, Ю.Н. Глобальные проблемы. Всемирный форум климатологов./ Ю.Н.Елдышев //Экология и жизнь. –2003.-№ 6(35).- с.48-50.
- Изменения климата Арктики за последние 10000 лет //Изв. РГО.-2002.-Т. 134.- Вып.1.- С.20-27.
- Ранькова, Э.Я. Индикаторы изменений климата России / Э.Я.Ранькова, Г.В.Груза //Метеорология и гидрология.- 1998.- №1.-С.5-18.

Осауленко, В.Е. Изменение климата и его экономические последствия / В.Е.Осауленко //Мат. Междунар. Науч.- тех. конференц. «Наука и образование». Мурманск, МГТУ [7- 15 апреля 2004]. Ч.3.- Мурманск: МГТУ, 2004.- С. 86 -90.

Кислов, А.В. О модели регионального климата / А.В.Кислов, Г.В.Суркова //Метеорология и гидрология. -1995.-№ 5.-С. 20-25.

Климатический паспорт экорегиона: под ред. А.О.Какорина. (Всемирный фонд дикой природы).- М.: Рус. ун-т, 2003.- 24с.

Матишов, Г.Г. Состояние экосистем и биопродуктивность европейских морей России / Г.Г.Матишов //Научное обеспечение развития технобиосферы Заполярья: база знаний и пакет инновационных предложений (Мультимедийный информационный диск): отв.ред. А.Н.Виноградов.-Апатиты: КНЦ РАН, 2006.

Мелешко, В.П. Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного воздействия на климат и новые возможности оценки его изменений на территории России./ В.П.Мелешко [и др.] – Метеорология и гидрология.-2008.- №6.- С. 5-19.

Ткаченко, Н.Ф. Размышления над Киотским протоколом / Н.Ф.Ткаченко // Вестник экологич. образования в России.- 2004.- №2.- С.19-20.

<http://pogoda.ru.net/climate/22113.htm>

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ СВОЙСТВО ГЕОСИСТЕМ

Осауленко В.Е. (МГГУ, кафедра географии и экологии)

Климатические изменения давно осознаются важнейшим фактором истории и даже предметом политики, например, история вокруг Киотского протокола. За последние 20 лет европейская комиссия (правительство ЕС) поддержала около 200 проектов по исследованию климата, потратив на это свыше 250 млн. евро (Елдышев, 2003). Сегодня ЕС, взяв на себя роль лидера в разработке и пропаганде многочисленных механизмов и принципов введения в действие Киотского протокола, преследует вполне определённую цель, а именно - добиться доминирования европейских экологических стандартов и оборудования в обслуживании нового глобального рынка (Ткаченко, 2004).

Ещё в 1988 году Е.П.Борисенков предупреждал, что отдельные флуктуации в сторону потепления считают началом устойчивого глобального потепления климата за счёт увеличения CO₂, такой вывод пока преждевременен... Процесс таяния ледников начался до того, как мог проявить себя парниковый эффект, связанный с увеличением CO₂ в атмосфере. В период похолодания после 30-40хгг многие ледники вновь начали наступать. Однако этот процесс был не везде однозначен. Так, к 1976г. ледники в западной и северной частях Норвегии продолжали увеличиваться. Это говорит о наличии региональных флуктуаций современного климата (Борисенков, 1988).

Для выяснения причинной обусловленности аномалий тепло- и влагообеспеченности были привлечены методы динамико-климатологического анализа исходных рядов косвенных индикаторов и данных инструментальных наблюдений. Для отыскания индикационных возможностей биологических объектов использовались некоторые ядерно-физические методы, разработанные в Объединённом институте ядерных исследований в Дубне.

Дело в том, что период инструментальных наблюдений составляет всего лишь три столетия. При этом до середины XIX века это были, как правило, единичные наблюдения. История климатов прошлого привлекала внимание учёных Петербургской Академии наук во второй половине XVIII века. В первые десятилетия XIX века многие русские учёные, составлявшие статистические описания губерний, обращали внимание на историю климата. Эти описания были проанализированы выдающимся русским учёным К.С.Веселовским. В капитальном труде «О климате России» (1857) он дал подробный анализ температуры воздуха и почвы, солнечной радиации, ветра, влажности воздуха. К.С.Веселовский писал, что мнения об изменении климата весьма распространены. Вместе с тем он отмечал, что «эти суждения безотчётны, голословны и поэтому разноречивы». В 80-е и 90-е гг. прошлого века вышли фундаментальные работы академика Г.И.Вильда «Температура воздуха в Российской империи» и «Осадки в Российской империи». Изучению отдельных метеорологических элементов были посвящены многочисленные исследования академика М.А.Рыкачёва. Во второй половине XIX в. Главная физическая обсерватория начала регулярную публикацию синоптических карт в «Правительственном вестнике», а затем стала издавать ежемесячный метеорологический бюллетень. В 80-х годах XIXв. выдающийся климатолог и географ А.И.Воейков опубликовал монографию «Климаты земного шара, в особенности России». Этот труд подводил итоги целой эпохи в развитии метеорологии не только в России, но и на всём земном шаре. Природоведческие записи, содержащиеся в последних 12 томах ПСРЛ (Полное собрание русских летописей), подробно освещают подробности климата севера Европейской России, включая Приуралье и Заполярье... (Адаменко, 1982; Борисенков, Пасецкий, 1988; Шараф, Будникова, 1967; Веселовский, 1857).

В настоящее время работы по этой тематике относятся в основном к исследованию изменения температуры воздуха. В этих работах изменения температур (месячных и годовых) оцениваются величинами порядка десятых долей градуса Цельсия. В связи с этим отбор метеорологических рядов, служащих исходными данными для расчётов изменения температуры, должен быть сделан очень тщательно, в противном случае ошибка результата может превзойти искомую величину. Каковы основные требования, предъявляемые к этим рядам? Метеорологические ряды должны быть однородными во времени и сравнимы в пространстве. Полной модели климатической системы, включающей все её компоненты, пока ещё нет (Осауленко, 2004; Груза, 1997; Рубинштейн, 1979).

Достоверность полученных оценок не одинакова для разных регионов и разных климатических характеристик, чтобы делать, по крайней мере, качественные выводы о региональных последствиях изменчивости климата (Мелешко, 2008). Изменение палеотемператур Арктики обусловлена естественными факторами (Изменения климата, 2002). Активность процессов в высоких широтах проявляется не только в длительных преобразованиях климата, но и в более коротких периодах его колебаний (Осауленко, 2004; Борисенков, 2001). На фоне длительных межледниковых и ледниковых периодов происходили краткосрочные колебания климата (их называют событиями Дансгорда-Эшгера). Они характеризуются быстрым резким потеплением (всего за десятилетие) за которым на протяжении 2-3 тыс. лет следует постепенное похолодание ...

В течение нынешнего столетия обычно «незамерзающий» Кольский залив замерзал 7 раз (1902, 1933, 1965, 1998, 1999, 2011, 2012). В конце прошлого века залив впервые покрывался льдом два года подряд, чего не наблюдалось ранее. По нашим данным в 1998 - 1999 гг. произошла экспансия арктической биоты на запад Баренцева моря. Все это подтверждает факт начавшегося похолодания в Арктике (Матишов, 2006).

Многолетними фенологическими наблюдениями в Лапландском заповеднике установлено запаздывание появления первых проталин примерно на 20 дней. Замечено, что в настоящее время медведь выходит из берлоги чуть раньше, чем в 1930-е годы, и ложится в берлогу на пять дней раньше, а последняя встреча в сезоне травяной лягушки (окончание активного периода) отмечается на 12 дней раньше, чем в 1960-е годы. Эти данные свидетельствуют о небольшом похолодании в регионе. Разрушение снежного покрова в лесу стало запаздывать почти на неделю, а установление его осенью - наступать на 10 дней раньше (т.е. период без сплошного снежного покрова в лесу сократился более чем на две недели), период между первым снегом и установлением сплошного покрова в лесу сократился с более чем 30 дней в 1930-х годах до 10 дней в конце XX столетия. Это свидетельствует о явном сокращении осенью переходного периода от бесснежного состояния к сплошному снежному покрову. Особенности установления снежного покрова в лесу отразились на фенологии растений. Если весенние явления у берез (начало сокодвижения, зеленения) практически не изменили средних сроков, то осенние (начало пожелтения, массовое пожелтение, конец листопада) стали происходить раньше примерно на неделю. Сокращение периода вегетации так же свидетельствует о похолодании климата (Климатический паспорт..., 2003).

Результаты анализа данных нашего исследования подтверждают: изменения климата неоднородны в пространстве, даже в пределах одного синоптического района (Северо-Европейского бассейна), т.е. подтверждается асинхронность климатической изменчивости в западном (Исландия) и в восточном секторах Арктики.

Таблица 1.

Фактическая температура воздуха, ст. Мурманск, контрольный год – 2007.

	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Нояб	Дек	Сред
Мо- дель	-10,3	-10,4	-6,67	-1,54	3,58	9,27	12,84	11,25	6,67	0,7	-4,69	-8,21	0,21
Факт	-11,3	-10,9	-6,5	-1,6	3,6	9,2	12,6	10,8	6,7	0,9	-5	-9,1	-0,05
$dT =$	-1	-0,5	0,17	-0,06	0,02	-0,07	-0,24	-0,45	0,03	0,2	-0,31	-0,89	-0,26
dT/T	10%	5%	-3%	4%	1%	-1%	-2%	-4%	0%	29%	7%	11%	5%

По данным станции Мурманск с 1919года (восточный сектор) современный период (с 1999года) характеризуется кардинальным похолоданием. Верификация прогнозной модели была произведена по фактическим среднемесячным температурам за 2007год (табл.1). Сравнительный анализ показал, что фактическая температура воздуха оказалась ещё более низкой в 2007 году и отличалась незначительно от прогнозируемого понижения температуры, о чём свидетельствует абсолютная и относительная погрешность.

При всей ее сложности климатическая система воспроизводит себя в масштабах нескольких лет, нескольких десятков лет, нескольких столетий и даже тысячелетий. Климатической системе присущи свои весьма устойчивые циклы – 100 тысяч лет, 41 тысяча лет, 23 тысячи лет, 2,5 тысячи лет, двести лет, 65, 22, 10–11, 7,5 лет и т.д. (<http://pogoda>). Длительно существующий циклический режим в динамических системах может быть обусловлен действием внешних сил или быть автоколебательным, то есть вызванным соответственными нелинейными свойствами этой системы (Доронин, 1981). Климатическая система, существуя по законам неравновесной термодинамики, подвержена флуктуационным колебаниям, поддерживая гомеостаз биосферы самоорганизующейся открытой системы Земля.

Литература

- Адаменко, В.Н. Индикация изменений климата. Методы анализа и интерпритации./ В.Н.Адаменко, М.Д.Масанова, А.Ф.Четвериков. Л.: Гидрометеиздат, 1982.- 110с.
- Борисенков, Е.П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений погоды / Е.П.Борисенков, В.М.Пасецкий. М: Мысль, 1988.-522с.
- Груза, Г.В. Колебания и изменения климата на территории России /Г.В.Груза, Э.Я.Ранькова //Изв. РАН. Физика океана и атмосферы.- 2003.-Т.39.- №2.- С.166-185.
- Доронин, Ю.П. Взаимодействие атмосферы и океана / Ю.П.Доронин.- Л.: Гидрометеиздат, 1981.-287с.
- Дружинин, И.П. Природа многолетних колебаний речного стока./ И.П.Дружинин [и др.] – Новосибирск: Наука, 1976.- 336с.
- Елдышев, Ю.Н. Глобальные проблемы. Всемирный форум климатологов./ Ю.Н.Елдышев //Экология и жизнь. –2003.-№ 6(35).- с.48-50.
- Изменения климата Арктики за последние 10000 лет //Изв. РГО.-2002.-Т. 134.- Вып.1.- С.20-27.
- Ранькова, Э.Я. Индикаторы изменений климата России / Э.Я.Ранькова, Г.В.Груза //Метеорология и гидрология.- 1998.- №1.-С.5-18.

Осауленко, В.Е. Изменение климата и его экономические последствия / В.Е.Осауленко //Мат. Междунар. Науч.- тех. конференц. «Наука и образование». Мурманск, МГТУ [7- 15 апреля 2004]. Ч.3.- Мурманск: МГТУ, 2004.- С. 86 -90.

Кислов, А.В. О модели регионального климата / А.В.Кислов, Г.В.Суркова //Метеорология и гидрология. -1995.-№ 5.-С. 20-25.

Климатический паспорт экорегиона: под ред. А.О.Какорина. (Всемирный фонд дикой природы).- М.: Рус. ун-т, 2003.- 24с.

Матишов, Г.Г. Состояние экосистем и биопродуктивность европейских морей России / Г.Г.Матишов //Научное обеспечение развития технобиосферы Заполярья: база знаний и пакет инновационных предложений (Мультимедийный информационный диск): отв.ред. А.Н.Виноградов.-Апатиты: КНЦ РАН, 2006.

Мелешко, В.П. Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного воздействия на климат и новые возможности оценки его изменений на территории России./ В.П.Мелешко [и др.] – Метеорология и гидрология.-2008.- №6.- С. 5-19.

Ткаченко, Н.Ф. Размышления над Киотским протоколом / Н.Ф.Ткаченко // Вестник экологич. образования в России.- 2004.- №2.- С.19-20.

<http://pogoda.ru.net/climate/22113.htm>

ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НА БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПЛАНКТОН И БЕНТОС КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Барышникова Н. В., Павлова М. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

In this article the data about efficiency of wastewater treatment plants in Murmansk region and influence of the sewages on autochthonous microbiota of Kola Bay are presented. The prevalence in community of bacteriobenthos and bacterioplankton microorganisms of genera *Pseudomonas*, *Bacillus* is bound not only with their ecological spreading in water ecosystem of Kola Bay, but also as a result of unset of the sewages in it.

Сегодня проблема чистой воды считается одной из актуальнейших проблем наступившего века. Плохо очищенные сточные воды представляют собой опасность для водоемов, в которые они сбрасываются, тем самым изменяя микробный состав. Сточные воды, попадая в водоем, существенно влияют на его режим в целом (могут оказывать токсическое действие на гидробионтов, а так же в значительной степени менять химический состав воды).

Кольский залив, являясь важной водной артерией Мурманской области, постоянно подвержен антропогенному прессу (Кольский..., 1997). Кроме этого, загрязнения в залив привносятся вместе с осадками, талыми водами и с пресным стоком рек Кола и Тулома. Так в 2006 году по данным государственного комитета по охране окружающей среды в Кольский залив сброшено 50.3 млн. м³ сточных вод, 78% из них - без очистки (Отчет..., 2006). В составе сточных вод могут находиться патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, отрицательно влияющие на природное микробное сообщество водных экосистем и нарушая их равновесие.

Современные методы очистки сточных вод являются недостаточно эффективными в отношении микробного загрязнения: после механической и биологической очистки до 40% проб сточной воды содержат патогенные микроорганизмы. Спуск неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водоемы повышает уровень микробного загрязнения.

Сточные воды Абрам–Мыса, Мурманска, Колы и Дровяного сбрасываются в водоемы без очистки. Сточные воды с очистных сооружений поселков Молочный и Верхнетуломский сбрасываются в реку Тулома, а сточные воды с очистных сооружений поселков Шонгуй и Кильдинстрой – в реку Кола. В поселках Молочный, Кильдинстрой, Шонгуй присутствуют очистные сооружения разного вида.

На КОС поселка Молочный используются биофильтры, которые обеспечивают достаточно эффективную очистку сточных вод. Незначительное количество патогенных микроорганизмов, которые проскакивают через биофильтры уничтожаются хлорированием. Отрицательной стороной данной очистки является периодическое зарастание биофильтров различными видами *Bacillus*, в результате чего невозможно контролировать степень очистки.

На КОС поселка Шонгуй используется простой метод очистки – окислительный пруд.

На КОС поселка Кильдинстрой используются три ультрафиолетовых облучателя, который сокращает количество патогенных микроорганизмов примерно в два раза. Более качественная очистка сточных вод достигается хлорированием. Недостатком этого метода очистки является необходимость постоянного настраивания уровня ультрафиолетового облучения. В результате неправильно подобранного уровня облучения в водоемы выбрасывается *E. coli* и

другие патогенные микроорганизмы, число которых превышает предельно допустимые нормы.

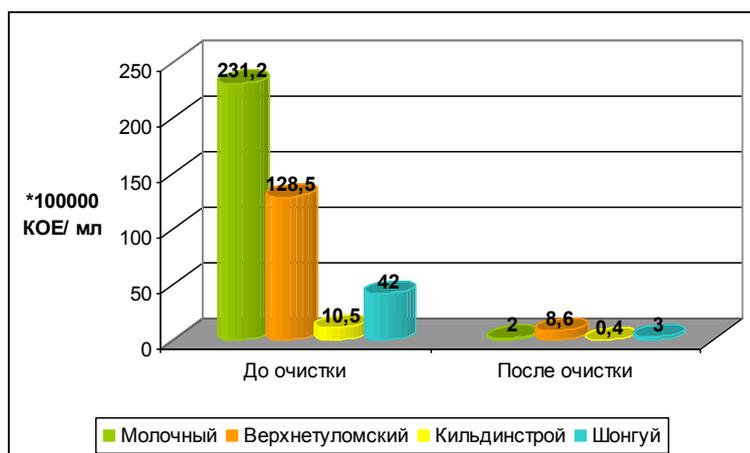


Рис. 1. Количество гетеротрофных микроорганизмов в сточных водах до и после очистки (при 22 °С) .

На рис. 1 видно, что до очистки максимальное количество микроорганизмов наблюдается на КОС поселка Молочный ($231,2 \cdot 10^5$ КОЕ/ мл), а минимальное – на КОС поселка Кильдинстрой ($10,5 \cdot 10^5$ КОЕ/ мл); после очистки максимальное количество микроорганизмов наблюдается на КОС поселка Верхнетуломский ($8,6 \cdot 10^5$ КОЕ/ мл), а минимальное – на КОС поселка Кильдинстрой ($0,4 \cdot 10^5$ КОЕ/ мл). На всех точках происходит снижение численности микроорганизмов, в среднем численность снижается в 14 – 115 раз.

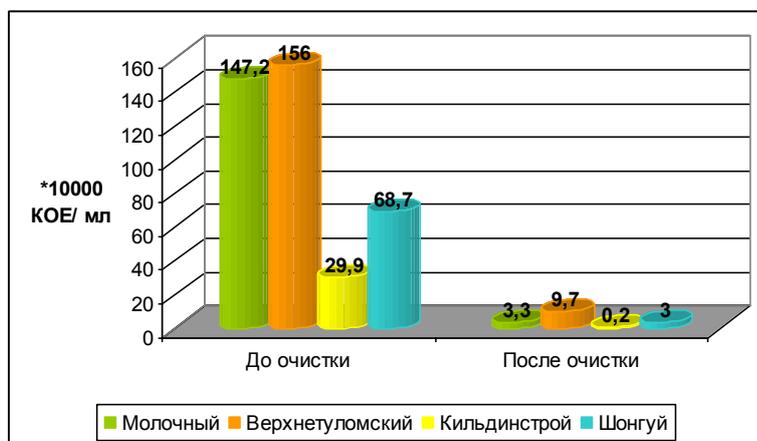


Рис. 2. Количество гетеротрофных микроорганизмов в сточных водах до и после очистки (при 22 °С).

На рис. 2 видно, что до очистки максимальное количество микроорганизмов наблюдается на КОС поселка Верхнетуломский ($156 \cdot 10^4$ КОЕ/ мл), а минимальное – на КОС поселка Кильдинстрой ($29,9 \cdot 10^4$ КОЕ/ мл); после очистки максимальное количество микроорганизмов наблюдается на КОС поселка Верхнетуломский ($9,7 \cdot 10^4$ КОЕ/ мл), а минимальное – на КОС поселка Кильдинстрой ($0,2 \cdot 10^4$ КОЕ/ мл). На всех точках происходит снижение численности микроорганизмов, в среднем численность снижается в 16 – 149 раз.

Чем меньше гетеротрофных микроорганизмов, тем лучше качество очистки (Богданова, 2003). Так как во всех точках наблюдается снижение численности гетеротрофных микроорганизмов после очистки, что может свидетельствовать о том, что в очищенной воде доступных органических веществ становится меньше. Можно сделать вывод, что в разной степени очистка осуществляется на всех очистных сооружениях. Сравнив степень снижения гетеротрофных микроорганизмов в процессе очистки можно предположить, что наилучшая степень эффективности очистки наблюдается на КОС поселка Молочный, так как там численность микроорганизмов снижается в 44 – 115 раз.

Таксономический состав сточных вод на исследуемых очистных сооружениях представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Таксономическое разнообразие микроорганизмов при 37 °С, %.

Микроорганизм	Очистные сооружения поселков							
	Молочный		Верхнетуломский		Кильдинстрой		Шонгуй	
	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
<i>Esherichia coli</i>	29,7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus cereus</i>	18,4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus subtilis</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus</i>	1,9	70,4	14,8	0	0	0	2,4	0
<i>Pseudomonas</i>	42,8	19,7	0	80,7	100	100	61,9	0
<i>Proteus</i>	5,6	9,9	0	0	0	0	0	0
<i>Methylophilus</i>	0	0	24,1	9,9	0	0	0	0
<i>Deinococcus</i>	0	0	8,9	9,4	0	0	0	0
<i>Clostridium</i>	0	0	52,2	0	0	0	0	0
<i>Klebsiella</i>	0	0	0	0	0	0	26,2	3,3
<i>Microbacterium</i>	0	0	0	0	0	0	9,5	96,7

Из таблицы 1 видно, что на очистных сооружениях поселка Молочный в ходе очистки происходит снижение числа *Pseudomonas* и *E. coli*, а количество *Bacillus* увеличивается. На очистных сооружениях поселка Кильдинстрой происходит снижение численности *Pseudomonas*. На очистных сооружениях поселка Верхнетуломский в ходе очистки происходит полное уничтожение представителей рода *Clostridium*, но появляется *Pseudomonas*. На очистных сооружениях поселка Шонгуй в ходе очистки происходит полное уничтожение представителей рода *Pseudomonas* и активно размножается *Microbacterium*.

Таблица 2.

Таксономическое разнообразие микроорганизмов при 22 °С, %.

Микроорганизм	Очистные сооружения поселков							
	Молочный		Верхнетуломский		Кильдинстрой		Шонгуй	
	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
<i>Bacillus cereus</i>	23,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus subtilis</i>	7,7	0	0	0	31,4	0	0	0
<i>Bacillus</i>	3,9	96,9	36,8	49,5	65,3	100	75,7	63,2
<i>Pseudomonas</i>	57,1	0	4,5	21,7	3,3	0	16	3,5
<i>Flavobacterium</i>	7,8	3,1	6,4	3	0	0	0	0
<i>Clostridium</i>	0	0	50,4	21,6	0	0	0	0
<i>Micrococcus</i>	0	0	1,3	2,1	0	0	0	0
<i>Acinetobacter</i>	0	0	0,6	1,1	0	0	0	0
<i>Xantobacter</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Microbacterium</i>	0	0	0	0	0	0	8,3	33,3

В таблице 2 видно, что в ходе очистки на очистных сооружениях поселка Молочный увеличивается количество *Bacillus*, а на очистных сооружениях поселка Шонгуй – *Microbacterium*, то есть создаются благоприятные условия для развития непатогенных микроорганизмов. На

очистных сооружениях поселков Верхнетуломский и Кильдинстрой происходит только снижение численности уже имеющихся микроорганизмов, привнесения новых не происходит.

Исходя из данных, представленных в таблицах 1 и 2, можно сделать вывод о том, что практически все патогенные микроорганизмы погибают в ходе очистки, а в водоемы попадают в основном непатогенные *Bacillus* и *Microbacterium*, которые становятся аллахтонной микрофлорой водоемов.

В водах литорали Кольского залива нами было идентифицировано 9 родов микроорганизмов: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Marinomonas*, *Sporosarcina*, *Marinococcus*, *Micrococcus*, *Flexibacter*, *Hyphomicrobium*, *Arthrobacter*. В результате проведенных исследований таксономической структуры бактериобентоса литорали Кольского залива было выявлено и идентифицировано 7 родов микроорганизмов: *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Halobacterium*, *Haloferax*.

К роду *Pseudomonas* отнесено 16 – 29,8 % выделенных культур. На долю микроорганизмов отнесенных к роду *Micrococcus* – 22,3 - 51,6 %, *Bacillus* – 9,7 – 32,9 %, *Alcaligenes* – 3,2 – 9,8 %, *Rhodococcus* - 3,5 – 24 %. Представители родов *Halobacterium*, *Haloferax*, *Marinomonas*, *Sporosarcina*, *Marinococcus* встречались в единичных случаях, и на их долю приходится около 2 % от всех родов микроорганизмов.

Можно предположить, что преобладание в сообществах бактериопланктона и бактериобентоса микроорганизмов родов *Pseudomonas*, *Bacillus* связано не только с их экологическим распространением в водной экосистеме Кольского залива, но и в результате сброса в него сточных вод.

Литература:

Богданова, О. Ю. Пространственно-временная изменчивость гетеротрофных бактериальных сообществ воды литорали Кольского залива: Дисс. канд.биол.наук/О.Ю. Богданова. – Мурманск, 2003. – 147 с.

Вольф, И. В. Химия и микробиология природных и сточных вод / Вольф И. В., Ткаченко Н. И.- Л.: изд. ЛГУ, 1973. – 236с.

Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Под ред. Г. Г. Матишова. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997 – 265 с.

Моисеенко, Т. И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики / Т. И. Моисеенко. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 260 с.

Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита и др. – М.: Мир, 1997.

Яковлев, С. В. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов: учебник – Москва: Инфра-М, 2006 – 704 с.

БАКТЕРИОБЕНТОС ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Барышникова Н. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «Мурманский Государственный Технический Университет», кафедра «Микробиология»)

In this work were carried out researches of number and spatial distribution bacteriobenthos a soil of superficial layer littoral Kola Bay and its trophic groups. The studying bacteriobenthos is important for elucidation the aspects of functioning of a water ecosystem and its monitoring.

Сегодня одним из направлений современной гидробиологии является изучение закономерностей функционирования экосистем. Структурированность экосистем, как и биоценозов, определяется составом входящих в них компонентов, расположением их в пространстве и совокупностью взаимоотношений между ними. Компоненты экосистем функционируют как единый природный организм, и изменение одного из них вызывает определенные перемены другого.

Несмотря на накопленный к настоящему времени материал, отдельные компоненты экосистем остаются мало изученными. К числу подобных объектов можно отнести бактериобентосные сообщества литоральной зоны.

Микробное сообщество выполняет важные функции. С одной стороны, оно участвует в круговороте органического вещества, обуславливая тем самым уровень первичной продукции, с другой – в процессах самоочищения. Все эти функции осуществляются главным образом гетеротрофной частью микробного сообщества, которое структурно представлено различными эколого-физиологическими группами микроорганизмов.

Учет структурной организации бактериобентоса важен для освещения всех аспектов функционирования водной экосистемы и ее мониторинга.

Материалы для исследований отбирали в зимний период на станциях, расположенных в северном и южном коленах залива: Восточная сторона нового моста (станция 1), мыс Притыка (станция 2), Абрам-мыс (станция 3), Зеленый мыс (металлобаза) (станция 4), Екатерининская гавань (город Полярный) (станция 5). Расположение полигонов обусловлено градиентом физико-химических и антропогенных факторов.

В данной работе были проведены исследования численности и пространственного распределения бактериобентоса поверхностного слоя грунта литорали Кольского залива и его трофических групп. Рассчитаны коэффициенты K_n , K_t , K_y отражающие соотношение между этими группами.

Анализ данных численности гетеротрофного бактериобентоса, выявил неравномерное распределение численностью этих микроорганизмов. Так высокие показатели численности отмечены на станции 5 и составляли $(16,5 \pm 0,4) \cdot 10^6$ КОЕ/г. Минимальные показатели были зафиксированы на станции 3 $(0,65 \pm 0,05) \cdot 10^6$ КОЕ/г.

По данным прямого счета пространственное распределение бактериобентоса характеризовалось наличием тех же участков с минимальной плотностью бактериальной популяции, что и по данным высева на питательную среду - станции 3 $((0,03 \pm 0,0096) \cdot 10^{11}$ КОЕ/г). Станции 1 и 5 характеризовались максимальными значениями численности бектериобентоса и составляли $(5,71 \pm 0,32) \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, $(5,42 \pm 0,125) \cdot 10^{11}$ КОЕ/г соответственно.

Согласно полученным результатам общей численности бактериобентоса на всех исследуемых станциях превышала 1 млрд. кл/г в период проведения исследования. Следовательно, по классификации А.Н. Дзюбан (2005) состояние экосистемы соответствовало 3 классу – предкризисное. Численность гетеротрофного бактериобентоса в пробах грунта исследуемых станций так же характеризует состояние экосистемы как предкризисное (3 класс).

Численность эвтрофной группы микроорганизмов на исследуемых станциях варьировалась от $(0,3 \pm 0,09) \cdot 10^6$ КОЕ/г (станции 3) до $(96,7 \pm 0,9) \cdot 10^6$ КОЕ/г (станции 5). В пробах грунта со станций 1 и 2 их численность составляла $(6,7 \pm 0,8) \cdot 10^6$ КОЕ/г $(5,2 \pm 0,9) \cdot 10^6$ КОЕ/г соответственно.

Пространственное распределение олиготрофов характеризовалось наличием тех же участков с максимальной плотностью бактериальной популяции, что и эвтрофов – на станции 5 и составили $(10 \pm 0,68) \cdot 10^6$ КОЕ/г. Минимальными показателями численности олиготрофной группы $(0,2 \pm 0,05) \cdot 10^6$ КОЕ/г, характеризовалась станция 3. Несколько выше $((2,4 \pm 0,05) \cdot 10^6$ КОЕ/г) концентрация этой группы была отмечена на станции 2. В пробах грунта со станций 1 и 4 эта группа микроорганизмов не выделена.

Численное преимущество в пользу эвтрофной группы микроорганизмов свидетельствует о присутствии легкоокисляемого органического вещества в больших количествах.

В период наблюдений максимальная численность углеводородокисляющих микроорганизмов отмечена в пробах грунта со станций 4 и 5 $((246,7 \pm 1,04) \cdot 10^6$ КОЕ/г и $(103,3 \pm 1,05) \cdot 10^6$ КОЕ/г соответственно).

Высокие показатели численности углеводородокисляющих микроорганизмов указывает на присутствие углеводов в больших концентрациях. Высокое содержание углеводов близ города Полярного (станция 5) обусловлено частыми утечками нефтепродуктов из существующего портового комплекса, повышенной гибелью планктона и интенсивным развитием на этом субстрате микрофлоры. Станции 1, 2, 3 характеризуются меньшими показателями, что вероятно связано с отсутствием интенсивного судоходства.

Численность бактерий, определяемая прямым счетом, дает лишь количественную информацию об обилии микробного ценоза в текущий момент времени, но не отражает его состояние.

Для характеристики состояния гетеротрофной части микробного ценоза в определенный период времени представляется целесообразным вычисление коэффициента K_n , обозначающий отношение обилия гетеротрофных бактерий, способных к росту на питательных средах, к общей численности бактерий по прямому счету. Изменения величины коэффициента K_n могут указывать на реально происходящие структурно-функциональные изменения микробного ценоза (Ильинский, 2000).

Величина индекса K_n тесно связана с условиями в среде обитания микроорганизмов. Чем более благоприятны эти условия для развития гетеротрофных бактерий в целом, тем большая их часть способна к росту на питательных средах и выше величина K_n и наоборот.

В том числе для характеристики состояния экосистемы используется соотношение между численностью олиготрофных и эвтрофных бактерий иногда называемый индексом трофности (K_T) или индексом деструкции органического вещества (Ильинский, 2000).

Олиготрофные микроорганизмы являются естественными обитателями морских водных экосистем, характеризующихся в норме сравнительно небольшими концентрациями органических веществ, в отличие от эвтрофных, являющихся приносными микроорганизмами, обитающими в средах с большим содержанием органики. Следовательно, увеличение этого показателя происходит при активизации процессов самоочищения и снижении концентрации

лабильных органических веществ, а уменьшение наблюдается при эвтрофировании экосистем вследствие их загрязнения.

Значения $K_{и}$ варьировали от 0,001 % (станция 1) до 0,144 % (станция 2) в пробах грунта исследуемых станций в зимний период. В таблице 1 представлены данные расчетов индексов $K_{и}$, $K_{т}$.

Таблица 1.

Численность гетеротрофных бактерий в целом и отдельных исследованных групп и соотношения между ними.

станции	$N_{очб}, 10^6$ кл/г	$N_{э}, 10^6$ КОЕ/г	$N_{о}, 10^6$ КОЕ/г	$K_{и}, \%$	$K_{т}$
станция 1	571000	6,7	-	0,001	-
станция 2	5211	5,15	2,37	0,144	0,46
станция 3	2750	0,27	0,19	0,017	0,68
станция 4	338100	21,6	-	0,006	-
станция 5	542200	96,6	10,0	0,020	0,1

Величины индекса $K_{т}$, характеризующего отношение олиготрофных бактерий к эвтрофным, варьировали от 0,68 (станция 3) до 0,1 (станция 5). Что подтверждает низкий уровень трофии для изучаемой экосистемы.

Снижение значений индексов трофности ($K_{и} < 1$, $K_{т} < 1$) пропорционально увеличению в грунте численности олиготрофной группы, что обуславливает наличие стойких органических веществ. Доминирование эвтрофных бактерий свидетельствует о преобладании в период наблюдения лабильного органического вещества. Источником трудно-разлагаемых фракций в составе органического вещества, так и лабильного органического вещества могут служить сточные воды коллектора, (вблизи которого располагается станция 2), предприятия нефтегазового комплекса, военно-морской и рыбодобывающий флот (станции 3 и 5).

Количество углеводородокисляющих микроорганизмов по отношению к числу гетеротрофных бактерий (индекс $K_{у}$) служит показателем уровня загрязнения углеводородами (Исследование экосистем..., 1992). В сильно загрязненном нефтепродуктами грунте количество углеводородокисляющих микроорганизмов может превышать численность гетеротрофов и достигать 6 – 80 % всего микробного ценоза, в не загрязненных экосистемах на долю углеводородокисляющих микроорганизмов приходится до 7 % от числа гетеротрофных бактерий (Мишустина, 1985).

При проведении исследований нами было выявлено преобладание численности углеводородокисляющих микроорганизмов над суммарным количеством эвтрофными и олиготрофными микроорганизмами на всех станциях. Полученные абсолютные показатели подтверждаются и при расчете относительного показателя - индекса $K_{у}$, значения которого изменялись от 2 до 11,4.

Пространственное распределение значений индекса $K_{у}$ имеет ту же тенденцию что и пространственное распределение углеводородокисляющих микроорганизмов. Исключение со-

ставляет станция 3, где плотность углеводородокисляющих микроорганизмов ниже, по сравнению с другими станциями, а индекс K_y имеет среднее значение 5,3. Несоответствие оценки по абсолютным и относительным показателям, можно объяснить тем, что относительные показатели могут, указывают не на уровень загрязнения, а на процессы деструкции углеводородов. Это подтверждает Н. И. Поляковская по ее мнению наличие большого количества микроорганизмов, окисляющих углеводороды, свидетельствует об интенсивных процессах естественного самоочищения от углеводородов.

Высокая доля гетеротрофного бактериобентоса адаптированного к деструкции углеводородов объясняется высоким уровнем антропогенной нагрузки. Поскольку Кольский залив это акватория с развитой промышленной зоной на побережье, активным круглогодичным судоходством, в результате чего его воды подвержены загрязнению углеводородами. В прибрежной зоне нефтепродукты могут выбрасываться на берег вскоре после попадания в морскую среду, т. е. до того, как они подвергнутся каким – либо химическим изменениям. В одних случаях нефтепродукты аккумулируются в грунте, где подвергаются разрушению, в противном случае они могут стать, вторичным источником углеводородов попадая в залив в результате приливно-отливных явлений или под влиянием штормовых волн.

Следует иметь в виду, что относительные показатели не могут служить критериями загрязнения грунта литорали, но дают представление о физиологическом состоянии бактериобентоса.

Неравномерное распределение плотности бактериобентоса и его отдельных эколого-физиологических групп, вероятно, было обусловлено как не одинаковым действием гидрологических и гидрохимических факторов, так и антропогенным воздействием. Так в южном колене Кольского залива численность гетеротрофного бактериобентоса ниже по сравнению с северным коленом, в 2 раза. По литературным данным способность к самоочищению в южном колене выше, чем в северной, за счет гидрологических характеристик водоема.

Среди эколого-физиологических групп преобладали эвтрофные микроорганизмы над олиготрофными. Так же обнаружено, что численность углеводородокисляющих микроорганизмов превышает суммарное количество эвтрофных и олиготрофных микроорганизмов. Что подтверждается относительным коэффициентом K_y , значения которого варьировали от 2 до 11,2. Высокие значения углеводородокисляющих микроорганизмов и коэффициента K_y , могут свидетельствовать о высоких концентрациях углеводородов.

Полученные результаты исследований структурной характеристики бактериального населения, как основного участника деструкционных процессов органики естественного и антропогенного происхождения могут быть использованы для сравнительного анализа при экологическом мониторинге или экологической оценке при чрезвычайных ситуациях.

Литература

Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - 163 с: ил.

Дзюбан А.Н. Экологическое состояние Шекснинского водохранилища: оценка на основе микробиологических исследований // Водные ресурсы. 2005. Т. 32. № 1. С. 70-78.

Ильинский, В.В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук / В.В. Ильинский. – М., 2000. – 53 с.

Исследование экосистем Берингова и Чукотского морей / Под ред. Ю.А. Израэля, А.В. Цыбань. Вып. 3. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 654 с.

Лесегов В.Т. Гетеротрофные бактерии прибрежной зоны Баренцева моря //Производственно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря, Апатиты, 1991.С.33-39.

Макаревич, Е.В. Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: Дис. ... канд. биол. наук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. – 163 с.

Мишустина И.Е. Гетеротрофные микроорганизмы в биоценозах открытых районов океана, литорали и суши. Автореф. докт. дисс. М., изд. МГУ, 1981, 200с.

Олейник Г.Н. Бактериопланктон и бактериобентос в экотонных экосистемах //Гидробиол. журн., 1997. Т.33, № 1. С. 51-62.

Перетрухина, И. В. Определение скоростей биodeградации нефтяных углеводородов в воде литорали Кольского залива / И. В. Перетрухина, В. В. Ильинский, М. Ю. Литвинова // Вестник МГТУ. - 2006. - Т. 9, N 5. - С. 830-834.

СТРУКТУРА ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИОПЛАНКТОНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Павлова М. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

This article focuses on the structural studies of microbocenosis of water masses of the Kola Bay in the winter hydrological season. This paper deals with the quantitative characteristics of heterotrophic bacterioplankton, namely the total number and number of major trophic groups – oligotrophic, eutrophic and hydrocarbon oxidizing microorganisms. Based on the studies revealed that the distribution of the number of bacterioplankton affect geographical and hydrological factors of their habitat.

Микроорганизмы являются важной составляющей водных экосистем. В силу своих малых размеров, они отличаются высоким уровнем метаболизма, а также представляют собой основной компонент трофических цепей. Благодаря своим высоким адаптационным способностям бактерии легко приспосабливаются к различным изменениям окружающей среды, что делает их наиболее чувствительным и информативным индикатором состояния водных экосистем. Это особенно актуально для эстуарных зон, где происходит активное перемешивание пресных и морских вод. Данные биоценозы характеризуются беспорядочными флуктуациями, связанными с формированием особого комплекса взаимодействий между компонентами экосистемы, что отличает их от стабильно функционирующих прибрежных районов.

В структуре мурманского побережья Кольский залив является одним из сложных гидрологических объектов, который несет наибольшую антропогенную нагрузку, являясь при этом рыбохозяйственным водоемом высшей категории. В связи с этим практический интерес представляют структурно-функциональные исследования микробоценозов водных масс Кольского залива.

Целью данной работы являлось исследование распределения гетеротрофного бактериопланктона (БП) в целом и его отдельных групп в водах Кольского залива. Микробиологические наблюдения проводили в зимний гидрологический сезон 2010-2011 гг. в южном, среднем и северном коленах Кольского залива (рис.1.).

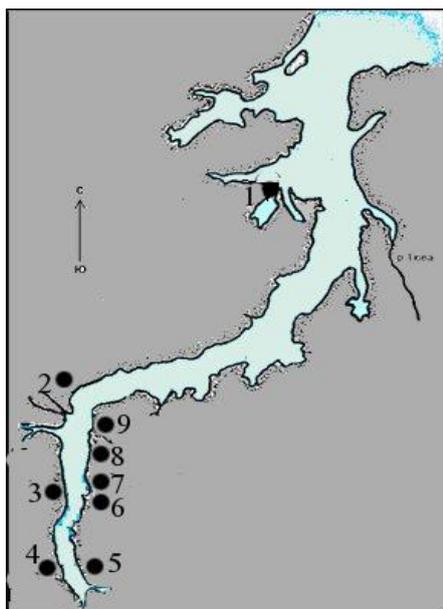


Рис.1. Расположение станций отбора проб воды в Кольском заливе на период исследований 2010–2011 (1–9 – номера станций)

Отбор проб воды на микробиологический анализ осуществляли стерильной стеклянной емкостью. Численность бактерий трофических групп определяли методом посева на плотные питательные среды. Для подсчета числа олиготрофных микроорганизмов использовали «голодную среду», приготовленную на агаре Дифко (Олейник, 1997). Копиотрофные микроорганизмы выделяли на среде Зобелла (ZoBell, 1946), углеводородокисляющие – на среде Чапека с дизельным топливом (Ильинский, 2000). С целью создания условий, приближенным к естественным, посеvy культивировали при температуре 8 ± 2 °С в течение 25 – 30 сут. Подсчет выросших колоний проводили с помощью стереоскопической лупы МБС – 1 с увеличением 8×4 и 8×2 . Также определяли общую численность гетеротрофного бактериопланктона методом прямого счета с окраской фильтров карболовым эритрозинем. Подсчет бактериальных клеток проводили по стандартным методикам (Романенко, Кузнецов, 1974; Руководство, 1980).

Микроскопический анализ показал, что общая численность бактериопланктона изменялась от сотен тысяч до миллионов клеток в мл (рис.2). Минимальное количество клеток, учитываемых на фильтрах, было выявлено на участке северного колена ($(0,117 \pm 0,054) \cdot 10^5$ кл./мл), максимальное ($(1,184 \pm 0,186) \cdot 10^5$ кл./мл) – на участке южного. Таким образом, в поверхностном слое Кольского залива в зимний период средняя численность бактериопланктона составила 500 тыс.кл/мл, что было сопоставимо с данными по прибрежной части Восточного Мурмана (Байтаз, 1998).

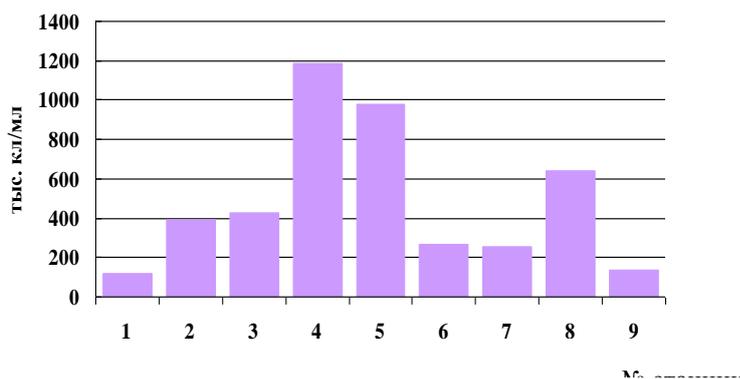


Рис.2. Численность бактериопланктона вод Кольского залива, полученная методом прямой микроскопии с окраской фильтров карболовым эритрозином

В пространственном распределении БП на исследуемых участках Кольского залива было выявлено умеренное снижение численности бактерий с продвижением на север от $(1,184 \pm 0,186) \cdot 10^5$ до $(117 \pm 0,054) \cdot 10^5$ тыс. кл./мл. В направлении с запада на восток численность увеличивалась от $(0,264 \pm 0,0075) \cdot 10^5$ до $(0,346 \pm 0,0054) \cdot 10^5$ кл./мл.

В период наблюдений были зафиксированы низкие показатели численности бактерий трофических групп (рис.3). Это можно объяснить низкими показателями температуры воды в зимний гидрологический период, а также наступлением полярной ночи и завершением процессов деструкции отмирающего фитопланктона.

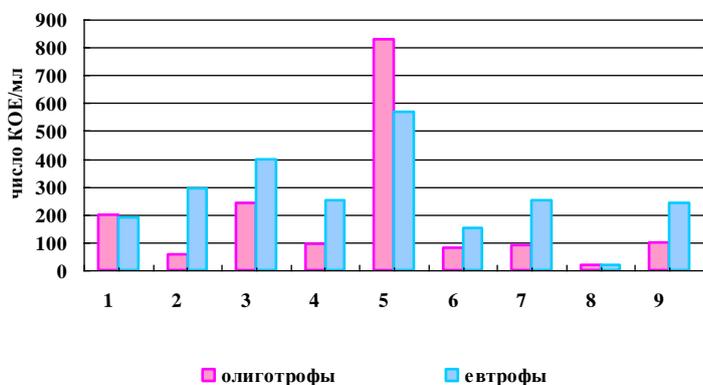


Рис. 3. Численности бактерий трофических групп в водах Кольского залива в зимний период

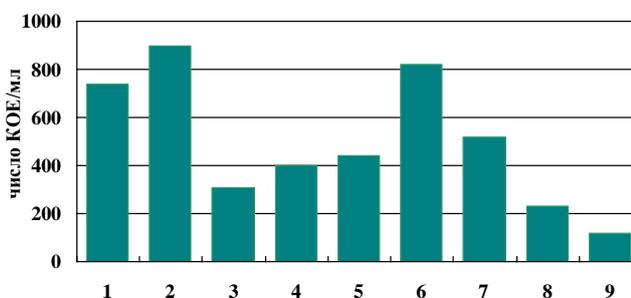
В период наблюдений среди трофических групп бактериопланктона доминировали эвтрофные формы, что свидетельствует о значительных количествах легкоусвояемого органического вещества в водах залива на исследуемых станциях. Максимальное и минимальное значение эвтрофов отмечено в водах южного колена: $(0,0057 \pm 0,00082) \cdot 10^5$ и $0,00020 \cdot 10^5$ КОЕ/мл, соответственно. В водах северного и среднего колен минимум и максимум составили $(0,002 \pm 0,00075) \cdot 10^5$ и $(0,00296 \pm 0,0013) \cdot 10^5$ КОЕ/мл соответственно. Средняя численность бактерий эвтрофной группы в водах залива составила $0,0026 \cdot 10^5$ КОЕ/мл. Численность бактерий олиготрофной группы изменялась от $0,0002 \cdot 10^5$ КОЕ/мл до $(0,0083 \pm 0,00082) \cdot 10^5$ КОЕ/мл, в среднем составляя $0,0019 \cdot 10^5$ КОЕ/мл. Максимумы численностей обеих трофических групп приходились на станцию 5 ($(0,0057 \pm 0,00082) \cdot 10^5$ – эвтрофы и

($0,0083 \pm 0,000882$) * 10^5 КОЕ/мл – олиготрофы), что объясняется значительным распреснением данного района водными массами реки Кола. Также данная станция расположена в месте сброса сточных канализационных вод в акваторию Кольского залива.

Равенство порядков трофических групп может свидетельствовать о локальной антропогенной нагрузке на воды залива. Средние значения двух трофических групп в водах западного берега составили $0,00222 * 10^5$ КОЕ/мл для олиготрофов и $0,00295 * 10^5$ КОЕ/мл для эвтрофов, а в водах восточного – $0,00072 * 10^5$ КОЕ/мл и $0,0165 * 10^5$ КОЕ/мл. Стоит отметить, что значение средней численности олиготрофной группы на западном берегу превышает таковую на восточном в 2,5 раза. Это, вероятно, определялось как географическим расположением станций, так и морфометрическим строением восточного берега.

Численность сапротрофных бактерий, утилизирующих нефтяные углеводороды, в поверхностных водах Кольского залива зимой составляла сотни КОЕ в миллилитре (рис.4). Минимум клеток наблюдался в южном колене на станции 9 ($(0,0012 \pm 0,000756) * 10^5$ КОЕ/мл), максимум ($(0,009 \pm 0,00055) * 10^5$ КОЕ/мл) – в среднем колене на станции 2. Средняя численность в поверхностных водах залива составила: $0,005 * 10^5$ КОЕ/мл. На западном и восточном берегу залива значения средней численности были сопоставимы.

Рис.4. Распределение численности УВ-микроорганизмов в водах Кольского залива



Существует несколько точек зрения о взаимосвя-

зи числа углеводородокисляющих бактерий и загрязнении вод нефтяными углеводородами. Так, известно, что количества углеводородокисляющих бактерий, превышающие сотню кл/мл, указывают на загрязнение вод нефтепродуктами (Семерной, 2002). С другой точки зрения, углеводородокисляющие бактерии являются обычным структурным и функциональным компонентом гетеротрофного бактериопланктона как в фоновых, так и в импактных, в различной степени загрязненных нефтяными углеводородами акваториях. Их популяция формируется из эвтрофных и олиготрофных бактерий, а ее численность количественно связана как с обилием этих двух групп гетеротрофных микроорганизмов, так и с абиотическими факторами среды (температурой, концентрациями биогенных элементов, сезонностью) но, как правило, не коррелирует с содержанием углеводов в водных экосистемах и потому не может служить количественным индикатором нефтяного загрязнения (Ильинский, 2000). В связи с выше изложенным, исследования углеводородокисляющих бактерий требуют поиска более универсальных методов анализа.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в пространственном распределении общего числа бактериопланктона и его трофических групп выявлена общая тенденция. Максимальные значения численности бактерий были приурочены к зонам, в наибольшей степени подверженным антропогенному воздействию. Большое значение имел факт снижения общей численности БП с юга на север от 1 млн. кл/мл до 117 тыс. кл/мл. Важную роль в распределении сапротрофных бактерий в акватории сыграл частично зарегулированный характер водообмена центральной части восточного берега южного колена залива – численность олиготрофного комплекса на западном берегу превышала таковую на восточ-

ном в 2,5 раза. Максимальные численности углеводородокисляющих бактерий были приурочены к месту перевалочной станции нефти и портовым зонам.

Литература

Байтаз, О.Н. Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря: Автореф. дис. канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1998. – 25 с.

Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Автореф. дис. докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.

Олейник, Г.Н. Бактериопланктон и бактериобентос в экотонных экосистемах // Гидробиол. журн., 1997. Т.33, № 1. С. 51–62.

Романенко, В.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов (лабораторное руководство) / В.И. Романенко, С.И. Кузнецов. – Л: Наука, 1974. – 194 с.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 191 с.

Семерной В.П. Санитарная гидробиология: учебное пособие / В. П. Семерной ; Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова. – 2-е из., перераб. и доп. – Ярославль : Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, 2003. – 147 с.

ZoBell, C. E. Marine microbiology / ZoBell, C. E. – Waltham, Mass.: Chron. Bot. Press, 1946. – 240 p.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПОВЕРХНОСТИ РЫБ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Перетрухина А. Т., Блинова Е. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

На внутренних водоемах Мурманска и Мурманской области учтенный годовой улов составляет в среднем 250-400 т. Вылов во внутренних водных объектах Мурманской области за последние 10 лет составил в среднем 513, 97 т. Больше половины улова составляют щука, налим и крупный окунь, которые в наших водоемах выедают около 80 % продукции лососевых и сиговых рыб. Из семи водохранилищ, расположенных на территории Мурманской области: Нижнее- и Верхнесеребрянское, Верхнетуломское, Имандра, Пиренгское, Князегубское и Иовское, промышленный лов осуществлялся только на двух – Верхнетуломском и Имандра.

Анализ динамики состава уловов рыбы во внутренних водоемах показал, что в последние 27 лет доля лососевидных рыб в уловах изменялась от 25,1 до 37,1 % от общего улова. Некоторое увеличение доли ценных рыб во второй половине 80-х годов связано с возобновлением промысла ряпушки в оз. Имандра и постоянно высоким выловом сига в Пиренгском водохранилище. За последние годы в среднем на озерах, водохранилищах и реках Мурманской области выловлено в промышленных целях 56 тонн рыбы, что составило 39 % выделенных квот.

В озерах и реках Мурманской области обитают:

семга (*Salmo salar*);

горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*);

кумжа (*Salmo trutta*);

голец (*Salvenus alpinus*);

проходной сиг (*Coregonus lavaretus*);

сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pignatieri*);

язь (*Leuciscus idus*);

щука (*Esox lucius*);

налим обыкновенный (*Lota lota*);

плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus*);

хариус обыкновенный (*Thymallus thymallus*);

окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis*);

ерш-брючок (*Acerina cernua*);

елец обыкновенный (*Leuciscus leuciscus*);

корюшка (*Osmerus eperlanus*);

ряпушка (*Coregonus albula*).

Нами был изучен качественный состав микроорганизмов на поверхности рыбы разных видов, выловленных в пресных водоемах Мурманска и области. Результаты отражены в табл. 1.

Для оценки качества воды пресных водоемов любительского и промышленного лова пробы отбирали из следующих озер г. Мурманска: Ледовое, Семеновское, Портянка, Капелька, Глубокое, Среднее, Окуновое, Питьевое малое, Питьевое большое и из областных водных экосистем – озеро Имандра и Верхнетуломское водохранилище.

Оз. Семеновское и Верхнетуломское водохранилище по коэффициенту комплексности загрязненности вод (13 % и 9-20 % соответственно) относятся к I категории, воды загрязнены по единичным ингредиентам и показателям качества. Озеро Ледовое относится к III категории загрязненности (более 40 % - высокий уровень загрязненности по комплексу ингредиентов и показателям качества воды), а озера Питьевое и Имандра – ко II категории (от 10-40 % - высокий уровень загрязненности по нескольким ингредиентам и показателям качества воды).

Таблица 1

Относительное количество бактерий разных групп на поверхности тела исследованных рыб пресных водоемов Мурманска и области по сезонам года, количество бактерий каждой группы в % от общего числа выделенных бактерий

Группы микроорганизмов	Семга	Горбуша	Кумжа	Голец	Сиг	Язь	Щука	Окунь	Плотва	Налим	Ерш	Лещ	Корюшка
Осень-зима													
Грамположительные кокки	37	38	37	36	38	38	36	31	31	30	31	33	38
Грамположительные палочки спорообразующие	20	20	21	20	18	20	20	23	21	20	22	17	20
Грамотрицательные аэробные палочки	18	16	22	24	24	22	24	27	28	30	27	26	22
Грамотрицательные факультативно-аэробные палочки	20	20	13	17	16	15	15	16	17	15	15	20	16
Прочие микроорганизмы	5	5	3	3	4	5	5	4	3	5	5	4	4
Весна-лето													
Грамположительные кокки	23	23	25	26	23	28	23	24	26	25	26	24	24
Грамположительные палочки спорообразующие	15	13	13	10	13	20	13	13	10	13	10	12	14

Отбор проб воды для микробиологических исследований осуществляли в соответствии с нормативно-технической документацией. В воде поверхностных водоемов исследовали число сапрофитных микроорганизмов, грамотрицательных аэробных и факультативно-анаэробных палочек, грамотрицательных условно-патогенных микроорганизмов, бактерий родов *Salmonella* и *Shigella*, грамотрицательных аэробных и микроаэрофильных палочек и кокков, энтерококков и стафилококков, кластридий.

Пробы воды анализировали на следующие микробиологические показатели: МАФАНМ методом определения НВЧ при двух температурах 22 и 37 °С (табл. 2), наличие колиформ, патогенной кишечной флоры – родов *Salmonella*, *Shigella*; сульфитредуцирующих кластридий, микроорганизмов родов *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*. Идентификацию выделенных культур проводили постановкой биохимических тестов и серологических реакций. Для сравнения были проведен прямой счет бактерий методом Разумова с использованием эритрозина.

Прямой метод подсчета общего количества микроорганизмов в воде показал сходные результаты с методом НВЧ. Анализ результатов исследований методом прямого счета и методом НВЧ показал, что наиболее загрязненными объектами являются озера Среднее и Питьевое. В пробах воды оз. Ледового и Среднего видна явная взаимосвязь между концентрациями загрязняющих веществ и общим количеством КОЕ/мл воды.

Наиболее чистыми являются озера Окуновое и Семеновское. Общее количество микроорганизмов в КОЕ/мл не превышало $1,1 \cdot 10^3$, что соответствует санитарным показателям для поверхностных водоемов. В озерах Большое и Портянка количество микроорганизмов в КОЕ/мл находилось в пределах от $1,5 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^6$. Вода этих озер не может быть использована в питьевых целях.

Таблица 2

Общая численность микроорганизмов в воде поверхностных водоемов

Наименование водоема	№ по вт	Общее кол-во бактерий (кл/мл)	Ср. значение	Дов. интервал	Метод серийных разведений, Т 22°С, КОЕ/мл	Метод серийных разведений, Т 37°С, КОЕ/мл
Озеро Портянка	1	$1,65 \cdot 10^8$	$1,65 \cdot 10^8$	$(1,65 \pm 0,04) \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^5 \pm 0,15 \cdot 10^5$	$6,2 \cdot 10^5 \pm 0,15 \cdot 10^5$
	2	$1,61 \cdot 10^8$				
	3	$1,69 \cdot 10^8$				
Озеро Большое	1	$4,82 \cdot 10^7$	$4,84 \cdot 10^7$	$(4,84 \pm 0,01) \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^6 \pm 0,1 \cdot 10^6$	$4,3 \cdot 10^5 \pm 0,15 \cdot 10^5$
	2	$4,74 \cdot 10^7$				
	3	$4,98 \cdot 10^7$				
Озеро Питьевое	1	$3,26 \cdot 10^8$	$3,27 \cdot 10^8$	$(3,27 \pm 0,02) \cdot 10^8$	$4,3 \cdot 10^7 \pm 0,1 \cdot 10^7$	$2,9 \cdot 10^7 \pm 0,1 \cdot 10^7$
	2	$3,26 \cdot 10^8$				

	3	$3,30 \cdot 10^8$				
Озеро Капелька	1	$1,87 \cdot 10^8$	$1,84 \cdot 10^8$	$(1,84 \pm 0,01) \cdot 10^8$	$2,3 \cdot 10^9 \pm 0,2 \cdot 10^9$	$7,3 \cdot 10^8 \pm 0,2 \cdot 10^8$
	2	$1,71 \cdot 10^8$				
	3	$1,93 \cdot 10^8$				
Озеро Среднее	1	$4,01 \cdot 10^8$	$4,00 \cdot 10^8$	$(4,00 \pm 0,07) \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^9 \pm 0,2 \cdot 10^9$	$2,9 \cdot 10^9 \pm 0,2 \cdot 10^9$
	2	$3,94 \cdot 10^8$				
	3	$4,06 \cdot 10^8$				
Озеро Семенов- ское	1	$1,51 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$(1,51 \pm 0,07) \cdot 10^8$	$2,9 \cdot 10^8 \pm 0,2 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^7 \pm 0,1 \cdot 10^7$
	2	$1,57 \cdot 10^8$				
	3	$1,44 \cdot 10^8$				

Исследование качественного состава микрофлоры поверхностных водоемов г. Мурманска показало разнообразие родов и видов микроорганизмов. В результате микробиологического анализа были обнаружены бактерии родов *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*. Патогенной микрофлоры в пробах воды поверхностных водоемов г. Мурманска не обнаружено.

Прямой метод подсчета общего количества микроорганизмов в воде поверхностных водоемов показал сходные результаты с методом наиболее вероятного числа микроорганизмов при культивировании при температуре 22 °С. В связи с этим, нами рекомендовано для проведения достоверного микробиологического мониторинга при комплексном исследовании воды поверхностных водоемов использовать следующие показатели: общее микробное число общее число бактерий при двух температурных режимах (22 °С и 37 °С); количество общих и фекальных колиформных бактерий; количество бактерий рода *Enterococcus*; количество спор сульфитредуцирующих клостридий.

Нами была исследована взаимосвязь микрофлоры воды и поверхности здоровой и снулой рыбы. В результате установлено, что качественный состав микрофлоры поверхности здоровой рыбы находится в тесной связи с микрофлорой воды, где она выловлена. Количество грамположительных палочек и кокков, образующих и не образующих эндоспоры, составило 50 % и преобладает над грамотрицательной микрофлорой (45 %) в весенне-летний период. Количество грамотрицательной микрофлоры поверхности снулой рыбы (80 %) преобладает в этом же периоде над грамположительной (15 %) (табл. 3).

Вероятно, это можно объяснить влиянием биологического состояния рыбы и снижением естественной резистентности. В воде и рыбе доминируют бактерии родов *Pseudomonas*, *Proteus*, которые могут явиться причиной болезни и снулости рыб.

Таблица 3

Таксономический состав микроорганизмов на поверхности здоровой и снулой рыбы в зависимости от микробного числа воды в разное время года, количество бактерий каждой группы в % от общего числа выделенных бактерий

Выделенная микрофлора (рода микроорганизмов)	Здоровая рыба	Снулая рыба	Вода	Здоровая рыба	Снулая рыба	Вода
	Весенне-летний период			Осенне-зимний период		
Факультативно-анаэробные грамотрицательные палочки (<i>Proteus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> и др.)	15	30	20	10	25	12
Аэробные грамотрицательные палочки (<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Alcaligenes</i> и др.)	30	50	41	30	40	23
Грамположительные кокки (<i>Enterococcus</i> , <i>Micrococcus</i> и др.)	30	10	32	45	23	43
Грамположительные палочки, образующие эндоспоры (<i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i>)	20	5	4	10	7	14
Дрожжи и плесневые грибы (<i>Mucor</i> , <i>Fusarium</i>)	5	5	3	5	5	8

Таким образом, полученные данные исследования микроорганизмов поверхности рыб свидетельствуют о том, что количественное содержание бактерий на коже свежельвленной рыбы находится в тесной взаимосвязи с микробной обсемененностью воды, при ослаблении неспецифической антиинфекционной резистентности под влиянием эндогенных и экзогенных факторов, число микроорганизмов на коже рыб увеличивается.

На поверхности снулой и больной рыбы в аквариуме установлено преобладание грамотрицательных над грампозитивными микроорганизмами. Это можно объяснить влиянием биологического состояния рыбы и снижением естественной резистентности. По нашему мнению, причиной болезни и снулости рыбы могло послужить несоответствие воды санитарным нормам и наличие в воде и на поверхности рыб значительного количества УПБ родов *Proteus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterococcus*.

Качественный состав микроорганизмов поверхности пресноводных рыб внутренних водоемов Кольского Заполярья представлен психрофильными микроорганизмами родов: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Micrococcus*, в меньшей степени *Corynebacterium* и *Serratia*.

Литература

Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 1995 - 2000. – 760 с.

Перетрухина, А.Т. Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / А.Т. Перетрухина. – Мурманск, 2002. – 245 с.

Перетрухина А.Т. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения: Учебник / А.Т. Перетрухина, И.В. Перетрухина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.

Методические указания (МУК 4.2.1884-04) Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. – М.: Минздрав России, 2005. – 58 с.

Обнаружение и количественный учет грамотрицательных микроорганизмов в водных объектах и гидробионтах в условиях Кольского Заполярья / Методические рекомендации. МР № 1. // Под ред. А.Т. Перетрухиной. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2001. – 57 с.

Обнаружение и количественный учет грамположительных микроорганизмов в водных объектах и гидробионтах в условиях Кольского Заполярья / Методические рекомендации. МР № 2. // Под ред. А.Т. Перетрухиной. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2001. – 78 с.

СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000. – 22 с.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ ПРОМЫСЛОВОЙ БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ ГОЛОТУРИИ *CUCUMARIA FRONDOSA*

Быкова А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Одним из перспективных объектов промысла являются иглокожие, в частности голотурии. В Баренцевом море встречается массовый вид голотурий - *Cucumaria frondosa*, запасы которой представляют интерес для промышленного освоения. Особенно в последнее время, когда наблюдается тенденция уменьшения запасов традиционных объектов промыслового рыболовства в Северном бассейне, изыскание дополнительных источников морских биоресурсов приобретает особую значимость. Несмотря на огромный интерес к этим животным, они остаются недостаточно изученными.

Цель исследований состояла в изучении репродуктивного цикла на примере особенностей оогенеза промысловой голотурии Баренцева моря.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие *задачи*:

- по данным литературы изучить химический состав гонад голотурии;
- изучить морфологию гонад и клеточный состав половых трубочек;
- выявить стадии зрелости гонад;
- исследовать сезонную динамику развития гонад.

Объектом исследования явилась баренцевоморская голотурия *Cucumaria frondosa* (Gunnerus, 1767).

Материал и методы исследования. Материал собран в различных районах Баренцева моря: прибрежных районах – Западном Прибрежном и Семиостровском; юго-восточной части – м. Святой Нос, Северо-Канинской и Гусиной банках и на северо-западе моря – у о-ва Медвежий научно-промысловыми рейсами ПИНРО и рыболовецкими судами с 2000 г. по 2006 г. в различные сезоны.

При камеральной обработке у каждой особи определяли длину и массу кожно-мускульного мешка; описывали морфологию гонад: длину, массу, общее количество половых трубочек, а также число тонких, средних и толстых трубочек.

Гонадный индекс определяли как отношение массы гонад к массе кожно-мускульного мешка.

При исследовании репродуктивного цикла и стадий зрелости гонад использовали морфометрический и гистологический анализы.

Результаты и обсуждение. Химический состав гонад характеризуется низким содержанием органических соединений.

В составе белков идентифицировано 17 аминокислот – 7 незаменимых и 10 заменимых (Наседкина и др., 1973; Лебская, 2000).

Выявлены соединения, относящиеся к трем группам: тритерпеновые гликозиды, гексозамины и липиды (Калинин и др. 1994). Среди липидов различают следующие классы: фосфолипиды, пигменты, стеринны и нейтральные жиры. Пигменты представлены в основном каротиноидами и меланинами. Среди каротиноидов идентифицированы астаксантин (определяет цвет гонад у самок) и кантаксантин (у самцов) (Matsuno, Ito, 1971).

Наиболее интересны производные углеводов – тритерпеновые гликозиды. Эта группа соединений в животном мире обнаружена только у голотурий; они играют важную роль, по мнению некоторых ученых, в регуляции размножения, стимулируя процессы созревания ооцитов. Японские ученые установили (Matsuno, Ishida, 1969) установили, что содержание гликозидов в гонадах изменяется в зависимости от сезона года. Их высокая концентрация обнаруживается в нерестовый период и период предшествующий нересту, что указывает на возможное осуществление гликозидами сигнальной функции, обеспечивающей агрегирование особей (Калинин, Левин и др., 1994).

Морфология гонад. В основном голотурии *C. frondosa* раздельнополые животные. В литературе гермафродитизм у данного вида отмечен только Джорданом (Jordan, 1972). Нами при обработке материала также обнаружена гермафродитная особь. Большую часть такой половой железы составляют мужские половые трубочки и 1/3 женские. Исходя из этого, можно сказать, что гермафродитизм у данного вида встречается очень редко.

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 (длиной кожно-мускульного мешка от 65,00 до 183,00 мм, массой – 61,80-308,14 г) 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. Яичники неполовозрелых животных представлены либо тонкими, либо тонкими и средними половыми трубочками. Гонады животных, участвующих в нересте образованы тремя категориями трубочек: тонкими, средними и толстыми. Длина трубочек также варьирует. Короткие трубочки имеют длину от 5 до 90,00 мм, длинные – от 100,00 до 345,00 мм. Взаимосвязь между длиной и толщиной в наших исследованиях не выявлена.

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 гонад самок. Нами при изучении яичников кукумарии Баренцева моря в репродуктивном цикле выделено 5 стадий развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и посленерестовая.

I стадия. Восстановление. Диаметр трубочек около 1 мм. Стенка трубочек толстая, герминальный эпителий свернут. Зрелые половые клетки практически отсутствуют. В основном в половых трубочках находятся ооциты цитоплазматического роста $d=25-225$ мкм и в небольших количествах ооциты, перешедшие к накоплению желточных гранул в цитоплазме $d=250-450$ мкм. Многочисленные ооциты подвергаются резорбции.

II стадия. Рост. Стенка трубочек толстая, 260 - 350 мкм в диаметре. Трубочки содержат ооциты первой фазы роста, и увеличивается количество ооцитов трофоплазматического рос-

та. Единично встречаются вителлогенные ооциты $d=475-675$ мкм. Резорбции подвергаются ооциты различных категорий.

III стадия. Созревание. Половые трубочки имеют максимальный диаметр и минимальную толщину стенки (50-80 мкм). Процентное соотношение ооцитов в большинстве трубочек постепенно изменяется в сторону увеличения доли ооцитов, предназначенных для вымета. В трубочках обнаруживаются ооциты предыдущих фаз развития.

IV стадия. Зрелость. Диаметр половых трубок ≥ 2 мм. Трубочки яичника тонкие, при незначительном повреждении из них вытекают ооциты. Попадают незрелые клетки. Просвет трубочек заполнен ооцитами I порядка, которые выводятся порциями. По мере их выведения трубочки спадаются.

V стадия. Посленерестовая. Диаметр половых трубочек ≤ 1 мм, их стенка свернутая. Толщина ее 100-150 мкм, на некоторых участках - 190-300 мкм. Половые трубочки спавшиеся. Трубочки существенно отличаются по количественному и качественному составу ооцитов. В отнерестившихся яичниках обнаруживаются половые клетки на разных стадиях развития. Встречаются трубочки, не содержащие крупных ооцитов. Начинается фагоцитоз ооцитов разных категорий зрелости.

Необходимо отметить, что границы между стадиями определяются условно и перекрываются. Когда мы говорим, что гонада находится на данной стадии, это не значит, что в гонаде совсем не идут процессы иные, чем тот, который является определяющим. К примеру, в гонаде одной особи на стадии нереста наряду с нерестом могут идти процессы роста и даже размножения половых клеток (Касьянов и др., 1980). Характеристика состояния гонад в популяции основывается на том, что большинство особей имеет гонады на этой стадии.

Сезонная динамика развития яичников.

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. большей 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.

Зима. Состояние гонад у самок, описанное для осени, в целом характерно для зимних месяцев. Клеточный состав не претерпевает значительных изменений. Часты картины резорбции гамет. К концу зимы толщина стенки трубочек уменьшается до 170-215 мкм, мелкие половые клетки диаметром 25-75 мкм не обнаружены. В ядрах превителлогенных ооцитов насчитывается большое количество ядрышек от 5 до 10, что говорит об активных синтетических процессах. Ооциты окружены фолликулярными клетками.

Весна. В этот период половые трубочки имеют максимальный диаметр и минимальную толщину стенки 50-80 мкм. К концу марта – началу апреля просвет трубочек в основном заполнен ооцитами диаметром 475-675 мкм.

В апреле – мае стенки половых трубочек предельно истончены. Вителлогенные ооциты диаметром 700-900 мкм составляют 40-60 % от общего количества половых клеток в гонаде. Присутствуют ооциты предыдущих фаз развития.

В репродуктивном цикле самок голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря самой непродолжительной является посленерестовая стадия (V стадия зрелости). У большинства особей она начинается в мае и заканчивается в июне. Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза. С июля по август и с сентября по октябрь отмечено возрастание числа оогоний и растущих ооцитов. Самой длительной в годовом цикле является стадия роста (II стадия зрелости), обычно она начинается в сентябре и продолжается по февраль. Самки в преднерестовом состоянии (III стадия зрелости) встречаются с февраля по апрель, а с апреля по май происходит нерест (IV стадия зрелости). Следует отметить, что в гонадах баренцевоморской голотурии после нереста остаются половые клетки на разных стадиях развития. Кроме того, на протяжении всего года в яичниках постоянно происходят процессы резорбции как вителлогенных, так и превителлогенных ооцитов. По мнению ряда исследователей (Оганесян, 1996; Oganesyanyan, Grigorjev, 1998) материал резорбирующихся ооцитов является одним из источников питания гонады и растущих женских гамет.

Динамика гонадного индекса. С февраля по май величина гонадного индекса постепенно увеличивается, это связано с накоплением гамет нерестовой генерации и нерестом кукумари (рис. 1). Минимальные значения индекса гонад наблюдаются у закончивших нерест особей в июне. В июле и сентябре, с развитием восстановительных процессов в гонадах и с возобновлением гаметогенеза отмечается возрастание гонадного индекса. Далее изменения гонадного индекса не имеют закономерного характера из-за наличия в пробах особей разного размера.

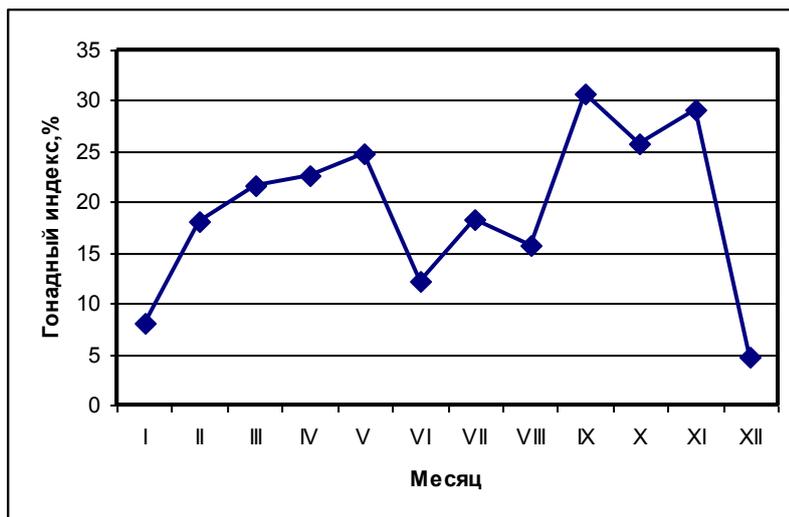


Рис. 1. Динамика средних значений гонадного индекса (%) самок *C. frondosa*

Выводы:

1. Химический состав гонад кукумари в отличие от всех органов по содержанию в них биологически активных веществ изменяется по сезонам. Можно предположить, что созревание гонад сопровождается увеличением в них содержания БАВ (Лебская, 2000).
2. 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.
3. В годовом репродуктивном цикле самок баренцевоморской кукумари выделено 5 стадий оогенетического развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и состояние после нереста. Для каждой стадии установлены свои цитоморфологические особенности.
4. Установлена сезонная динамика развития гонад самок. Самой непродолжительной является посленерестовая стадия (V стадия зрелости). У большинства особей она начинается в мае и заканчивается в июне. Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза. С июля по август и с сентября по октябрь отмечено возрастание числа оогоний и растущих ооцитов. Самой длительной в годовом цикле является стадия роста (II стадия зрелости), обычно она начинается в сентябре и продолжается по февраль. Самки в преднерестовом состоянии (III стадия зрелости) встречаются с февраля по апрель, а с апреля по май происходит нерест (IV стадия зрелости). Необходимо отметить, что на протяжении годового цикла в половых трубочках постоянно протекают процессы резорбции гамет.
5. Нерест *C. frondosa* в Баренцевом море в популяциях осуществляется с марта по май, его продолжительность составляет от 1 до 3 месяцев. Характер нереста - порционный.

Литература

Калинин, В.И. Химическая морфология: Тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothurioidae, Echinodermata) / В.И. Калинин, В.С. Левин,

Лебская, Т.К. Биохимические особенности и аспекты технологии баренцевоморского огурца *Cucumaria frondosa* / Т.К. Лебская. – Мурманск: ПИНРО, 2000. – 111 с.

Наседкина, Е.А. Особенности химического состава мяса иглокожих / Е.А. Наседкина, Ю.И. Касьяненко, Т.Н. Слуцкая // Рыб. хоз-во. – 1973. - № 7. – С. 81-82.

Оганесян, С.А. Годовой репродуктивный цикл кукумарии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря / С.А. Оганесян // Физиологические исследования рыб и беспозвоночных Баренцева моря: сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск, 1996. – С. 109-132.

Строение тритерпеновых гликозидов и систематика щитовиднощупальцевых голотурий / В.С. Левин, В.И. Калинин, И.И. Мальцев, В.А. Стоник // Биология моря. – 1985. - № 2. – С. 3-11.

Gunnerus, J.E. Beskrifning pa trenne Norsska Sjo-Krak, Sjo-Pungar kallade / J.E. Gunnerus // Stockholm Vetensk. Acad. Handl. for Ar. – 1767. – V. 28. – P. 114-124.

Jordan, A.J. On the ecology and behaviour of *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) at Lamoine Beach, Maine / A.J. Jordan // Ph. D. Thesis. Univ. Maine. Orono. - 1972. – P. 75.

Matsuno, T. Gonadal pigments of sea cucumber *Stichopus japonicus* Selenca (Echinodermata) / T. Matsuno, T. Ito // Experimentia. – 1971. – V. 27, № 5. – P 509.

Oganesyan, S.A. Reproductive cycle of the holothuroid *Cucumaria frondosa* in the Barents Sea / S.A. Oganesyan, G.V. Grigorjev // Echinoderms : San Francisco. - Balkema, Rotterdam, 1998. - P. 489-492.

БИОХИИЯ И МЕДИЦИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ПЕРИОДОНТИТА

Березин К. А., Блашкова С. Л., Старцева Е. Ю. (г. Казань, Казанский государственный медицинский университет, кафедра терапевтической стоматологии)

The problem of chronic apical periodontitis remains relevant to dentists for a considerable period of time as long peritementa apical inflammation often leads to remove the causative teeth in young and middle-aged but also poses a threat of hroniosepticheskikh states. In this work presents data on the dental status of patients with chronic periodontitis.

В зависимости от показателей клинической картины пациенты были распределены на 3 группы. Десневые индексы позволили определить выраженность воспалительного процесса, его локализацию и степень тяжести. Степень вовлечения тканей периодонта в патологический процесс отразили периодонтальные индексы.

Из 307 больных выявлены 133 человека с хроническим фиброзным периодонтитом, средний возраст которых составил $37,9 \pm 1,27$ лет. При оценке гигиенического состояния полости рта выявлена разнообразная патологическая составляющая. Распространенность верхушечного периодонтита в стоматологической практике в настоящее время достаточно высока, поэтому проблема лечения данной патологии остается актуальной. В возникновении и прогрессировании воспалительных и дистрофических заболеваний пародонта большую роль играют не только общие, но и местные факторы. В литературе имеются сведения о том, что неудовлетворительная гигиена полости рта способствует развитию ряда регулирующих механизмов, ослабляющих резистентность организма в целом, что неблагоприятно влияет на течение и исход основного заболевания. Однако целенаправленного анализа гигиенического статуса и состояния тканей пародонта у пациентов с хроническими формами периодонтита не проводилось.

Цель настоящего исследования: оценить стоматологический статус у пациентов с хроническими формами периодонтита.

Материал и методы исследования.

Всего было обследовано 307 человек (127 мужчин, 180 женщин) возрасте от 21 до 62 лет, проходивших лечение в стоматологических поликлиниках города Казани по поводу хронических форм периодонтита. При комплексном стоматологическом обследовании 307 пациентов применялись стандартные схемы на основе рекомендаций ВОЗ (1995). Клиническую картину верхушечного периодонтита оценивали по наличию жалоб, данным внешнего осмотра, состоянию свищевого хода, появлению патологической подвижности зуба, перкуторной реакции, состоянию слизистой оболочки в области обследуемого зуба. Гигиеническое состояние полости рта оценивали при помощи интердентального гигиенического индекса (Rateitschak T., 1989) и индекса Грина-Вермиллиона (1964). Состояние тканей пародонта оценивалось по индексу РМА (Schour, Massler). Для оценки кровоточивости использовали индекс Мюллемана в модификации Cowell I. (1975). Кроме индексной оценки проводилось рентгенологическое обследование тканей пародонта (ортопантомография).

Симптоматика. В 79,7% случаев установлено неудовлетворительное состояние гигиены полости рта по расчетам индекса ОНI-S. Среднее значение интердентального гигиенического индекса (IGI) у всех пациентов было равно $16,3 \pm 1,3$. Индекс Мюллемана в среднем состав-

лял $2,28 \pm 0,1$. В 28,9% случаев диагностирован гингивит; в 37,4% случаев диагностирован пародонтит различной степени тяжести.

Из 307 больных 117 пациентам был установлен диагноз «хронический гранулирующий периодонтит». По материалам статистического отчёта установлено: в 82,1% случаев неудовлетворительное состояние гигиены полости рта по расчетам индекса ОНI-S. Среднее значение интердентального гигиенического индекса (IGI) у всех пациентов было равно $18,1 \pm 1,6$. Индекс Мюллемана в среднем составлял $2,47 \pm 0,5$. В 31,3% случаев диагностирован гингивит; в 57,4% случаев диагностирован пародонтит различной степени тяжести.

Из 307 больных 57 пациентам был установлен диагноз «хронический гранулематозный периодонтит». Статистическая разработка полученных данных выявила: в 84,3% случаев неудовлетворительное состояние гигиены полости рта по расчетам индекса ОНI-S. Среднее значение интердентального гигиенического индекса (IGI) у всех пациентов было равно $18,7 \pm 1,6$. Индекс Мюллемана в среднем составлял $3,11 \pm 0,1$. В 41,2% случаев диагностирован гингивит; в 58,8% случаев диагностирован пародонтит различной степени тяжести.

Среди обследованных пациентов трёх групп установлена высокая распространённость и выраженность различных признаков патологии пародонта (наличие налёта, зубных отложений, кровоточивости дёсен, патологических карманов). Сравнительный анализ, проведённый между этими группами показал, что более благополучный стоматологический статус наблюдался у пациентов с диагнозом: «хронический фиброзный периодонтит». Результаты проведённого исследования обосновывают необходимость нового подхода к планированию объёма диагностических и лечебных мероприятий у больных с хроническими формами периодонтита.

Литература

Дегтярева Л.А., Авдоница Л.И. Анализ методов оценки состояния околоверхушечных тканей зуба при хроническом верхушечном периодонтите // Украинский стоматологический альманах. – 2005. – № 3. – С. 22–26.

Леус П.А. Микробный биофильм на зубах. Физиологическая роль и патогенное значение // Стоматологический журнал. -2007.-№2. С. 100-111.

Успенская О.А., Шевченко Е.А. Оценка клинического течения верхушечного периодонтита после лечения // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2 – С. 160-161.

Bauermeister, C.-D. Микробиологическая диагностика заболеваний тканей пародонта // Новое в стоматологии. -2003. -№ 7. -С. 27-30.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ДЕСТРУКТИВНЫМИ ФОРМАМИ ХРОНИЧЕСКОГО ПЕРИОДОНТИТА С МЕСТНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТА «BIOCALEX»

Березин К. А., Блашкова С. Л., Старцева Е. Ю. (г. Казань, Казанский государственный медицинский университет, кафедра терапевтической стоматологии)

Summary. In this article justified expediency and submitted the results of clinical application of calcium-containing preparation «Biocalex» (Spad) in the treatment of chronic destructive forms of periodontitis. Analysis of the clinical and radiological data indicates a high therapeutic efficacy of the drug «Biocalex» and evaluated the effectiveness of this method including in terms of accelerating the regeneration of bone tissue in the centers of destruction.

Деструктивные формы хронического периодонтита характеризуются наиболее выраженными изменениями периодонта, ростом грануляционной ткани в околоверхушечных очагах хронического воспаления. На протяжении развития стоматологии было предложено и изучено большое количество различных методов и средств лечения периодонтита. Лечение периодонтита - трудный и окончательно не разработанный в стоматологии вопрос. Одним из важнейших факторов в развитии пульпитов и периодонтитов является микробный фактор. При хронических формах периодонтита преобладает стрептококковая анаэробная флора: пепто-стрептококки и другие стрептококки без группового антигена и с антигеном, в апикальных гранулах обнаруживаются актиномицеты, бактериоды, фузобактерии, вибрионы и спирохеты [4,11]. На сегодняшний день доказана необходимость применения препаратов, содержащих гидроокись кальция, в качестве временных корневых пломб на разные сроки с целью пролонгированного антисептического воздействия на периапикальные ткани и стенки корневого канала и создания условий для эффективного восстановления костной ткани в отдалённые сроки, что особенно важно при деструктивном периодонтите [2,3,5,7,10]. Основные принципы лечения хронического периодонтита сводятся к воздействию на инфекцию в корневых каналах и дентинных канальцах, прекращению доступа инфекции из корневого канала в ткани периодонта, воздействию на ткани периодонта с целью активации регенеративных процессов на структурно-изменённые ткани периодонта [9].

Прекращение доступа инфекции в ткани периодонта и активация регенеративных процессов достигаются полной obturацией корневого канала, особенно его верхушечной части. В отношении целесообразности ввода пломбировочной массы за верхушку корня имеются разногласия. Одни авторы считают, что введенная за верхушку пломбировочная масса (размером с шаровидный бор № 1, 2) активизирует регенеративные процессы в периапикальной области, способствуя быстрому восстановлению разрушенной кости. Другие полагают, что пломбировать следует только до верхушки, так как выведенная за верхушку пломбировочная масса раздражает ткани периодонта и тормозит процессы восстановления разрушенной костной ткани [6].

Одним из современных методов лечения хронического периодонтита является применение для постоянного и временного пломбирования корневых каналов материалов на основе гидроокиси кальция. Уже через одни сутки в корневом канале гидроокись кальция создает антибактериальный эффект, что имеет огромное значение и актуальность. Эффективность использования гидроокиси кальция доказана при лечении хронического периодонтита у пациентов с общей соматической патологией [6,12]. Кроме того, последние научные данные и накопленный клинический опыт показывают, что для получения терапевтического эффекта

нужно лишь создать в корневом канале сильнощелочную среду, непосредственного контакта гидроксида кальция с тканями не требуется.

Цель исследования: повышение эффективности лечения больных с деструктивными формами периодонтита, изучить влияние кальцийсодержащего препарата «Biocalex» (Spad) на динамику жалоб и состояние тканей пародонта больных с деструктивными формами периодонтита.

Материал и методы исследования. Объектами исследования являются 87 пациентов с деструктивными формами периодонтита (40 мужчин, 47 женщин) в возрасте от 21 до 54 лет.

Из 87 больных 56 пациентам был установлен диагноз «хронический гранулирующий периодонтит». 31 пациенту проводили лечение по поводу хронического гранулематозного периодонтита. Диагноз ставили на основании клинических данных анамнеза, осмотра, пальпации, перкуссии, зондирования, рентгенографического исследования. Механическую и медикаментозную обработку корневых каналов всех 87 зубов проводили стандартизировано. Для лечения деструктивных хронических форм периодонтита была применена методика отсроченного пломбирования препаратом «Biocalex». Корневой канал заполняли пастой сроком на 14 дней. После этого проводили инструментальную и медикаментозную обработку корневого канала и вновь на 14 дней заполняли корневой канал пастой. Дальнейшее постоянное пломбирование корневых каналов выполняли методом латеральной конденсации с силером AN+ и дальнейшим восстановлением коронковой части зубов.

Об эффективности лечения судили по реакции больных в первые дни после пломбирования, а затем в отдалённые сроки спустя 3, 6, 12 месяцев. Результаты оценивали по данным клинического и рентгенологического обследования. При оценке эффективности лечения обращали внимание на жалобы больного, состояние десны в области проекции верхушки корня, реакции зуба на перкуссию, степень его патологической подвижности. Результаты лечения контролировали по прицельным внутриротовым рентгенограммам, сделанным до лечения, непосредственно после их пломбирования, через 3 месяца, 6 месяцев, 12 месяцев после начала лечения. По прицельным внутриротовым рентгенограммам обследуемых зубов определяли плотность и уровень пломбирования корневых каналов, степень их проходимости, состояние околоверхушечных тканей (расширение периодонтальной щели, характер периапикальных изменений) и костной ткани межзубных перегородок, динамику восстановления периапикальных тканей. Критериями диагностики и эффективности лечения служили: наличие или отсутствие самопроизвольной боли в причинном зубе, боль при перкуссии зуба и при пальпации альвеолярного отростка в проекции верхушки корня с околоверхушечным очагом, наличие или отсутствие свища проекции верхушки корня, симптом вазопареза и отека, гиперемия слизистой в проекции верхушки пораженного корня. Рентгенологическое обследование проводили для диагностики, контроля качества пломбирования корневых каналов и оценки состояния периапикальных тканей.

Все 87 пациента в зависимости от степени заполнения корневого канала пломбировочным материалом были разделены на 2 клинические группы. У больных первой группы (46 человек) лечение проводилось в рамках общепринятых эндодонтических методов с герметичной obturацией корневого канала до апикального отверстия. У больных второй группы (41 человек) лечебный комплекс первой группы дополнялся заапикальной терапией (незначительное количество кальцийсодержащего препарата выводилось за апикальное отверстие) в очаг деструкции костной ткани.

Результаты исследования и их обсуждение.

Использование препарата «Biocalex» в 2 клинических группах способствовало исчезновению симптомов заболевания, таких как: самопроизвольная боль в пораженном зубе, гиперемия и

отечность слизистой десен альвеолярного отростка в проекции верхушки корня с воспалительным очагом. При наличии свища последний быстро закрывался, снижалась или исчезала болезненность при пальпации десен в проекции верхушки корня и при перкуссии зуба.

Анализ результатов клинического применения препарата «Biocalex» показал достаточно высокую его эффективность при лечении деструктивных форм хронических периодонтитов. Обострение воспалительного процесса после пломбирования корневых каналов наблюдалось у 10 пациентов второй клинической группы, что составляет 17,67% от общего количества группы. Обострение во время лечения наблюдалось у 1 пациента первой группы (6,13%). Сопоставление результатов лечения пациентов показало более значительную эффективность предложенного нами способа в первой группе. В ближайшие сроки после пломбирования корневых каналов у больных первой группы количество осложнений было в два раза меньше – 20,6+3,34% ($P<0,01$). Через 3-6 месяцев после лечения репаративные процессы в костной ткани в области верхушки корня зуба у больных первой группы отмечались в два раза чаще, чем в группе сравнения. Через 9-12 месяцев полное и частичное восстановление мы наблюдали у пациенток первой группы в 80,15+4,17% зубах, а в группе сравнения – в 32,1+9,7% ($P<0,05$). Спустя 12 месяцев в 91,7+5,2% зубах больных первой группы и 69,8+10,8% - в группе сравнения ($P>0,05$).

Таким образом, применение препарата «Biocalex» способствует стимуляции процессов регенерации структурных компонентов периодонта. Данный кальцийсодержащий препарат рекомендуется при лечении деструктивных форм периодонтита с заполнением корневого канала до верхушечного отверстия.

Литература

Воробьев Ю. И. Клиника, рентгенодиагностика и принципы лечения периапикальных патологических процессов / Ю. И. Воробьев, Ю. М. Максимовский // Новое в стоматологии. — 2001. — № 6. — С. 1538.

Елизарова В. М. Современные аспекты использования препаратов на основе гидроокиси кальция в терапевтической стоматологии / В. М. Елизарова, В. В. Кротов, В. А. Кротов // Российский стоматологический журнал. — 2005. — № 5. — С. 44-47.

Журочко Е. И. Комплексный метод оценки состояния околоверхушечных тканей зуба при хроническом верхушечном периодонтите / Е. И. Журочко, Л. А. Дегтярева // Эндодонтия today. — 2008. — № 2. — С. 27-31.

Кабак Ю. С. Гистоморфология хронического апикального периодонтита / Ю. С. Кабак, С. Л. Кабак, С. Л. Анищенко // Стоматология. — 2008. — №3. — С. 13-19.

Лампусова В. Б. Клиническая эффективность применения кальцийсодержащих препаратов при лечении хронического верхушечного периодонтита / В. Б. Лампусова, Л. И. Шаламай, Е. Ю. Нечай // Эндодонтия today. — 2008. — № 2. — С. 41-43.

Максимовский Ю.М. Основные направления профилактики и лечения хронического воспаления в области периодонта / Ю. М. Максимовский, А. В. Митронин // Российский стоматологический журнал. — 2004. — №1. — С. 16-19.

Митронин А. В. Сравнительная оценка лечения хронических деструктивных периодонтитов различными антисептическими пастами / А. В. Митронин // Российский стоматологический журнал. — 2003. — №5, — С. 46-48.

Павлова Н. В. Применение кальцийсодержащих препаратов при консервативном лечении хронических периодонтитов постоянных зубов / Н. В. Павлова, Ю. А. Парвизайнен, Л. П. Кисельникова, М. А. Чибисова // Институт Стоматологии. — 2001. — № 3. С. 12-13.

Рабухина Н. А. Роль рентгенологического исследования при эндодонтическом и хирургическом лечении зубов / Н. А. Рабухина, Л. А. Григорьянц, В. А. Бадалян // Новое в стоматологии. — 2001. — № 6. — С. 39-41.

Рекомендации по эндодонтическому лечению: Общие положения. Утверждены Советом Стоматологической ассоциации России 14 сентября 2004 г. // Клиническая стоматология. — 2005. — №2. — С. 26-30.

Таиров В. В. Клинический опыт применения остеокондуктивных материалов при лечении деструктивных форм периодонтита / В. В. Таиров, С. В. Мелехов, О. В. Капирулина // Клиническая эндодонтия. — 2007. — Т. 1, № 1-2. — С. 64-69.

Царев В. Н. Антимикробная терапия в стоматологии: Рук. для системы послевуз. подгот. врачей-стоматологов / В. Н. Царев, Р. В. Ушаков. — М.: МИА, 2004. — 143 с.

Sathorn C. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis / C Sathorn, P Parashos, H Messer // Int Endod J. — 2007. — 40 (1). — P.2-10.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЖЕНЩИН С ОСЛОЖНЕННЫМ ТЕЧЕНИЕМ БЕРЕМЕННОСТИ.

Блашкова С. Л., Абзалова С. Л. (Казань, Казанский ГМ», кафедра терапевтической стоматологии,

Pregnant women need a special attention as a group of patients that require a dental care. Pregnancy complications and pathologies are the factors that may affect dental morbidity. This paper demonstrates results of the research conducted on the subject of dental diseases in women with pregnancy complications in the past medical history.

С наступлением беременности в организме женщины происходит функциональная перестройка органов и систем, которая находит отражение в изменении состояния органов и тканей полости рта. В результате повышается риск возникновения и прогрессирования стоматологических заболеваний. Профилактика и лечение стоматологических заболеваний у беременных призвана сохранить здоровье женщины, улучшить её стоматологический статус, а также осуществить антенатальную профилактику кариеса временных и постоянных зубов, закладка которых происходит во внутриутробном периоде[3,4]. В тоже время, в период беременности, повышается патогенность микрофлоры полости рта за счет усиления пролиферации условно — патогенных микроорганизмов, в связи с этим увеличивается интенсивность кариеса зубов, его осложнений и заболеваний пародонта[2,6]. К фактору, оказывающему непосредственное влияние на стоматологическую заболеваемость в период беременности, относится сопутствующая патология, осложнения течения беременности. Проведение стоматологических вмешательств почти в два раза увеличивает количество выкидышей, а опасность токсического поражения плода обязывает ограничивать применение фармакологических препаратов[5]. Поэтому особую группу пациентов на стоматологическом приеме представляют собой беременные женщины[1]. В связи с этим подчеркивается необходимость тесного профессионального взаимодействия акушеров-гинекологов и стоматологов в наблюдении за состоянием беременных женщин. В этом аспекте исследование изменений стоматологического статуса у беременных женщин с осложненным течением беременности является весьма актуальной проблемой.

Цель исследования: изучение особенностей течения стоматологических заболеваний у женщин с осложненным течением беременности.

В ходе исследования осмотрено 36 женщин в возрасте от 20 до 40 лет на различных сроках гестаций. Из которых 14 пациенток в период I триместра беременности, 15 пациенток в период II триместра беременности, и 7 пациенток соответственно в период III триместра беременности. Осложнения во время беременности ранее или осложненное течение настоящей беременности имели 17 человек. Из анамнеза было выяснено, что у 4 пациенток были выкидыши на ранних сроках, у 5 пациенток – неразвивающаяся беременность, 1 пациентки - преждевременные роды, у 4 пациенток – ранний токсикоз настоящей беременности, у 3 пациенток – угроза выкидыша настоящей беременности. Группа женщин с физиологическим течением беременности выделялась как группа сравнения. Для определения распространенности и интенсивности кариеса зубов и заболеваний пародонта, а так же нуждаемости в стоматологической помощи, проводилось клиническое обследование, включающее в себя: сбор анамнеза, инструментальное исследование с определением пародонтального индекса (С.Рампа), гигиенического индекса по Федорову - Володкиной, КПУ и регистрации всех данных в «карте обследования». Предметом исследования стал стоматологический статус, основанный на показаниях КПУ, ГИ и РМА.

При оценке стоматологического статуса нами было установлено, что частота поражения твердых тканей зубов и заболевания пародонта достоверно выше в основной группе, чем в группе сравнения. Анализ полученных данных показал, что КПУ в группе сравнения составил $6,2 \pm 0,36$, тогда как в основной группе - $11,3 \pm 1,15$, а наибольшее число зубов, пораженных кариесом - 8,7 на одну обследованную, приходилось на беременных II триместра, причем эта группа беременных состояла из перенесших ранний токсикоз настоящей беременности и беременных, имевших в анамнезе выкидыши и аборт. В данной группе отмечалась высокая частота множественного кариеса с острым течением. Показатель гигиенического индекса группы сравнения составил $1,5 \pm 0,3$, тогда как основной группы беременных - $2,2 \pm 0,4$ что достоверно свидетельствовало об информированности пациенток о профилактических мероприятиях стоматологических заболеваний и социальном статусе беременных. Показатели индекса РМА группы сравнения составили - $16,45 \pm 1,55$, тогда как в основной группе - $20,84 \pm 1,54$. Было выявлено, что наиболее высокие показатели индекса РМА были у обследуемых пациентов III триместра беременности - $21,81 \pm 1,55$. Отмечено, что показатели гигиенического индекса и индекса РМА увеличивались со сроком гестации, особенно у беременных с неразвивающейся беременностью в анамнезе. Причем по данным собранного анамнеза и проведенного осмотра выявлено, что у группы беременных с угрозой выкидыша настоящей беременности и выкидышей на ранних сроках в анамнезе, заболевания пародонта протекали в форме генерализованных поражений и характеризовались частыми обострениями. Анализируя показатели КПУ, ГИ, РМА обследуемой группы было установлено, что прирост заболеваний пародонта и кариеса зубов достигал своего максимума в основной группе к II и III триместру беременности.

Таким образом, результаты, полученные в ходе обследования, свидетельствовали о высокой распространенности стоматологических заболеваний у женщин с осложненным течением беременности. Выявлено, что потребность в стоматологической помощи у обследуемых пациенток составила 98,7%. В ходе обследования нами были даны рекомендации по лечению и профилактике стоматологических заболеваний, проведены разъяснительные мероприятия по обязательной санации полости рта. Несомненно, что проведение комплекса лечебно-профилактических мероприятий улучшит состояние стоматологического здоровья, как матери, так и будущего ребенка.

Литература

Демина Н.Д., Московец Н.О., Рабинович С.Д. Психофизиологическое состояние беременных женщин на стоматологическом приеме // Клиническая стоматология. 2000. - № 4. - С. 35-37.

Орехова Н.С. Медико-социальные особенности гингивитов у беременных: Автореф. дис. к.м.н. / Смоленская государственная медицинская академия. - 2006. - 21 с.

Толмачева С.М., Лукиных Л.М. Стоматологические заболевания в период беременности и их профилактика. Москва: Медицинская книга, 2005. - 152 с.

Уразова Р.З., Сафина Р.М. Профилактика в системе семейной стоматологии. // Материалы III-й Российской научно-практической конференции. Казань. 2010. - 171 с.

Casey Hein, Charley Cobb. Can shared responsibility for pregnancy outcomes reverse the legacy link. 2006. Scitech, book news, Vol. 1, No. 4.

Dortbuclak O., Eberhardt R. Исследование факторов воспаления у беременных женщин с заболеванием пародонта. // Новое в стоматологии. Специальный выпуск. - 2003. - № 7. - с. 24.

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТВОРЕНИЯ ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ «ИНДОМЕТАЦИН – ТРОМЕТАМОЛ»

Жнякина Л. Е. (г. Самара, Самарский государственный медицинский университет, кафедра химии фармацевтического факультета)

By method of differential scanning calorimetry are carried out researches phase in medicinal system "indometacin - trometamol". It has been proved that compound was formed in the following molal ratio of indometacin with trometamol -1:1, which is interreact with the parental materials, indometacin and trometamol, as the simple eutectics as the derived system. The maximal increase in solubility of indometacin from firm eutectic secondary system of the formed connection with trometamol is shown.

Для обеспечения необходимой скорости абсорбции лекарственных веществ (ЛВ) в последнее время все больше привлекают внимание твердые дисперсные системы (ТДС) в качестве возможной формообразующей основы при создании новых рациональных лекарственных форм. Получение ТДС направлено на улучшение растворимости малорастворимых ЛВ и оптимизацию их высвобождения из лекарственной формы. Ранее было показано [1,2], что ТДС эвтектического типа характеризуются существенным изменением растворимости составляющих компонентов по сравнению с аналогичными свойствами исходных субстанций.

Целью настоящей работы явилось изучение взаимосвязи фазовой диаграммы состояния и растворимости индометацина из твердых дисперсий с гидрофильным компонентом.

Индометацин является одним из наиболее активных нестероидных противовоспалительных средств. Обладает выраженной анальгетической активностью. Относится к соединениям, практически нерастворимым в воде, что создает определенные проблемы в обеспечении биодоступности, в частности, в скорости достижения необходимой терапевтической концентрации в крови.

В качестве носителя для формирования модельной лекарственной системы использовался трометамол (трисамин) – 2-Амино-2-(гидроксиметил)-1,3-пропан-диол. Он применяется в качестве средства для внутривенного введения в 3,66 % растворах с целью коррекции кислотно-щелочного состава крови при ацидозах различной этиологии. Выбор трометамола в качестве составляющего бинарной системы обусловлен, главным образом, его высокой растворимостью в воде и термической устойчивостью в исследуемом диапазоне температур. Представляло также интерес то, что трометамол как основание способен к солеобразованию с кислотами, к которым относится и индометацин.

Термическое исследование двойной системы проводилось в режиме нагревания в интервале температур от 20 до 200 °С на дифференциальном сканирующем калориметре ДСК-500, обеспеченном пакетом прикладных программ для автоматической обработки результатов эксперимента. Массы навесок опытных образцов составляли 10-20 мг. Составы для термоаналитических исследований готовили во всем диапазоне соотношений через 2-5 массовых процентов путем растирания в ступке соответствующих навесок исходных веществ с добавлением небольшого количества спирта до полного его испарения.

По кривым нагревания строили диаграмму состояния исследуемой системы. Для уточнения точек ликвидуса и солидуса диаграммы использовались результаты визуально-политермического анализа (ВПА) для аналогичных составов.

По данным термоаналитической калориметрии (таблица) была построена фазовая диаграмма состояния (рис. 1.). Как следует из рисунка 1, бинарная система «индометацин – тромета-

мол» по типу физико-химического взаимодействия относится к системам с простой эвтектикой с образованием химического соединения [3] (условно названного нами *Индометамол*). Данную диаграмму следует представлять состоящую из первичной диаграммы (в системе отношений И : Т) и двух вторичных, которые в свою очередь относятся к простым эвтектикам. Барицентрическая шкала составов (ось абсцисс) по сути является трёхзначной: в системе отношений Индометацин : Трометамол (*И : Т*), Индометацин : Индометамол (*И : ИТ*) и Индометамол : Трометамол (*ИТ : Т*), выраженных в процентах по массе. Положение третьей оси ординат на шкале составов в системе *И : Т*, разделяющей вторичные диаграммы *а* и *б*, соответствует составу индометацин – трометамол 74,87 : 25,13 % масс. Этот состав отвечает мольному соотношению указанных веществ 1:1 и характеризуется образованием соединения *ИТ* с температурой плавления 141 °С. Таким образом, фигуративная точка *B_S* на диаграмме соответствует *дистектике* системы «индометацин – трометамол».

Результаты ДСК и ВПА вторичных систем «Индометацин (И) – Индометамол (ИТ)» (*а*) и «Индометамол (ИТ) – Трометамол (Т)» (*б*)

№ п/п	<i>а</i>				<i>б</i>			
	Состав, % масс.		Термоэффект, °С		Состав, % масс.		Термоэффект, °С	
	И	ИТ	Первич- ный	Вторич- ный	ИТ	Т	Первич- ный	Вторич- ный
1	–	100	141	–	100	–	141	–
2	10	90	129	138	90	10	123	136
3	20	80	129	136	80	20	123	133
4	30	70	129	133	70	30	123	127
5	40	60	129	–	66	34	122	124
6	50	50	129	137	62	38	122	–
7	60	40	129	139	60	40	122	124
8	70	30	129	143	50	50	123	132
9	90	10	129	150	37	63	123	138
10	100	–	159	–	30	70	123	144
11					20	80	123	149
12					10	90	123	160
13					–	100	171	–

Правая часть диаграммы (*б*) характерна тем, что один из компонентов вторичной системы, в частности трометамол, способен к обратимому полиморфному превращению. Температура энантиотропного перехода (от 140 °С) лежит выше эвтектической (123 °С), причем теплота перехода его имеет аномально высокое значение (260 Дж/г) при относительно низкой вели-

чине теплоты плавления этого вещества (всего 21,6 Дж/г), что наглядно демонстрируется ДСК-термограммой трометамола, изображенной на рис. 2.

Отмеченная особенность трометамола при исследовании указанной системы выразилась в том, что относительно слабые термоэффекты так называемого вторично кристаллизующего компонента на термограммах послеевтектических составов (рис.1, б) перекрывались мощным не смещающимся термоэффектом полиморфного перехода трометамола. Последнее обстоятельство не позволяло наблюдать в виде отдельных сигналов указанные термоэффекты вследствие их перекрывания термоэффектом полиморфного перехода, поэтому средствами ДСК проследить всю линию ликвидуса отмеченной выше части диаграммы не представлялось возможным.

В данном случае единственно приемлемым для наблюдения за указанными фазовыми переходами оказался метод ВПА. На рис. 1 пунктирная часть линии ликвидуса $B_S E_2 P C$ была построена именно при помощи указанного метода по температурным точкам наступления полного просветления расплавов, связанного с исчезновением последних кристаллов.

Дополнительно необходимо особо отметить фигуративную точку P на послеевтектической части кривой ликвидуса, являющуюся центром излома указанной линии поскольку эта точка является перитектической (переход $\alpha - \beta$ форм трисамина), а прямая PQ , параллельная оси состава, отделяет область диаграммы, лежащую выше нее, как условно нонвариантную.

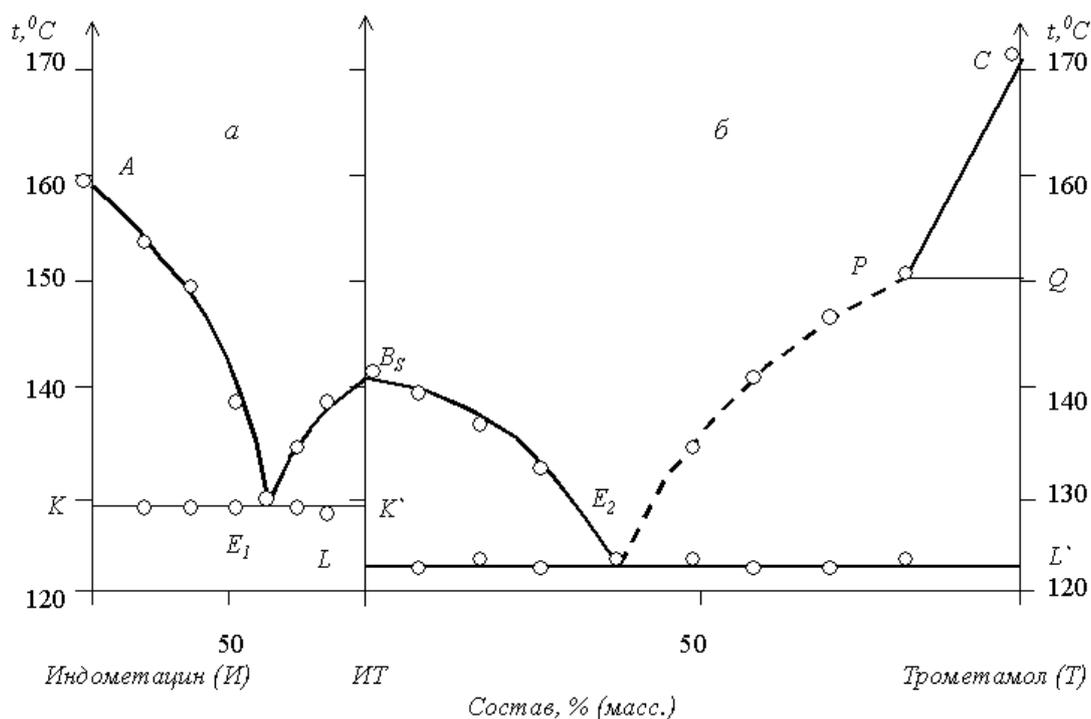


Рис. 1. Диаграмма состояния (плавкости) двойной первичной системы «Индометацин (И) – Трометамол (Т)» и вторичных систем: образовавшегося соединения «ИТ» с исходными – индометацином (а) и трометамолом (б).

По оси абсцисс (барицентрическая, тройная: в системе отношений $I:T$, $I:IT$ и $IT:T$) – состав, % по массе; по оси ординат – температура, градусы Цельсия.

Изучение равновесной растворимости из приготовленных бинарных образцов с трометамолом проводили на установке, описанной в работе [4], в изотермическом режиме при $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Поскольку, как ожидалось, трометамол будет способствовать увеличению растворимости индометацина, критерием достижения равновесия являлось наличие минимального избытка твердой фазы в сосуде с растворяемой пробой с тем, чтобы обеспечить как можно большее соответствие соотношения компонентов в растворе составу сухой смеси. При постоянном перемешивании растворяемой среды равновесие гарантированно достигалось через 3 часа, критерием чего было постоянство концентрации в двух последних измерениях в 30-минутном интервале.

Концентрацию индометацина определяли спектрофотометрически по максимуму светопоглощения при длине волны 266 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служила вода очищенная. Трометамол в этих условиях прозрачен.

Как было отмечено ранее, основным недостатком применяющихся в настоящее время препаратов на основе индометацина является чрезвычайно низкая растворимость его в воде (около $12,5 \text{ мкг}$ в одном миллилитре при 37°C). Продукт *ИТ*, получаемый по описанному выше способу и отвечающий мольному соотношению индометацин – трометамол 1:1, создаёт концентрацию в насыщенном растворе $24,4 \text{ мг/мл}$ в пересчете на индометацин при 37°C , что в 1950 раз превышает аналогичный показатель, характерный для субстанции индометацина в тех же условиях. В то же время твёрдая дисперсия, отвечающая эвтектическому составу соединения «индометамол» с трометамолом в соотношении 62 : 38 % масс., обладает растворимостью в пересчете на индометацин до $9,5 \text{ г}$ на 100 г воды при 37°C , что более чем в 7000 раз выше растворимости индометацина из образца субстанции в тех же условиях. Любопытно, что образец дисперсии *ИТ – Т* с соотношением 30 : 70 % масс. из числа так называемых «заэвтектических» составов, содержащий гидрофильного трометамола значительно больше, чем другие исследуемые смеси, показал в тех же условиях заметно меньшую равновесную концентрацию индометацина ($88,0 \text{ мг/мл}$). Последнее обстоятельство дополнительно подтверждает ранее сделанный нами вывод о том, что именно эвтектические составы обладают в большинстве случаев экстремальной растворимостью.

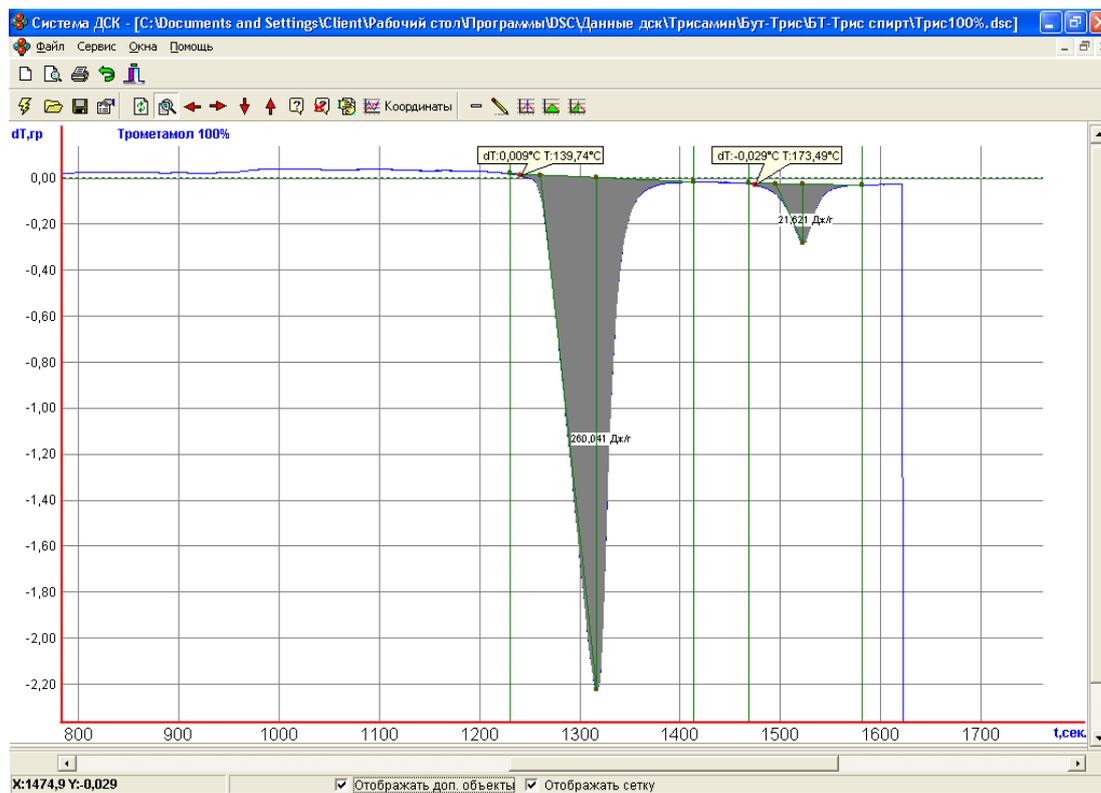


Рис. 2. ДСК-термограмма трометамола; навеска образца – 10 мг, скорость сканирования – 8 град./сек.

По оси абсцисс - время, сек; по оси ординат - дифференциальная температура, °С.

На выносках указаны дифференциальные температуры и температуры начала термоэффектов. Интегральные площади пиков выражены в Джоулях на грамм.

Литература

Мощенский Ю.В., Ткаченко М.Л., Жнякина Л.Е., Смелова С.Г. Влияние физико-химического взаимодействия на кинетические параметры растворения теофиллина из твёрдых дисперсий с пирасетамом в качестве гидрофильного носителя // Изв. вузов. Химия и хим. технология.– 2005. – Т. 48. – № 10. – С. 131-133.

Ткаченко М.Л., Жнякина Л.Е., Мощенский Ю.В., Федотов С.В. Исследование твердых дисперсий кофеина с трисамином в качестве гидрофильного носителя // Вопр. мед., биол. и фармац. химии. – 2005. – № 3. – С. 17-21.

Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. – М.: Наука, 1976. – С. 103-106.

Бергман А.Г., Лужная Н.П. Физико-химические основы изучения и использования соляных месторождений хлорид-сульфатного типа. – М., 1951. – С. 24-26.

ВЫДЕЛЕНИЕ И СВОЙСТВА ГИАЛУРОНИДАЗ ИЗ МОЛОК ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Рысакова К. С. 1,2, Лыжов И. И.1 (г. Мурманск, 1Полярный Научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), лаборатория биохимии и технологии; 2 МГТУ), кафедра биохимии).

Hyaluronidase is an enzyme that breaks down the main component of connective tissue interstitial substance - hyaluronic acid. Hyaluronidase enhances the absorption of drugs, accelerates the anesthesia and increases tissue and vascular permeability, facilitates the diffusion of fluids in the interstitial fluid. A number of samples of hyaluronidase were obtained from the milt of commercial species of aquatic organisms. Mackerel (*Scomber scombrus*) and herring (*Clupea harengus*) were selected as an objects. Some parameters of obtained preparatus were determinated: pH and temperature of optimal activity of enzymes and molecular weight of protein an polypeptides fractions.

Гиалуронидаза – фермент, расщепляющий основной компонент межтканевого вещества соединительной ткани - гиалуроновую кислоту (мукополисахарид, в состав которого входят ацетилглюкозамин и глюкуроновая кислота, является цементирующим веществом соединительной ткани). Гиалуронидаза улучшает всасывание лекарственных препаратов, вводимых подкожно или внутримышечно, ускоряет обезболивание при введении местных анестетиков. Гиалуронидаза вызывает распад гиалуроновой кислоты до глюкозамина и глюкуроновой кислоты и тем самым уменьшает ее вязкость. Увеличивает тканевую и сосудистую проницаемость, облегчает диффузию жидкостей в межтканевом пространстве. Уменьшает отечность ткани, размягчает и уплощает рубцы, увеличивает объем движений в суставах, уменьшает контрактуры и предупреждает их формирование. Действие гиалуронидазы носит обратимый характер: при уменьшении ее концентрации вязкость гиалуроновой кислоты восстанавливается.

Традиционно, гиалуронидазу получают из семенников крупного рогатого скота (тестикулярная гиалуронидаза). В связи с высокой практической значимостью и близостью сырьевого источника, нами была предпринята попытка выделения гиалуронидазы из молок промысловых видов гидробионтов. В качестве объектов исследования были выбраны скумбрия (*Scomber scombrus*) и сельдь (*Clupea harengus*).

Целью работы являлось изучение свойств гиалуронидаз, полученных из молок различных гидробионтов, а также сравнение их активностей.

Извлечение гиалуронидаз в комплексе с другими ферментами проводили по модифицированному методу Сахарова (Сахаров, 1985).

Полученные ферментные комплексы были проанализированы методом гель-хроматографии. Были выделены фракции пула со средней молекулярной массой, ответственные за гиалуронидазную активность. Молекулярная масса фракции для скумбрии составила 58,1 кДа, для сельди 44,7 кДа.

Гиалуронидазную активность полученного ферментного препарата определяли по снижению вязкости раствора полисахаридов в вискозиметре Оствальда. В качестве субстрата использовали хондроитин сульфат, приготовленный из хрящей ската в лаборатории биохимии и технологии ПИНРО, а также гиалуроновую кислоту, полученную по методу (Мейера-Палмера, 1934). Определение активности проводили по модифицированной формуле:

$$A = \frac{1}{xM_n[\eta]\eta_{от,0}^{7/8}} \times \frac{d\eta_{от}}{dt} \times \frac{1}{[E]}$$

В ходе исследований обнаружено изменение вязкости раствора субстрата в обоих случаях. Активности препаратов различались незначительно.

Были исследованы оптимумы pH для полученных ферментных препаратов. Установлено, что гиалуронидазная активность проявлялась в достаточно широких пределах – от 4,0 до 7,0.

При определении температурного оптимума выявлено, что активность препаратов не имеет ярко выраженных экстремумов до температуры 55 °С, после ее достижения активность значительно снижается.

При сравнении активности полученных ферментных препаратов с соответствующей активностью ферментного препарата из гепатопанкреаса камчатского краба было установлено, что гиалуронидазная активность препаратов из молок рыб выше, в то время как протеолитическая активность значительно ниже.

Выводы:

1. В лабораторных условиях из молок сельди и скумбрии получен ферментный препарат, проявляющий гиалуронидазную активность.
2. Определены молекулярные массы фракций, отвечающих за гиалуронидазную активность.
3. Выявлены температурный и pH оптимумы активности полученных ферментных препаратов.

Литература:

Meyer K, Palmer J. W. The polysaccharide of vitreous humor, Biochemical Laboratory of the Department of Ophthalmology of the College of Physicians and Surgeons, Columbia University, New York, - 1934; www.jbc.org

Сахаров, И. Ю. Способ получения коллагеназы / И. Ю. Сахаров, А. В. Джунковская, А. А. Артюков, В. В. Сова, О. Г. Саканделидзе, Э. П. Козловская; Институт иммунологии и Тихоокеанский институт биоорганической химии: А. с. SU 1343591 A1, МКИ4 А 61 К 35 / 56. - Заявл. 13.12.85 ; № 3992368 / 28 - 14. - 2 с.

ЗНАЧИМОСТЬ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДЕФИЦИТА ЖИЗНЕННО НЕОБХОДИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ СЕВЕРЯН

Волкова Е. В.1, Щербакова И. М.2 (г. Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геоэкологии)

The problem of importance of milk and dairy products for correction of deficiency of vital elements in a food allowance of Northerners is very actually in modern society.

There are several points of few on this problem. I try to reflect the most popular of them in this article.

Полноценное питание населения является одной из самых актуальных проблем сохранения здоровья. Известно, что самыми полноценными продуктами питания считаются продукты животного происхождения, в том числе молоко и молочные продукты.

Естественное назначение молока в природе заключается в обеспечении питанием молодого организма после рождения. Состав молока различных млекопитающих в целом определяется теми условиями окружающей среды, в которых происходит рост молодого организма. Это особенно четко проявляется в содержании белка и жира – чем больше их в молоке матери, тем быстрее растет ее дитя.

Особое значение молоко и молочные продукты имеют в питании детей и людей пожилого возраста. Это связано с тем, что питательные вещества молока являются наиболее доступными и легко перевариваемыми веществами для организма. Благодаря содержанию в молоке важнейших питательных веществ, главным образом белка, углеводов, витаминов, минеральных веществ, оно является и защитным фактором.

Известно, что Мурманская область является биогеохимической провинцией с низким содержанием Ca, Mn, Mg, I. В молочных продуктах питания необходимых для роста и развития детей и подростков, эти и другие элементы играют важную роль для формирования скелета и зубов, профилактики остеопороза в преклонном возрасте. Особенно усиливаются потери костной массы при наступлении менопаузы у женщин, вследствие уменьшения уровней эстрогена в крови [3]. Доказано, что чем больше молочных продуктов девочки употребляют в пищу в детском возрасте, тем у них (как следствие) формируется более плотная костная ткань, депонирующая значительные запасы кальция. Благодаря этому, снижается риск развития остеопороза в постменопаузе.

Продукты животного происхождения, в том числе молоко и молочные продукты являются незаменимыми, в связи с высоким содержанием белка. Известно, что белки животного происхождения содержат множество незаменимых аминокислот и их биодоступность несопоставима с растительным белком [4].

Молочный белок является важным защитным фактором. Содержание в молоке кальция, фосфора, способствует предотвращению развития авитаминозов. Молоко и молочные продукты важны в питании человека как источники легкоусвояемого кальция, белка, витаминов B₂, B₁₂. Без употребления молочного питания трудно набрать в дневном рационе необходимого для «северного» человека количество кальция и витамина B₂.

Уровень потребления молока и молочных продуктов на душу населения рассматривается как один из факторов благосостояния народа в каждой стране.

Производство и потребления молока и молочных продуктов жителями Мурманской области в год показано на рисунке 1.



Рис. 1. Производство и потребление молока и молочных продуктов жителями Мурманской области, кг на человека в год.

Доля молока, производимого сельскохозяйственными товаропроизводителями Мурманской области, составляет 15,9% от объёма потребления жителями области.

С учётом доли перерабатывающей промышленности эти показатели выше и составляют 25%. Таким образом, каждый четвёртый килограмм молока и другой цельномолочной продукции произведён местными предприятиями.

В связи с дефицитом молочного сырья вся переработка направлена на получение цельномолочной продукции. Остальная продукция (сыры, масло) завозятся из соседних регионов.

Исследования, выполненные в области экологии питания, установили, что в рационе питания взрослых должно присутствовать 25% молочных продуктов, у детей и подростков – 50%, а у грудных детей – 100%.

Особое значение молоко и молочные продукты имеют в питании детей и людей пожилого возраста.

Как видно из рисунка 2, в настоящее время потребление молочных продуктов значительно снизилось по сравнению с предыдущими годами [2].

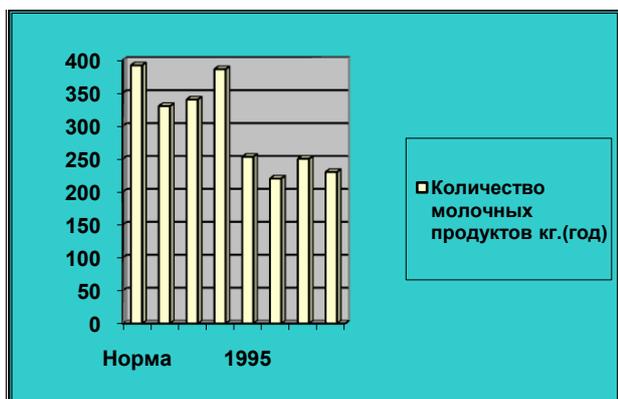


Рис. 2. Динамика потребления молока и молочных продуктов за период с 1970-2008гг.

Все компоненты молока имеют существенное значение в физиологии питания человека. Белки – наиболее биологически ценный компонент, т.к. образующиеся при их расщеплении аминокислоты являются материалом построения клеток организма, ферментов, гормонов, антител при возникновении явлений иммунитета. Из всех животных белков белки молока являются самыми полноценными. Белки молока обладают липотропными свойствами, регулируя жировой обмен, повышают сбалансированность пищи и усвоение других белков. Обладая амфотерными свойствами, молочный белок защищает организм от ядовитых веществ. При отравлении организма тяжелыми металлами казеин вступает с ними в реакцию, образуя нерастворимые соли, которые выводятся из организма. Суточная потребность человека в аминокислотах полностью обеспечивается при потреблении 28,4г белков молока или 14,5г белков молочной сыворотки.

Молочный жир, обладая наиболее сложным жирнокислотным составом, лёгкой усвояемостью и ценными пищевыми свойствами, является источником энергии для биохимических процессов в организме.

Минеральные вещества молока играют значительную роль в пластических процессах формирования новых клеток тканей, ферментов, витаминов, гормонов, а также в минеральном обмене веществ организма. Так, фосфат кальция необходим для формирования костей; кальций – для регулирования кровяного давления, уменьшая риска заболевания некоторыми разновидностями рака; йод участвует в синтезе гормона щитовидной железы – тироксина; хлориды натрия и калия, фосфаты участвуют в построении элементов крови и протоплазмы; сера – в синтезе почти всех белков, ряда витаминов, гормонов и других биологически активных веществ. Количество в молоке эссенциальных микроэлементов и макроэлементов значительно колеблется в зависимости от качества кормов, которые в свою очередь зависят от их содержания в почве, воде, состояния здоровья животного, а также условий обработки и хранения молока.

Наличие всех компонентов в оптимальном сочетании и легкоперевариваемой форме делает молоко исключительно ценным, незаменимым продуктом для диетического и лечебного питания, особенно при остеопорозе и остеопении [1].

Обеспечение молоком и молочными продуктами в первую очередь необходимо группам повышенного риска (дети, пожилые люди); людям, занятым на вредном производстве.

Биологическая ценность молока дополняется тем, что оно способствует созданию кислой среды в кишечном тракте и подавлению развития гнилостной микрофлоры. Поэтому молоко и молочные продукты также широко используются как лечебное средство при интоксикации организма ядовитыми продуктами гнилостной микрофлоры [4].

Таким образом, говоря о пользе и значимости молока и кисломолочной продукции северян, можно сказать, что обладая малокалорийностью, они восполняют все энергетические затраты организма и содержат все жизненно необходимые питательные вещества и микроэлементы для обновления клеток и нормальной жизнедеятельности.

Литература

Евстигнеев, Г.М. Тайны продуктов питания / Г.М. Евстигнеев - М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1972. - С.65-77.

Дмитриева, Л.В. «Пейте наше молоко – будете здоровы» / Л.В. Дмитриева // Мурманск: Комсомольская правда № 55, 2009. - С. 7-8.

Кожухова, И.В. Влияние экологических факторов на качество молока / И.В. Кожухова // Молочная промышленность № 8, 2004. – С. 7.

Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб - М.: Агропромиздат, 1991. - С.5-7.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ КУРСАНТОВ 2 КУРСА СУДОВОДИТЕЛЬСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГТУ ПО АНАЛИЗУ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Ключко Е. В., Кривенко О. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

По данным организации экономического сотрудничества и развития качество здоровья молодых людей в России ниже, чем у их ровесников в Западной Европе⁵.

Некачественное питание, недостаток физической нагрузки, распространенность случаев курения и неконтролируемого потребления алкоголя с раннего возраста увеличивают риск развития заболеваний и ослабляют общее состояние здоровья молодых людей⁶.

Проводимые опросы, а также статистика по вопросам здравоохранения свидетельствуют о том, что сегодня слабое здоровье передается от поколения к поколению.

На кафедре «Биохимия» МГТУ проводится работа по изучению и анализу состояния здоровья курсантов 2 и 6 курсов судоводительского факультета в динамике по годам с целью оценки общего состояния и разработки рекомендаций по сохранению здоровья и профилактике развития некоторых заболеваний, обусловленных образом жизни.

Был проведен анкетированный опрос и определены некоторые показатели работы сердечно-сосудистой системы (ССС) и дыхательной системы курсантов 2 курса судоводительского факультета. Всего в исследовании приняло участие 46 человек. 22 человека 2010-2011 годов обучения, 24 человека - 2011 - 2012 г.о. Возраст курсантов 18-20 лет.

В данной статье проводится анализ физической активности курсантов, показателей ССС, наличия вредных привычек и хронических заболеваний.

В результате было выявлено, что среди 46 опрошенных занимаются спортом или посещают тренажерный зал – 18 человек (2010 – 2011г.г.) и 11 человек (2011 – 2012г.г.). Имеют вредные привычки – 12 ч. (2010 – 2011г.г.), 1 чел. (2011 – 2012г.г.). При этом выявлено, что занятия спортом могут сочетаться с вредными привычками (10 человек 2010 – 2011 годов обучения и 1 человек 2011 - 2012 г.г.)

2 человека 2010 - 2011 г.г. и 13 человек 2011 - 2012 г.г. не имеют вредных привычек, но и не занимаются спортом.

Можно отметить, что среди курсантов 2010 - 2011 годов обучения больше тех, кто занимается спортом или посещает тренажерный зал, но имеет вредные привычки. Они более активны в своей жизнедеятельности. А среди ребят 2011 - 2012 г.г. обучения больше тех, кто не имеет вредных привычек, но они и физически не активны.

У 40 курсантов были измерены показатели давления и пульса. У 9 из них были определены отклонения от нормы по данным показателям.

⁵ Молодежь в России [Электронный ресурс] : обзор литературы / междунар. эксперт Яэль Охана [и др.]. М., 2010. URL: http://www.unrussia.ru/sites/default/files/doc/youth_in_Russia_Executive_Summary_rus.pdf (дата обращения: 16.03.2012).

⁶ Там же

Среди курсантов 2010 - 2011 г.г. обучения 5 человек имеют повышенное верхнее давление (130/70,140/80) и 3 человека повышенное нижнее давление (120/90), 2 человека имеют учащенный пульс (86 уд/мин). 1 курсант имеет повышенные и артериальное давление, и пульс. В данной группе 3 человека имеют повышенную массу тела (82-115 кг), 8 человек – активно занимаются спортом, 6 человек имеют вредные привычки.

Предполагаемыми факторами повышения давления и отклонений показателей пульса в данной группе курсантов могут быть волнение, повышенная масса тела и вредные привычки – в основном курение.

Курсантам данной группы рекомендовано пройти медицинское обследование.

В группе курсантов 2011 - 2012 г.г. обучения 3 человека имеют отклонения в показателях пульса: 2 человека имеют учащенный пульс (90-94 уд/мин), 1 - замедленный (54 уд/мин) при нормальных показателях артериального давления. Все трое не имеют вредных привычек, 1 – не занимается спортом. Можно предположить, что полученные цифры, отличающиеся от нормальных (2 курсанта с тахикардией), связаны с волнением при проведении обследования. Курсанту с пульсом 54 уд/мин рекомендовано медицинское обследование.

Среди курсантов 2010 - 2011г.г. обучения выявлено 6 человек с хроническими заболеваниями, а в группе 2011 – 2012г.г. - 2 человека. 3 курсанта имеют хронический гайморит, 2 – хронический тонзиллит, 2 – хронический ринит, 1- аллергию. Курсантам данной группы следует выполнять рекомендации лечащих врачей, заниматься мероприятиями по сохранению и улучшению здоровья.

В целом проведенное исследование выявило, что показатели сердечнососудистой деятельности (артериальное давление и пульс) у курсантов 2011 – 2012 г.г. лучше, чем у курсантов 2010 – 2011 г.г.

54,5% курсантов 2010 – 2011 г.г. имеют вредные привычки, среди опрошенных курсантов 2011 – 2012 г.г. вредные привычки имеют лишь 4,2%.

27,3% курсантов 2010 – 2011 г.г. и 8,3% курсантов 2011 – 2012 г.г. имеют хронические заболевания.

81,8% курсантов 2010 – 2011 г.г. активно занимаются спортом, тогда как в группе курсантов 2011 – 2012 г.г. лишь 45,8% отдают предпочтение физической активности.

В целом общее состояние курсантов 2010 – 2011г.г. и 2011 – 2012 г.г. обучения можно считать нормальным. По нашему мнению основными рекомендациями для курсантов должны быть отказ от вредных привычек, активное занятие спортом, то есть здоровый образ жизни, так как известно, что состояние индивидуального здоровья на 50% определяется образом жизни.

Литература

Агаджанян, Н. А. Экология, здоровье, качество жизни / Н. А. Агаджанян, Г. П. Ступаков, И. Б. Ушаков ; М. : Астрахань, 1996. - 249 с.

Залыгин, В. Е. О моделях определения здоровья в медицине и валеологии / В. Е. Залыгин. - ОБЖ. - 2010. – № 1. – С. 41-43.

Молодежь в России [Электронный ресурс] : обзор литературы / междунар. эксперт Яэль Охана [и др.]. М., 2010. - электрон. дан. – Реж. доступа: http://www.unrussia.ru/sites/default/files/doc/youth_in_Russia_Executive_Summary_rus.pdf (дата обращения: 16.03.2012).

ЖЕЛЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ. ЭТИОЛОГИЯ, ПРИЗНАКИ, ПРОФИЛАКТИКА (ОБЗОР)

Кривенко О. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Желчекаменная болезнь – заболевание, во время которого в желчном пузыре появляются камни. Эти камни состоят из солей желчных кислот.

На протяжении XX века, в особенности второй его половины, происходило быстрое увеличение распространённости ЖКБ, преимущественно в промышленно развитых странах, в том числе в России. Заболеваемость холелитиазом в бывшем СССР увеличивалась почти вдвое каждые 10 лет, а камни в жёлчных путях выявлялись на вскрытиях у каждого десятого умершего независимо от причины смерти. В конце XX века в ФРГ было зарегистрировано более 5 млн, а в США более 15 млн больных ЖКБ. По данным медицинской статистики, холелитиаз встречается у женщин значительно чаще, чем у мужчин (соотношение от 3:1 до 8:1), причём с возрастом число больных существенно увеличивается и после 70 лет достигает 30 % и более.

Во многих странах частота операций на желчных путях превзошла число других абдоминальных операций (включая аппендэктомию). Так, в США в 70-е годы ежегодно проводилось более 250 тыс. холецистэктомий, в 80-е — более 400 тыс, а в 90-е — до 500 тыс.

Этиологию желчнокаменной болезни нельзя считать достаточно изученной. Известны лишь экзо- и эндогенные факторы, увеличивающие вероятность её возникновения.

К эндогенным факторам относятся, прежде всего, пол и возраст. По данным большинства отечественных, и зарубежных авторов женщины страдают холелитиазом в 3-5 раз, а иногда даже в 8-15 раз чаще, чем мужчины. При этом особенно часто камни формируются у много-рожавших женщин. Во время беременности эстроген (эстриол) вызывает выделение фитогенной желчи. Большое количество этой желчи приводит к появлению желчекаменной болезни.

Противозачаточные таблетки тоже могут стать причиной возникновения желчекаменной болезни. Существенную роль играет конституциональный фактор. Так, ЖКБ чаще встречается у лиц пикнического телосложения, склонных к полноте. Избыточная масса тела наблюдается приблизительно у 2/3 больных. Одной из причин ЖКБ может быть сахарный диабет.

Способствуют развитию ЖКБ некоторые врождённые аномалии, затрудняющие отток жёлчи, например, стенозы и кисты, дивертикулы двенадцатиперстной кишки, а из приобретённых заболеваний — хронические гепатиты с исходом в цирроз печени. Определённое значение в формировании главным образом пигментных камней имеют заболевания, характеризующиеся повышенным распадом эритроцитов, например, гемолитическая анемия.

Из экзогенных факторов главную роль играют особенности питания, связанные с географическими, национальными и экономическими особенностями жизни населения. Рост распространённости ЖКБ на протяжении XX века, преимущественно в экономически развитых странах объясняют увеличением потребления пищи, богатой жиром и животными белками. Частой причиной развития желчекаменной болезни является ожирение. У людей, которые злоупотребляют жирной едой, значительно повышается количество холестерина, который в свою очередь становится причиной возникновения камней в желчном пузыре и его протоках.

В то же время в Японии в связи с национальными особенностями питания холелитиаз встречается в несколько раз реже, чем в развитых странах Европы, США или в России. Крайне

редко ЖКБ встречается в бедных тропических странах, Индии, Юго-Восточной Азии, где население питается преимущественно растительной пищей и часто страдает от недоедания.

Камнеобразование — стадийный процесс с периодами активного роста и затихания. Начальным процессом синтеза желчных камней является образование замаскообразной желчи (билиарного сладжа).

Современная медицина выделяет холестериновые, пигментные, известковые и смешанные камни.

Холестериновые камни содержат в основном холестерин, имеют круглую или овальную форму, слоистую структуру, диаметр от 4—5 до 12—15 мм, локализуются в желчном пузыре.

Пигментные камни имеют малые размеры, множественны, жёсткие, хрупкие, совершенно гомогенные, чёрного цвета с металлическим оттенком, расположены как в желчном пузыре, так и в желчных протоках. Камни с преобладанием пигментов часто содержат значительную примесь известковых солей, и их называют пигментно-известковыми.

Кальциевые камни состоят из различных солей кальция, форма причудливая, имеют шипообразные отростки, светло- или тёмно-коричневого цвета.

Холестерино-пигментно-известковые камни - множественные, имеют грани, форма различна. Значительно варьируют по количеству — десятки, сотни и даже тысячи.

Конкременты, состоящие из одного компонента, относительно редки. Подавляющее число камней имеют смешанный состав с преобладанием холестерина. Они содержат свыше 90 % холестерина, 2-3 % кальциевых солей и 3-5 % пигментов, причём билирубин обычно находится в виде небольшого ядра в центре конкремента, в их состав также входят желчные кислоты, белки, гликопротеиды, различные соли, другие микроэлементы.

Структура камней может быть кристаллической, волокнистой, слоистой или аморфной. Нередко одновременно в желчных путях содержатся конкременты различного химического состава и структуры. Размеры камней сильно варьируют. Иногда они представляют собой мелкий песок с частичками менее миллиметра, в других же случаях один камень может занимать всю полость увеличенного в размерах жёлчного пузыря и иметь вес до 60-80г. Форма желчных конкрементов разнообразна. Они бывают шаровидными, овоидными, многогранными (фасетчатыми), бочкообразными, шиловидными и т. д.

Условно различают два типа камнеобразования в желчных путях: первичный, вторичный.

В образовании первичных камней главную роль играют нарушения состава и коллоидной структуры желчи. Первичные камни формируются почти исключительно в желчном пузыре.

Вторичные конкременты являются результатом холестаза и связанной с ним инфекции желчной системы. Вторичные конкременты, помимо пузыря, могут образовываться и в желчных протоках, включая внутripеченочные.

Формы желчекаменной болезни. Выделяют несколько форм заболевания (условно):

- Латентная форма желчекаменной болезни. Может длиться весьма долго при отсутствии проявлений. Камни в желчном пузыре могут не вызывать болезненных симптомов вообще. В таком случае их могут обнаружить случайно при УЗИ или при рентгенологическом обследовании.

- Диспептическая хроническая форма желчекаменной болезни: чувство тяжести в подложечной и правой подрёберной областях, изжога, метеоризм, неустойчивый стул. Появление бо-

лей провоцирует употребление жирных, жареных, острых блюд, слишком больших порций пищи.

- Болевая хроническая форма желчекаменной болезни - выраженные болевые приступы отсутствуют. Боли носят ноющий характер, локализуются в подложечной и правой подреберной областях, распространяются в область правой лопатки. Присутствуют слабость, недомогание, раздражительность.

- Желчная колика и хроническая рецидивирующая форма - внезапно возникающий приступ интенсивных болей в правом подреберье и подложечной области. Провоцируется употреблением в пищу жиров, пряностей, отрицательными эмоциями, физическим напряжением, беременностью, менструациями. Внезапная боль, приступ колики возникает при увеличении давления в желчном пузыре или желчном протоке из-за преграды к опорожнению желчи в виде камня.

Таким образом, *основными симптомами* болезни являются:

Боль в правом подреберье, разной интенсивности, которая отдает под правую лопатку, между лопаток, в правую ключицу. В зависимости от формы боль длится от нескольких минут до нескольких часов и даже нескольких суток. Чувство тяжести и дискомфорта в правом подреберье.

Характерно, но не обязательно повышение температуры выше 37°.

При воспалении желчных путей внутри печени - симптом желтухи, температура 38°-40° с ознобами, резкая общая слабость.

При воспалении поджелудочной железы (панкреатите) характерна постоянная интенсивная боль во всей верхней половине живота, в околопупочной области, так же боль может носить опоясывающий характер.

Диагностика. Самым популярным методом диагностики ЖКБ является ультразвуковое исследование. В случае проведения УЗИ квалифицированным специалистом необходимость в дополнительных обследованиях отсутствует. Также для диагностики может использоваться холецистоангиография, ретроградная панкреатохолангиорентгенография, КТ и МРТ. В диагностике также используют дуоденальное зондирование. При обследовании больных обязательно проводят общий анализ крови и биохимический анализ крови.

Терапия. Для консервативного лечения может использоваться ударно-волновая литотрипсия, применение рекомендуется при отсутствии холецистита и совокупном диаметре камней до 2 см, хорошей сократимости желчного пузыря. Множественные ударные волны, сфокусированные на камне, разрушают его на мелкие фрагменты. Мелкие осколки, размер которых не превышает диаметр пузырного протока, выходят из желчного пузыря через пузырный проток. Далее через общий желчный проток они выходят в кишечник и выводятся из организма. Эффективность ультразвуковых методов достаточно мала, менее 25 %, так как в большинстве случаев камни недостаточно хрупкие. Основной недостаток этого метода - высокая вероятность рецидива. Через 5 лет частота рецидивов составляет 50%.

Из малоинвазивных методов применяется лапароскопическая холецистэктомия и лапароскопическая холецистолитотомия.

Классическая полостная операция по удалению желчного пузыря, холецистэктомия, была впервые выполнена в 1882 году в Берлине. Радикальная операция при желчнокаменной болезни обеспечивает у 95% больных полное выздоровление. Как правило, это не оказывает заметного влияния на жизнедеятельность больного.

Растворение камней в желчном пузыре возможно только при холестериновых камнях. Для этого применяют урсодезоксихолевую или хенодезоксихолевую кислоты, которые принимают 1 - 2 года. В ряде случаев удается растворить мелкие до 2-см в диаметре конкременты.

В лечении и профилактике заболевания большое значение имеет диета - ограничить или исключить из рациона алкоголь, острые, жирные, высококалорийные, богатые холестерином блюда, особенно при наследственной предрасположенности к желчнокаменной болезни. Питание должно быть частое (4-6 раз в сутки), небольшими порциями, что способствует уменьшению застоя желчи в желчном пузыре. В пище должно содержаться достаточное количество пищевой клетчаткой, за счет овощей и фруктов, витамина С, уменьшенное количество белков.

Литература

Болезни печени и желчевыводящих путей: Руководство для врачей / под ред. В. Т. Ивашкина. - М. : ООО «Издат. Дом «М-Вести»», 2002. - 416 с.

Внутренние болезни / под ред. проф. Г. И. Бурчинского. — 4-е изд., перераб. и доп. — К. : Вища шк. Головное изд-во, 2000. — 656 с.

Электрон. Дан. – Реж. Доступа: <http://chitamed.ru> (дата обращения: 18.03.2012).

ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И ПЕЧЕНИ ФОРЕЛИ

Овчинникова С. И., Михнюк О. В. (г. Мурманск, МГТУ, биологический факультет, кафедра биохимии).

На кафедре биохимии биологического факультета МГТУ проводятся комплексные систематизированные биохимические исследования рыб семейства Лососевые. Объектом исследования выбрана радужная форель, культивируемая в садках форелевых ферм на р. Тулома. Для исследований были подготовлены стандартные образцы мышечной ткани радужной форели.

В ходе экспериментальной работы нами были определены такие химические показатели как массовые доли белков, липидов, влаги, минеральных веществ в мышечной ткани радужной форели, также проведены анализ аминокислотного состава белков и фракционирование липидов.

Определение химического состава тканей проводили с использованием стандартных методов биохимического анализа. Извлечение липидов из мышечной ткани осуществляли методом Блайя - Дайера. Фракционный состав липидов определяли методом одномерной тонкослойной хроматографии. В результате были выделены следующие группы липидов: диацилглицерины, триацилглицерины, стеринны (холестерин), эфиры стериннов, фосфолипиды, а также общее количество свободных жирных кислот.

Липиды являются важным компонентом рыбного сырья, влияющим на его технологические свойства, вкус, также обуславливают высокую пищевую ценность.

Содержание липидов в мышечной ткани и печени рыб изменяется в зависимости от возраста, размеров, пола, упитанности, стадии созревания гонад и др.

Количество фосфолипидов в мышечной ткани составило 31,1 % от общего количества липидов, в печени – 45,8 %. Основными представителями фосфолипидов являются фосфатидилхолин (лецитин) и фосфатадилэтаноламин (кефалин). Содержание лецитина и кефалина в мышечной ткани составило 17,7 % и 9,9 %, в печени – 29,7 % и 11,3 % соответственно.

Экспериментальные данные выявили преобладание триацилглицеринов в мышечной ткани форели, доля которых составила 57,0 %. Массовая доля триацилглицеринов в печени – 23,1 %.

В липидах рыб в значительных количествах содержатся ненасыщенные жирные кислоты. Наличие этих кислот определяет высокие пищевую ценность рыбьего жира, степень его усвоения, свойства биомембран. Кроме жирных кислот, непосредственно входящих в состав липидов, в мышечной ткани и в печени свежей рыбы всегда содержатся в небольшом количестве свободные жирные кислоты, являющиеся продуктами липидного обмена в организме.

Содержание свободных жирных кислот в мышечной ткани составило 0,9 %, в печени - 6,5 %.

Также было проанализировано содержание холестерина и эфиров стериннов в мышечной ткани и печени форели. В результате обнаружено, что концентрация холестерина и эфиров стериннов выше в печени (14,9 % и 7,4 %), чем в мышечной ткани - 6,7 % и 1,9 % соответственно. Было рассчитано молярное соотношение содержания холестерина к количеству фосфолипидов (ХС / ФЛ). Для мышечной ткани ХС / ФЛ составляет 0,21, для печени ХС / ФЛ - 0,33.

Изучение липидного состава тканей форели представляет интерес с точки зрения контроля за уровнем липидного обмена при выращивании рыб в хозяйствах на искусственных кормах.

Полученные данные позволят выявить особенности биохимии радужной форели, могут быть использованы в практических целях, при разработке рекомендаций для специалистов, занимающихся проблемами культивирования рыб семейства Лососевые.

Литература

Ржавская, Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф. М. Ржавская. – М.: Пищевая промышленность, 1976. - 470 с.

Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности. / Т. М. Сафронова, В. М. Дацун. - М. : Мир, 2004. - 272с.

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, 2006. – 944 с.

Технохимический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т. К. Лебская, Ю. Ф. Двинин, Л. Л. Константинова, В. И. Кузьмина. – Мурманск, 1993. – 150 с.

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУМЖИ ДЛЯ ПЕРИОДА НАГУЛА

Овчинникова С.И., Игумнов Р.О. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

В работе было проведено исследование химического состава и биохимических свойств мышечной ткани кумжи для периода нагула. Для анализа было взято 10 экземпляров средней массой 200-300 г. Подготовлены образцы мышечной ткани. Данный период жизненного цикла является периодом нагула. Для этой стадии нами проанализировано влагосодержание мышечной ткани кумжи. Количественное содержание воды в различных тканях гидробионтов предопределяется содержанием в них протоплазмы. Например, у рыб наиболее высокое содержание влаги (89-99%) имеют биологические жидкости (кровь, слизь, лимфа), а наименьшее (2-25%) соединительно-жировая ткань. Как установлено, влагосодержание зависит от стадии жизненного цикла, и динамика влагосодержания носит сезонный характер. Содержание влаги для периода нагула меньше по сравнению с преднерестовым периодом и посленерестовым периодом. Как видно из представленных данных, для периода нагула содержание влаги в мышечной ткани кумжи составляет 75,74%, для последующих периодов содержание влаги должно возрасти, что подтверждается данными кафедры биохимии по другим промысловым рыбам. Обводненность белков мяса кумжи высокая. Этим объясняется нежность консистенции и легкая развариваемость мяса кумжи. Нами было проанализировано содержание липидов в мышечной ткани кумжи для периода нагула. Для данного периода характерно то, что в результате деятельности хондриозом образуются и накапливаются в организме липиды, а нарастающая масса липидов сосредоточивается в соединительной ткани, сдавливая ядро и оттесняя протоплазму к стенкам. Такая картина наблюдается в период нагула организма, когда образуется жировая ткань, подкожная клетчатка, внутреннее сало и др. При голодании организма отложенные липиды используются для эндогенного питания. При этом жировая клетка превращается в обычную с появлением хондриозомы и увеличением объема плазмы. Динамика содержания липидов мышечной ткани кумжи также носит сезонный характер, то есть существует зависимость содержания липидов от периода годового цикла. Анализ химического состава мышечной ткани показывает, что для периода нагула содержание липидов в мышечной ткани кумжи соответствует максимальному содержанию липидов, так как для периода нагула характерно наиболее высокое содержание этого показателя в мышечной ткани. Было проанализировано содержание белка в мышечной ткани кумжи для периода нагула. Во всех тканях животного и растительного происхождения обязательно присутствует то или иное количество белков; содержание их зависит от биологических особенностей вида, а также от назначения тканей. В мышцах гидробионтов содержание белковых веществ изменяется в пределах 0,2-28,8%. Существенно изменяется содержание белков в зависимости от назначения тканей, причем у рыб и морских млекопитающих по сравнению с наземными животными содержание белков заметно отличается и варьируется в более значительных пределах. Динамика содержания белков в мышечной ткани кумжи также носит сезонный характер, что подтверждается литературными данными, в том числе данными кафедры биохимии. Нами установлено, что для периода нагула массовая доля белка в мышечной ткани кумжи составляет 15%. Для последующих периодов (зимовка и преднерестовый период) содержание белка должно возрасти, а в посленерестовый период обычно наблюдается уменьшение содержания белка в мышечной ткани промысловых рыб. Динамика содержания исходного аминного азота в мышечной ткани промысловых рыб зависит от периода годового цикла, что также подтверждается данными кафедры биохимии. Установлено, что для периода нагула характерно наиболее высокое содержание исходного аминного азота и наиболее высокая активность тканевых протеолитических ферментов. На-

ми получено, что для периода нагула массовая доля исходного аминного азота мышечной ткани кумжи составляет 60 мг%, что соответствует максимальному значению по сравнению с другими периодами жизненного цикла.

ТИОЛОВЫЕ ЯДЫ И ИХ АНТИДОТЫ

Пашкина О.И., Овчинникова С.И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Тиоловые яды - яды, для которых характерна высокая избирательная способность вступать в химическую реакцию с тиоловыми группами биополимеров организма (ферментов и других белков), серосодержащих аминокислот (цистина, цистеина, метионина). Существует более 100 ферментов, активность которых тормозится при блокировании тиогрупп. Соединения, содержащие сульфгидрильные группы, участвуют в проведении нервного импульса, в тканевом дыхании, в мышечном сокращении.

Наиболее характерными тиоловыми ядами являются ртуть, свинец, мышьяк, кадмий, сурьма. Ртуть в чистом виде используется в производстве лекарственных препаратов, взрывчатых веществ (гремучая ртуть), ядохимикатов (гранозан), для заполнения измерительных приборов. Промышленное значение имеют высокотоксичные неорганические соединения ртути, в частности сулема, которая применяется при травлении стали. Сулема вызывает смертельные отравления при приеме внутрь в количестве 0,2-0,3 г. Пары ртути, пыль ее соединений, проникая в организм поражают желудочно-кишечный тракт, почки, нервную систему. Меркуриализм - общее отравление организма при хроническом воздействии паров ртути и её соединений, незначительно превышающих санитарную норму, в течение нескольких месяцев или лет. Симптомами меркуриализма являются повышенная утомляемость, сонливость, общая слабость, головные боли, головокружения, апатия, эмоциональная неустойчивость, ослабления памяти и самоконтроля, снижение внимания и умственных способностей, дрожание кончиков пальцев— «ртутный тремор». Свинец используется при изготовлении свинцовых красок, эмали, глазури, при производстве аккумуляторов, в полиграфическом деле. Источником бытовых отравлений могут стать пища и вода, хранившиеся в посуде, покрытой свинцовой глазурью. Тяжелые отравления возникают при поступлении внутрь от 2 до 3 г соли свинца. Свинец поражает нервную систему, органы кроветворения, желудочно-кишечный тракт, печень. Особенно характерны свинцовые полиневриты, анемия, свинцовая колика, спазм кровеносных сосудов. Элиминация свинца осуществляется через почки и кишечник. Соединения мышьяка применяются в стекольной, красильной, кожевенной, фармацевтической и других отраслях промышленности. Чистый металлический мышьяк мало токсичен, но его оксиды и соли – сильные яды. Особенно ядовит мышьяковистый ангидрид (белый мышьяк), который вызывает смертельные отравления в дозе 60-70 мг. Симптомами мышьяковой интоксикации являются снижение кровяного давления, поражение центральной нервной системы. Кадмий и его соединения применяются в аккумуляторном, электроплавильном, электролитическом производстве, при изготовлении красок, в ядерных энергетических установках. Кадмий вызывает смертельные отравления в дозе 50-60 мг. Особенно токсичны оксид и сульфат кадмия, которые поражают органы дыхания (судорожный кашель, одышка, отек легких), желудочно-кишечный тракт (рвота, диарея), печень и почки. Сурьма в применяется при изготовлении сплавов, оксиды сурьмы используются для получения огнеупорных красок, эмалей, керамики. Соли сурьмы используются в пиротехнике, для окрашивания металлических изделий, вулканизации каучука, производства спичек. Ядовитым газом, содержащим сурьму является стибин. Смертельная доза сурьмы для взрослого человека — 100 мг, для детей — 49 мг. Симптомами острого отравления сурьмой являются поражения желудочно-кишечного тракта, печени, почек, желтуха, анемия.

Антидоты – противоядия. Механизм действия антидотов тиоловых ядов основан на том, что они содержат тиогруппы, то есть являются аналогами сульфгидрильных соединений. Харак-

терными антидотами тиоловых ядов являются антилюизит, унитиол, сукцимер, липоевая кислота и другие.

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ (ОБЗОР)

Шашкова Е. В., Падалко В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Поглощение элементов из природной среды для продуцирования органического вещества определяется генетическими и возрастными особенностями растения (Крамер, Козловский, 1963; Лархер, 1978; Лир и др., 1974; Никонов, Сизов 1987). Важную роль в питательном режиме растений играет источник элементов питания. Для растений с развитыми корневыми системами большое значение имеет питательный режим почв (Карпачевский, 1981), поскольку главным источником элементов, используемы этими растениями для продуцирования органического вещества и накапливающихся в растительных тканях, является почва.

Приведенный ниже фактический материал позволяет утверждать, что доминирующие в бореальных лесах ель (*Picea obovata*) и сосна (*Pinus sylvestris*) характеризуются единой стратегией минерального питания. Этим древесным породам присущи общие черты химического состава ассимилирующих органов. (Крамер, Козловский, 1963; Лархер, 1978; Лир и др., 1974).

Ель и сосна относятся к ацидофильным кали-кальцефилам. Эти древесные породы объединяют временные (возрастные) тенденции формирования химического состава хвои. Так, подвижные элементы азот, фосфор, калий, медь активно концентрируются в молодой хвое, тогда как в высоковозрастной хвое аккумулируются малоподвижные элементы кальция, марганец, алюминий, железо.

На фоне общих тенденций формирования химического состава хвои сосны и ели различными исследователями (Крамер, Козловский, 1963; Лархер, 1978; Лир и др., 1974; Карпачевский, 1981) отмечены различия в концентрациях элементов питания, которые по мнению этих авторов обусловлены различным поведением элементов питания, поглощенных растениями из почвы. Так называемые подвижные элементы проявляют высокую миграционную активность внутри растения (ретранслокация), перемещаясь, например, из старых ассимилирующих органов в молодые. Малоподвижные элементы, как правило, закрепляются в тканях. Хвоя сосны текущего года отличается более высокой концентрацией подвижных элементов азота, калия, фосфора и меди по сравнению с хвоей ели. В многолетней хвое эти различия усиливаются.

Причиной, объясняющей данные различия, может быть разное время функционирования хвои этих древесных пород. Количество возрастных классов хвои у сосны, как правило, не превышает восьми, у ели этот показатель достигает тринадцати - четырнадцати. Замечено что чем меньше число возрастных классов, тем выше концентрация мобильных элементов в хвое (Лир, Польстер, Фидлер 1974).

Таким образом, небольшое число возрастных классов хвои объясняет высокую концентрацию подвижных элементов в ассимилирующих органах (сосна), большое число возрастных классов - более равномерное их распределение между классами (ель). Этот механизм позволяет ели и сосне, характеризующихся разным временем функционирования хвои, регулировать уровень поглощения и аккумуляции подвижных элементов.

Ассимилирующие органы ели и сосны различаются и концентрацией малоподвижных элементов. Так, концентрация кальция и марганца в хвое ели первого года выше, а концентрации алюминия и железа ниже, чем в хвое сосны. Сходные тенденции наблюдаются и для многолетней хвои. Анализ материалов, характеризующих концентрации доступных для растений соединений элементов в почвах, показывает, что содержание подвижных соединений кальция, марганца, железа в органо-генных горизонтах почв еловых лесов достоверно выше, чем в сосновых, а подвижного алюминия - сопос-

тавимо (Лир, Польстер, Фидлер 1974). Сходные различия наблюдаются и в почвенных водах.. Однако при поглощении элементов из почвы большое значение имеют не только сами концентрации элементов в почвах и почвенных водах, но и соотношение между ними, особенно между элементами-антагонистами. Например, при высоких концентрациях алюминия и железа может ингибироваться поглощение кальция и марганца, соответственно. Соотношение Са: Al и Mn : Fe в почвенных водах из органогенных горизонтов почв еловых парцелл намного шире, чем сосновых. Поэтому, возможно, в хвое текущего года и в многолетней хвое сосны накапливается значительно больше алюминия и железа, чем в хвое ели (Крамер, Козловский 1963).

Литература

Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. - М., Лесная промышленность, 1981-с.76,77.

Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений. М., Гослесбумиздат, 1963, 628 с.

Лархер В. Экология растений. М., Мир, 1978, 384 с.

Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.И. Физиология древесных растений. М., Лесная промышленность, 1964, 192 с.

Никонов В.В., Сизов И.И. Об адаптационных способностях лиственницы (*Larix Mell*) на Кольском Севере - Ленинград. Изд-во «Наука», Ленинградское отделение. 1987.- с.96-105

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОД КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Овчинникова С. И., Широкая Т. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Abstract.

In the given work determined the contents of chemical components in water of different areas of Kola bay distinguished under hydrodynamical, physical and chemical characteristics. Besides on the basis of hydrochemical researches analyzed an ecological condition of some water objects of pool of Kola bay. The tests of water selected for hydrochemical researches, analyzed on the following parameters: active reaction of environment (pH), the dissolved oxygen, general rigidity, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, phosphates, silicon, sulfates, iron, copper, beryllium, lead, chromium, nickel.

The characteristic of an ecological condition of Kola bay in conditions of anthropogenous pollution is submitted on the basis of the carried out hydrochemical researches.

Введение.

Вовлечение Баренцева моря, представляющего собой важную часть арктической среды и один из наиболее продуктивных районов Мирового океана, в сферу хозяйственной деятельности человека, определило высокую интенсивность антропогенного воздействия на природную среду водоема (Жизнь и условия существования..., 1985). В первую очередь антропогенному влиянию подвержена южная прибрежная часть Баренцева моря и, особенно – заливы и губы, в пределах которых расположены города и поселки с развитой инфраструктурой, имеющие производственную и хозяйственную деятельность.

Кольский залив – самый крупный фиорд Кольского полуострова, является рыбохозяйственным водоемом высшей категории, сложным гидрохимическим объектом, барьерной геохимической зоной и на протяжении многих десятилетий отличается высоким уровнем антропогенных нагрузок (Экология..., 2001).

Кроме того, для прибрежных районов моря свойственна специфичность гидрохимического и гидрологического режимов, фаунистических комплексов, биопродукционных процессов и экосистемы в целом (Христофорова, 1989). Для Кольского залива, как экосистемы фьордового типа характерна нестабильность, обусловленная меньшей инерционностью системы, откликающейся на изменчивость любого масштаба режимобразующих факторов (Одум, 1975).

Существенное влияние на экологическое состояние экосистемы залива оказывают загрязняющие вещества, поступающие в него со стоками водных объектов бассейна Кольского залива.

Антропогенное загрязнение вод Кольского залива разносится приливно-отливными течениями и ответвлениями Гольфстрима по всей акватории Баренцева моря.

Основной целью работы явилась оценка гидрохимического состояния вод Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения.

Материалы и методы. Анализировали содержание химических ингредиентов в воде разных участков литорали Кольского залива, отличающихся по гидродинамическим, физико-химическим характеристикам и уровню антропогенного загрязнения: район Нового моста,

район пос. Абрам-мыс, район пос. Белокаменка. Ряд проб был отобран в районах морского вокзала (средняя часть южного колена), Апатит-терминала (Зеленый мыс), где расположена свалка кораблей и п. Сафоново – относительно чистой зоне.

Выбор точек основан на существующем градиенте разбавления загрязнения в направлении от кутовой к открытой части залива, исходя из мест расположения основных сбросов сточных вод и действия приливных течений.

В основу работы положены материалы, собранные в период с 2000 по 2008 гг.

Пробы воды, отобранные для гидрохимических исследований, анализировали на следующие показатели: активная реакция среды (рН), растворенный кислород, общая щелочность, общая жесткость, аммонийный азот, нитратный азот, нитритный азот, фосфаты, кремний, сульфаты, железо, медь, бериллий, свинец, хром, никель (Руководство..., 1993; Унифицированные..., 1978).

Определение химических ингредиентов в воде проводили с использованием спектрофотометра Portable Datalogging Spectrophotometer Hach DR/2010 (Финляндия) и реактивов фирмы Hach, фотоэлектроколориметра КФК-3. Анализы на тяжелые металлы проводили в отделе специализированного аналитического контроля ФГУ МурТФГИ (Федеративном Государственном учреждении Мурманского Территориального Фонда геологической информации) на атомно-адсорбционном спектрофотометре с коррекцией Зеемана «Квант Зееман АФА».

Выбор химических показателей определялся специфичностью загрязнения экосистемы Кольского залива с учетом состава поступающих сточных вод животноводческих и рыбоперерабатывающих предприятий, а также бытовых сточных вод города Мурманска и Колы.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам проведенных исследований временное распределение гидрохимических показателей в Кольском заливе, как и для открытых районов моря, носит выраженный сезонный характер, связанный с продукционно-деструкционными процессами, согласуясь с динамикой фитопланктона.

На пространственно-временное распределение гидрохимических характеристик в заливе определяющее влияние оказывают гидродинамические, гидрологические факторы и протекающие в заливе биохимические процессы, а также речной сток.

В наибольшей степени речной сток в залив оказывает влияние на кутовую наиболее мелководную часть залива – район нового моста, куда впадают две крупные реки – Тулома и Кола, сказываясь на распределении величин гидрохимических параметров, определяя их низкую сезонную изменчивость. В данном районе не наблюдали уменьшения концентрации биогенных веществ в весенне-летний период, что можно объяснить компенсацией их потребления в процессе фотосинтеза увеличением поступления с речным стоком, сточными водами, что в свою очередь может свидетельствовать об угнетенном состоянии сообщества макрофитов в районе нового моста.

Наибольшей сезонной изменчивостью химических показателей характеризуется вода бухты Белокаменки, что объясняется большим разнообразием видового состава фитоценозов, наибольшей биомассой и активностью фитопланктона в данном районе по сравнению с районами Абрам-мыса и нового моста, а также меньшим влиянием речного стока, постоянным водообменом с открытой частью Баренцева моря благодаря приливным течениям.

Согласно проведенным исследованиям, величина водородного показателя, концентрация кислорода, величина общей щелочности, а также в отношении биогенных элементов - содержание фосфатов, кремния, нитратного и нитритного азота в воде всех исследованных районов Кольского залива соответствовали существующим нормативным требованиям (Перечень ПДК..., 1998). Однако наибольшее ее низкие абсолютные величины данных показате-

лей в течение всего периода исследования, отмечены для районов морвокзала и Нового моста.

Превышение предельно допустимых концентраций было отмечено по аммонийному азоту для районов морвокзала и Нового моста. Данный факт может свидетельствовать о загрязнении белковыми органическими соединениями, поступающими с неочищенными промышленными и хозяйственными стоками, их последующим разложением аммонификаторами.

Согласно проведенным исследованиям содержание железа в водах Кольского залива характеризуется превышением общепринятых рыбохозяйственных ПДК по данному показателю, за исключением районов Белокаменки и Сафоново, где оно приближалось к уровню ПДК.

Максимальное содержание железа, превышающее ПДК в 20 раз, отмечено для района Апатит-терминал, где расположена свалка кораблей.

Пространственное распределение гидрохимических показателей по акватории залива, согласно полученным данным, характеризуется увеличением их концентрации от его открытой части к кутовой: Сафоново, Белокаменка, Абрам-мыс, морвокзал, Новый мост.

Об антропогенном влиянии на экосистему Кольского залива свидетельствуют величины изменчивости гидрохимических показателей, содержания основных биогенных элементов, по сравнению с фоновыми значениями и общепринятыми рыбохозяйственными ПДК. Наиболее загрязненными по совокупности гидрохимических показателей среди исследованных районов являются район морвокзала, район нового моста и район Абрам-мыса, относящиеся к южному колену залива. Сезонный характер и количественное распределение химических показателей наиболее сходны в воде районов Абрам-мыса, Нового моста и морвокзала.

Повышенное содержание биогенных веществ в воде районов Абрам-мыса, нового моста и морвокзала по сравнению с бухтой Белокаменкой, объясняется загрязнением данных районов органическими веществами, поступающими со сточными водами.

Поэтому, в первую очередь, качество воды в Кольском заливе определяется интенсивностью поступления загрязняющих веществ в экосистему залива. В этом плане особую роль играет и пресный сток.

Загрязняющие вещества со стоками водных объектов бассейна поступают в Кольский залив Баренцева моря, оказывая существенное влияние на его экологическое состояние.

Известно, что геохимический барьер река-море является своеобразным биофильтром, задерживающим биогенные вещества. Способность системы к самоочищению зависит от уровня загрязнения морской среды. С увеличением уровней антропогенного загрязнения способность к биотическому самоочищению вод снижается, достигая предельного уровня.

Так, степень загрязнения южного колена залива и содержание химических ингредиентов в воде среднего колена, в первую очередь фосфатов, нитритов, аммонийного азота и железа по сравнению с фоновыми величинами свидетельствует о существующей нагрузке на данный механизм самоочищения, которой может нарушиться при сохраняющихся объемах сбрасываемых в залив неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Литература

Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря / АН СССР, Кол. фил. им. С. М. Кирова, Мурман. мор. биол. ин-т ; гл. ред. Г. Г. Матишов. - Апатиты : КФЦ РАН СССР, 1985. – 218 с.

Одум, Ю. Экология. В 2 т. Т. 2. / Ю. Одум. - М. : Мир, 1986. – 376 с.

Кольский залив. Океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. – 265 с.

Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – 1998.

Руководство по химическому анализу морских вод. - Л. : Гидрометеиздат, 1993. – 263 с.

Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 году: Доклад комитета природных ресурсов по Мурманской области. – Мурманск, 2001.

Унифицированные методы анализа вод СССР. – Вып. I. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 145 с.

Христофорова Н.К. Биоиндикация и биомониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. Л.: Наука. 1989. 192 с.

Экология промысловых видов рыб Баренцева моря. Отв. редактор акад. РАН Г.Г. Матишов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2001. – 461 с.

ИСТОРИЯ И ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ

Шкуратов П.П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Исторически, промышленная эксплуатация антарктического криля была начата российскими рыбаками научно-поискового рейса РТ “Муксун”, в 1961. В этом рейсе были выловлены три первые тонны криля и собраны данные для поиска и облова скоплений, разработки орудий лова и приготовления продукции из криля.

В дальнейшем в 60-70 гг. исследовательскими промысловыми судами было подтверждено существование стабильных скоплений криля, определены примерные места их образования. Была доказана принципиальная возможность добычи криля и намечены в общих чертах пути создания специальных орудий лова. До распада СССР на долю советских судов приходилась основная часть вылова криля. После распада Союза Россия прекратила промысел и только в 2008 году вышло в промысловый рейс первое за долгие годы судно «Максим Старостин» Мурманского тралового флота. Вылов производился у берегов Южно-Оркнейских островов, с целью производства крилевой муки на фабриках судна. Полученный продукт транспортировался в Голландию.

Основные моменты, препятствующие существенному увеличению вылова таковы: технологические проблемы; проблемы, связанные с удаленностью района от возможных основных рынков сбыта продукции и баз (портов) снабжения, в первую очередь топливом; международно-правовые проблемы и проблемы экологии.

Для решения этих проблем необходимо создать как достаточно дешевые методы избавления от панциря, так и улучшать вкусовые качества пищевой продукции и качество муки. Возможны два пути решения технологических проблем такого типа - создание дорогой продукции высокого качества и создание дешевой массовой пищевой продукции среднего качества. Учитывая потребности и возможности огромного количества населения в наиболее близко расположенных странах Азии, Африки и Латинской Америки, наиболее приемлем второй путь с одновременным производством дорогостоящей медицинской, фармацевтической и другой подобной продукции.

Образование свободных экономических зон в ряде портов, наиболее близко расположенных к районам промысла криля, где можно проводить все работы, связанные с бункеровкой, снабжением и ремонтом судов позволило бы решить вторую проблему. В настоящее время наиболее приемлемые порты бункеровки и снабжения – Монтевидео (2008-2009 годах российское судно «Максим Старостин» стояло именно в этом порту) и Кейптаун.

В настоящее время благодаря работе российских ученых позиции России стали достаточно сильны.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ СИСТЕМА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Шкуратова Е.Б. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО МГТУ, кафедра биохимии, МГТУ)

Протеолитические ферменты играют важную роль при адаптации клеточного метаболизма к изменяющимся условиям внешней среды и в осуществлении защитных функций организма. Система внутриклеточного протеолиза принимает активное участие в ответе на изменения внутренних и внешних факторов.

Ферментативная система морских беспозвоночных, обеспечивающая протеолиз, напоминает таковую высших позвоночных животных, но вместе с тем имеет ряд особенностей. Говоря о пищеварительных ферментах беспозвоночных, следует учитывать особенности их пищеварительной системы, отличающейся по ряду позиций от пищеварительной системы позвоночных. Так для морских беспозвоночных характерно отсутствие настоящего желудка с кислой реакцией; наличие слабо дифференцированного кишечника и такого образования как гепатопанкреас (характерен для моллюсков и ракообразных), совмещающего в себе функции печени и панкреатической железы.

Ранее было установлено, что среди ферментов, составляющих комплексный протеолитический препарат из гепатопанкреаса краба преобладают сериновые протеиназы, однако в гепатопанкреасе обнаружена и катепсиновая активность.

Пепсины у беспозвоночных не обнаружены и к настоящему времени считается, что их роль в процессе пищеварения у беспозвоночных играют катепсины. Это предположение подтверждает и тот факт, что катепсины, наряду с трипсинами, участвуют в пищеварении у безжелудочных рыб.

Катепсины D рыб и морских беспозвоночных показывают высокую активность по отношению к гемоглобину; промежуточную - к γ -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.

Для всех морских беспозвоночных рН пищеварительного тракта (включая примитивный желудок) составляет 6,0-8,0. Слабощелочной гидролиз белка и механическая обработка пищи происходят преимущественно в пищеварительных полостях беспозвоночных, а кислотный гидролиз связан с лизосомальными структурами клеток эпителия пищеварительного тракта и лизосомами блуждающих амебоцитов. В нейтральной среде кислые протеиназы не проявляют активности и могут денатурироваться.

Как известно, при повышении температуры скорость гидролиза (как и любой химической реакции) возрастает, но за счет тепловой денатурации молекулы фермента происходит падение активности последнего, что приводит к снижению скорости процесса. Процесс денатурации становится преобладающим обычно при температурах выше 50 °С.

Оптимум протеиназ, характерный для теплокровных позвоночных составляет 55-60 °С, а температурный оптимум активности ферментов обитателей холодных морей считается значительно ниже указанного диапазона.

Исследования температурных характеристик и термостабильности катепсинов D, полученных из различных источников, весьма противоречивы. Возможно, данный факт отражает видовые различия катепсина D, но не исключено, что это является результатом различных экс-

периментальных подходов. Так, катепсин D из мантии тихоокеанского кальмара проявляет максимальную активность при температуре 35 °С, а высокоочищенные катепсины D из мантии мидии и мышц кефали - при 60 °С. Ферменты в отсутствии субстрата быстро инактивируются при температуре 50-60 °С. Значительная термостабильность фермента достигается при добавлении субстрата. При изучении влияния рН инкубационной среды при одинаковых условиях экспозиции на активность катепсина D из пищеварительной железы кальмара было обнаружено, что при рН 3,0 фермент проявляет максимальную активность при 51 °С, а при рН 4,0 – при 55 °С. Следовательно, термостабильность катепсина D возрастает при повышении рН среды. Влияние времени инкубации на активность кислой протеиназы из антарктического криля изучали Оснес и Мохр. При уменьшении времени инкубации с 60 до 30 минут этот фермент проявлял максимальную активность при различной температуре.

При изучении свойств трипсина камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, было обнаружено, что данный фермент гидролизует BARNА (Bz-Arg-pNA) в 19 раз эффективнее, чем трипсин быка. Подобными свойствами обладают психрофильные трипсины рыб, что открывает новые возможности использования ферментных препаратов из пищеварительных органов беспозвоночных.

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ВОД ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ (ОБЗОР)

Дубогрызова А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимия)

Концепция использования биомаркеров в качестве индикаторов и предиктов токсического действия тяжелых металлов на водные организмы занимает центральное место при оценке экологических последствий антропогенного загрязнения водных экосистем. Она необходима при выборе из множества откликов гидробионтов наиболее информативных и пригодных для целей биологического мониторинга (Христофорова Н.К., 1989).

Оценка отклика биомаркеров на действие токсиканта позволяет пользоваться информацией, которая в принципе не может быть получена лишь при анализе уровня загрязняющего вещества в среде или в организме. Реакции биомаркеров служат доказательством того, что гидробионты подвержены влиянию токсиканта на уровне, который превышает способность организма к детоксикации и который индуцирует повреждение клеточных мишеней (Проанализировать..., 2000). Результаты ответных реакций биомаркеров являются важным аргументом при установлении связи между действием токсиканта и экологическими эффектами на уровне популяции или сообщества.

Биомаркеры дают информацию о действии как любого загрязнителя, так и токсического метаболита, образующегося в результате его трансформации в природной среде. Прямые и не прямые взаимодействия токсикантов в среде и организме, их синергетическое или антагонистическое действие интегрируются в ответных реакциях биомаркеров. Биомаркеры, таким образом, отражают кумулятивный эффект загрязняющих веществ, вследствие чего их использование особенно перспективно при исследовании прибрежных морских экосистем, которые подвержены антропогенному прессу. При этом особо опасными оказываются загрязнения тяжелыми металлами - поллютантами со множественными путями их поступления в гидросферу. Опасность связана с тем, что, циркулируя длительное время, они в итоге аккумулируются в гидробионтах преимущественно в начальных звеньях трофических цепей (Проанализировать..., 2001).

Ответные реакции гребешков, мидий и морских ежей на действие антропогенных факторов оказываются достаточно быстрыми, вследствие чего структурные характеристики гидробионтов могут служить репрезентативными показателями состояния водных экосистем. На этом основано использование многих параметров состояния гидробионтов для целей биологического мониторинга. Способность аккумулировать тяжелые металлы из водной среды в концентрациях, существенно превышающих их уровень в воде, позволяет использовать данные организмы в качестве мониторов при количественной оценке загрязнения водных экосистем опасными токсикантами. Вместе с тем гребешки, мидии и морские ежи служат индикаторами для качественной характеристики экосистемы: наличие или отсутствие некоторых из них свидетельствует об уровне сапробности и токсичности водоема. Эти гидробионты могут служить биологическими маркерами долговременных токсичных эффектов и их регистрируемые отклики позволяют активно вмешиваться в ситуации до наступления необратимых процессов в водных экосистемах.

В последнее время предпринимаются попытки усовершенствовать методы изучения гидробионтов как биомаркеров загрязнения водных экосистем в плане их унификации (Немировская И.А., 2000, Патин С.А., 1997, Христофорова Н.К., 1989). Биологическая значимость таких исследований несомненна.

Литература:

Немировская И.А. Углеводороды в океане // Автореф. Дисс. на соискание уч. степени док. геолого-минер, наук. М. 2000.

Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: Изд. ВНИРО. 1997. 349 с.

Проанализировать современное эколого-токсикологическое состояние морских акваторий в районах, намечаемых к разработке углеводородного сырья (фоновое состояние) // Отчет о НИР по договору с ВНИРО. 2000. № 65. 40 с.

Проанализировать современное эколого-токсикологическое состояние Белого моря // Отчет о НИР по договору с ВНИРО. 2001. № 33. 45 с.

Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. Л.: Наука. 1989. 192 с.

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБТОНТОВ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «ПУНКТИРНОГО» ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ И ВЯЛЕНИЯ РЫБЫ

Глазунов Ю. Т. 1, Ершов А. М.1, Ершов М. А.1, Похольченко В. А.2, Селяков И. Ю.3, (г. Мурманск, МГТУ, 1кафедра технологии пищевых производств, 2кафедра технологического и холодильного оборудования, 3кафедра автоматике и вычислительной техники)

Abstract. Created the theory of "dotted" dehydration of fish in cold-smoked with the nonlinear material properties. This technology has the intermittent nature of the implementation associated with the occurrence of a sequence of cycles consisting of drying, and the relaxation of the material. Application of new technology reduces the cost of electricity for production of dried and smoked products by 8-12% compared to conventional technology.

1. Физические предпосылки создания технологии «пунктирного» обезвоживания рыбы

Рыба при холодной сушке теряет влагу на протяжении всего процесса. Причем интенсивность потерь влаги изменяется с течением времени. Количество удаляемой влаги зависит от механизма переноса влаги и тепла внутри влажного материала и массо- и теплообмена поверхности тела с окружающей средой. Задача настоящей работы состоит в разработке предпосылок для создания технологии, позволяющей интенсифицировать процесс обезвоживания в период падающей скорости сушки.

Будучи коллоидным и деформируемым капиллярно-пористым материалом, тело рыбы освобождается от влаги согласно законам капиллярно-пористых сред. Это означает, что вначале с постоянной и наиболее высокой скоростью продукт покидает влага макро- и мезокапилляров, расположенных в приповерхностной области рыбы. В результате этого вблизи поверхности появляется зона толщиной δ , свободная от подавляющей массы влаги, а следовательно, имеющая низкие диффузионные свойства. Кроме того, деформация твёрдого скелета вещества «схлопывает» макро- и мезокапилляры или превращает их в микрокапилляры, что значительно затрудняет дальнейший влагопернос и препятствует удалению оставшейся внутри материала влаги.

2. Сущность пунктирного обезвоживания

Идея практической реализации такого способа обезвоживания состоит в следующем.

Традиционная технология копчения рыбы предполагает одноразовую для всего обезвоживания «установку» условий на поверхности рыбы в форме

$$g_{\text{н}} = g_k \quad (1)$$

Это означает непрерывное обезвоживание материала в границах изменения влагосодержания от начальной величины g_0 до конечного значения g_k (рис. 1). При этом весь процесс обезвоживания естественным образом распадается на две последовательно протекающие стадии: стадию нестационарного массопереноса и стадию квазистационарного переноса. Нестационарная стадия начинается немедленно после «включения» граничного условия (1) и длится

до момента τ' достижения обезвоженной зоной передней плоскости продукта. Приповерхностная зона со слабыми проводящими свойствами и всеми негативными последствиями для внутреннего движения влаги формируется именно в этой фазе переноса. На рис. 1 кривая 1 относится к нестационарной фазе переноса, а кривая 2 отвечает моменту её завершения и переходу к фазе квазистационарной.

Фаза квазистационарного переноса начинается от момента τ' и характеризуется тем, что обезвоживание затрагивает всю толщину материала. В результате этого начинается уменьшение влагосодержания в центре симметрии продукта (в плоскости $x = 0$). Влагоперенос в этой фазе осложняется с одной стороны длиной пути, покидающих материал частичек влаги, с другой – наличием обезвоженной приповерхностной зоны со слабыми проводящими свойствами.

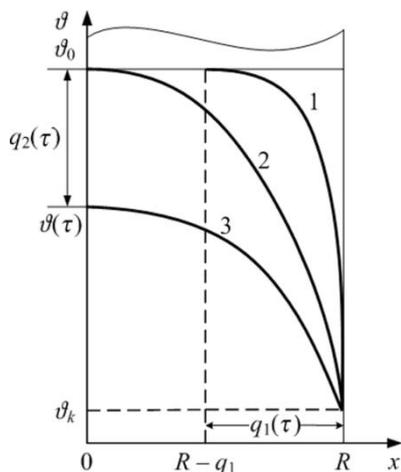


Рис.1. Кривые, характеризующие распределение влагосодержания материала

в нестационарной (1) и квазистационарной (2) фазе переноса: $q_1(\tau)$ – толщина возмущенной зоны; $q_2(\tau)$ – глубина изменения положения максимума кривой влагосодержания в ходе развития квазистационарного процесса. Кривая 3 показывает распределение влагосодержания в момент перехода от нестационарной к квазистационарной фазе переноса

Кривая 3 на рис. 1 показывает распределение влагосодержания в некоторый момент времени, относящийся к фазе квазистационарного переноса. Величина занимает здесь некоторое среднее положение между значениями \mathcal{G}_0 и \mathcal{G}_k , опускаясь со временем всё ниже. В результате этого кривая влагосодержания постепенно превращается в прямую, параллельную оси Ox , показанную на рис. 1 пунктиром. Мы будем считать квазистационарную фазу завершённой в момент τ'' , когда текущее и конечное влагосодержание в плоскости симметрии материала совпадут между собой, т.е. когда $\mathcal{G}(0, \tau'') = \mathcal{G}_k$.

Предлагаемый способ обезвоживания состоит в многократном повторении на промежутке $0 \leq \tau \leq \tau''$ процессов сушки и релаксации материала. Для этого промежуток влагосодержания $[\mathcal{G}_0, \mathcal{G}_k]$ разбивается на n частей. На каждом элементарном отрезке переноса $\Delta \mathcal{G}_i = \mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i-1}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) происходит обезвоживание и собственная релаксация материала. Для этого влагосодержание на поверхности рыбы опускается от значения $\Delta \mathcal{G}_{pi-1}$ до значения $\Delta \mathcal{G}_{pi}$ и поддерживается на этой высоте в течение всей нестационарной и квазистационарной фазы отрезка $\Delta \mathcal{G}_i$. С одной стороны это значительно сокращает время существования квазистационарной фазы, с другой – и это самое главное – ведёт к релаксации δ -зоны за счёт

проникновения в неё внутренней влаги продукта. Появление влаги внутри δ -зоны расклеивает и расширяет капилляры, превращая их снова в макро- и мезакапилляры. На следующем отрезке $\Delta \mathcal{G}_{i+1}$ изменения влагосодержания продукт вновь входит в процесс обезвоживания с высокими проводящими свойствами по всему своему объему.

3. Экспериментальные результаты «пунктирного» обезвоживания

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. На рис. 2 представлены кривые кинетики обезвоживания путассу с применением «пунктирного» обезвоживания и при непрерывном процессе. На рис. 3 изображены кривые распределения влаги по толщине путассу с применением «пунктирного» обезвоживания (заключительная фаза перераспределения влаги, $\tau = 44,5$ часа) и для непрерывного обезвоживания ($\tau = 44,5$ часа). Легко заметить хорошее совпадение результатов обезвоживания продукта при использовании старой и новой технологии. Объекты сушки имели максимально приближенные размерно-массовые характеристики и находились в равных условиях обезвоживания. Образцы с применением «пунктирного» и непрерывного обезвоживания высушивались с одинаковой скоростью. Однако суммарное время релаксации составило 5,5 часов, то есть при пунктирном обезвоживании наблюдается экономия электроэнергии при одинаковых конечных результатах.

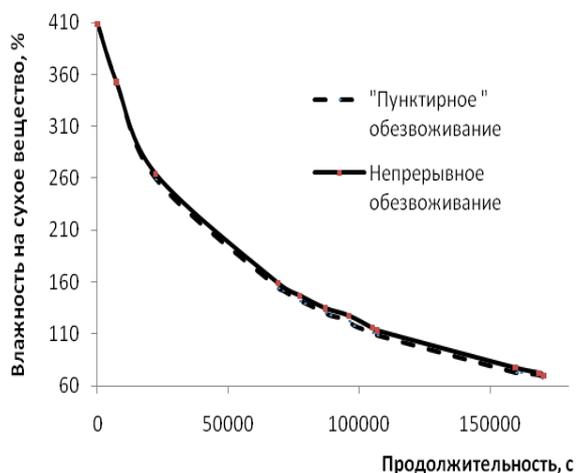


Рис. 2. Кривые кинетики обезвоживания путассу с применением «пунктирного» и непрерывного обезвоживания.

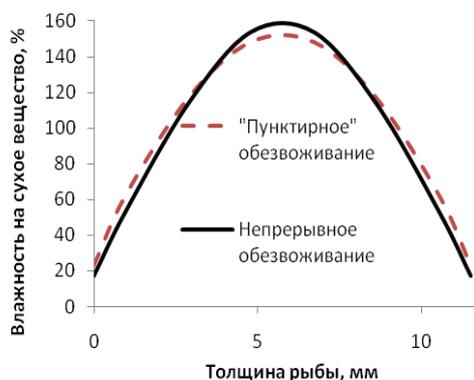


Рис. 3. Кривые распределения влаги по толщине путассу с применением «пунктирного» и непрерывного обезвоживания по прошествии 44,5 часов

Экономия появляется за счёт использования этапов прерывания процесса, в течение которых происходит релаксация продукта. Контрольный анализ конечной влаги в высушенных об-

разцах показал, что при «пунктирном» обезвоживании содержание влаги на сухую массу составило 38,5 %, а при непрерывном обезвоживании – 39,5 %. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что применение «пунктирного» обезвоживания может стать основой при разработке новых энергоэффективных режимов.

4. Заключение.

Разрабатываемая технология выпуска вяленой и копченой продукции направлена на повышение энергетической эффективности производства. Эксперименты показывают, что затраты электрической энергии при производстве данных видов продукции снижаются на 8 – 12 % по сравнению с традиционной технологией. Экономический эффект достигается внесением в традиционную технологию обезвоживания специальных комбинированных режимов сушки и релаксации. Применение данных режимов позволяет модифицировать процесс за счёт рационального использования диффузионных свойств обрабатываемого сырья.

Разрабатываемая технология не требует существенных технических изменений в традиционном технологическом процессе. Поэтому представляется возможным её внедрение на предприятиях рыбоперерабатывающей отрасли, специализирующихся на выпуске вяленой и копченой продукции.

Литература

Глазунов Ю.Т., Ершов А.М., Ершов М.А. Моделирование процессов пищевых производств. *Москва: Колос* 2008. 360 с.

Głazunow Jurij, Erszow Aleksandr. Modelowanie procesu wędzenia ryb na zimno. *Acta Elbingensia*. Tom IX. Nauki ekonomiczne (nr 2): *Elbląska Uczelnia Humanistyczno - Ekonomiczna*. *Elbląg*, 2010. 41 – 76 s.

Glazunov Y.T., Yershov A.M., Ershov M.A. Modeling of processes of food production. *Moscow: Kolos*, 360 pp., 2008.

Yuri Glazunov, Aleksandr Erszow. Modelling of cold-smoked fish. *Acta Elbingensia*. Volume IX. *Economic Science (No. 2): College of Humanities Elblaska - Economics*. *Elbląg*, pp. 41 - 76. 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОЁМКОСТИ МОЛОКА В УСЛОВИЯХ КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР

Голубева О. А., Бoryгина Л. М. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологического и холодильного оборудования)

The science article performs main principles and methodic of milk heat measure in critical temperature conditions. There are search results and resumes.

Milk heat volume dependente from the fat rate and temperature from 25 to 125⁰C represents ot the call surface.

Молочные консервы являются хорошими заменителями свежего молока не только для взрослых, но и для детей. При изготовлении молочных консервов используется 100% сухих веществ молока, тогда как при переработке молока на масло — лишь 30% (молочный жир), а при переработке на сыр — 50% (жир, белок). В молочных консервах содержатся все те вещества, которые имеются в свежем исходном молоке.

На предприятиях по переработке молока применяются три основных способа консервирования молока: сгущение с добавлением сахара (сгущенное молоко с сахаром), сгущение, а затем стерилизация (сгущенное стерилизованное молоко) и высушивание (сухое молоко).

В молочных консервах в процессе производства сохраняются витамины, а потери аскорбиновой кислоты не превышают от 10 до 20 %. Различные виды сгущенного молока могут быть использованы в питании здоровых и больных в натуральном виде и для приготовления разнообразных блюд как заменители молока.

В качестве объекта исследования выбрано молоко цельное жирностью 1,5 %; 2,5 %; 3,2 %; 4 %, как наиболее применяемое в пищевой промышленности для производства молочных консервов.

Теплофизические характеристики пищевых продуктов являются одними из самых важных для изучения процесса переработки пищевого сырья. Важнейшими характеристиками можно считать массовую теплоёмкость и теплопроводность молока.

Для получения достоверных значений эффективных и истинных тепло-физических характеристик (ТФХ) пищевых продуктов нет смысла добиваться слишком большой точности в опытах, проводя их ограниченное количество, так как ТФХ одного и того же продукта из-за различия физико-механических, физико-химических и химических показателей, а так же различной структуры ткани могут заметно отличаться. Кроме того, на разницу значения ТФХ продукта оказывает влияние различия в условиях выращивания, хранения, а так же сроки хранения. Можно получить более надёжные усреднённые значения ТФХ продукта, если обобщить данные достаточно большого числа опытов, проведя их с меньшей точностью.

Для определения теплоёмкости проведено 12 серий экспериментов, по 3 серии на молоко определённой жирности.

Для измерения истинной удельной массовой теплоёмкости применялся измеритель теплоёмкости ИТ-С- 400, диапазон измерений от «минус» 125⁰С до «плюс» 400⁰С. Допустимая погрешность установки $\pm 10\%$.

Определение теплоёмкости производилось методом динамического С-калориметра. Суть метода заключается в том, что латунная капсула с исследуемой жидкостью размещалась в ампуле измерительного блока и закрывалась крышкой. На нагреватель подавалось напря-

жение переменного тока 220 В и частотой 50 Гц. Ядро измерительной ячейки плавно разогревалось до верхней, предельной для каждого образца температуры. Во время разогрева с помощью нагревателя, расположенного в охранном колпаке, поддерживались адиабатические условия (нулевая разность температур) между ампулой и охранным колпаком. Для регулирования работы нагревателя для измерения температуры использовались термодпары.

Блок питания и регулирования обеспечивает нагрев ядра измерительной ячейки с заданной скоростью ($\sim 0,1$ К/с) и автоматическое регулирование температуры в охранным колпаке. Скорость разогрева определяется величиной начального напряжения на нагревателе и скоростью изменения этого напряжения. Обе эти величины строго фиксированы.

При проведении экспериментов в процессе непрерывного разогрева капсулы с исследуемой жидкостью на различных уровнях температуры в диапазоне от 25 до 125⁰ С с шагом 25⁰ С с помощью микровольтнаноамперметра Ф-136 и секундомера с ценой деления 0,2 с измерялось временное запаздывание температуры ампулы по отношению к температуре основания.

Для обработки результатов проводились дополнительные эксперименты по градуировке измерителя.

Градуировка измерителя заключается в экспериментальном определении тепловой проводимости тепломера (K_T , Вт/К). Для этого были проведены по три серии экспериментов с капсулой, в которой расположен эталонный медный образец, и с пустой капсулой.

Тепловая проводимость тепломера определяется по формуле

$$K_T = C_{\text{обр.м}} / (\tau_{T \text{обр м}} - \tau_T^0), \quad (1)$$

где $C_{\text{обр.м}}$ – полная теплоёмкость эталонного медного образца, Дж/К;

$\tau_{T \text{обр м}}$, τ_T^0 – среднее время запаздывания на тепломере в экспериментах с медным образцом и пустой капсулой, соответственно, с.

Среднее время запаздывания определялось как среднее арифметическое из трёх экспериментов. Масса эталонного медного образца составила 9,53 г.

С учётом результатов градуировки измерителя проведена обработка экспериментальных данных по формуле

$$C = (K_T / m) / (\tau_T - \tau_T^0), \quad (2)$$

где C – истинная удельная теплоёмкость исследуемой жидкости, Дж/(кг·К);

τ_T , τ_T^0 – время запаздывания на тепломере в экспериментах с исследуемой жидкостью и пустой капсулой, соответственно, с.

Масса исследуемой жидкости в капсуле составляла 1 г.

Полученные результаты нагляднее всего представить в графической форме.

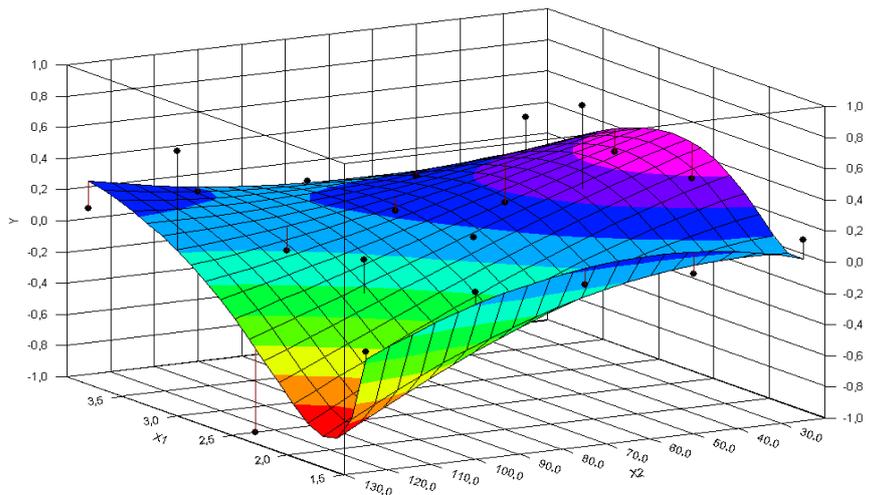


Рисунок 1 – Поверхность отклика для теплоёмкости молока различной жирности в диапазоне температур от 25 до 125 °С.

Результаты обработаны при помощи программы DataFit 8.1.

Анализируя данную поверхность отклика можно сделать вывод о том, что поверхность имеет минимум и максимум, вызванные различными типами погрешностей.

С увеличением температуры прослеживается сначала уменьшение теплоёмкости, а затем некоторое её увеличение; причём с увеличением жирности молока интервал падения теплоёмкости сокращается, а интервал повышения – увеличивается.

Литература:

Гинзбург А.С, Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.

Комаров Г.А., Голубева О.А. Лабораторный практикум по тепло- и хладотехнике.- Мурманск: МГТУ, 2001.

Комаров Г.А. Теплотехника. Раздел 1. Техническая термодинамика.-Мурманск: МГАРФ, 1994.

Комаров Г.А. Теплотехника. Раздел 2. Основы теплообмена.- Мурманск: МГАРФ,1995.

Теплоэнергетика и теплотехника: В 4 кн. Кн.2.Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник А.А.Александров и др./ Под ред. А.В.Клименко, В.М.Зорина.- М. : Изд-во МЭИ, 2001.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ ЭНЕРГОАУДИТЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ

Власов А. Б., Шокина Ю. В., Аллояров К. Б., Костюк Р. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, кафедра электрооборудования судов)

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 в технологии охлажденной рыбы.

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 in fish cold storage technology.

1 Введение

В 2011 году в МГТУ на кафедрах электрооборудования судов и технологий пищевых производств был разработан метод количественной термографии. Разработанный метод позволяет получать объективные данные о величине тепловых потоков, исходящих от поверхности нагретого технологического оборудования в процессе его эксплуатации. Преимуществами разработанного метода являются: высокая точность, возможность выявления скрытых дефектов, дистанционность, оперативность, универсальность и т.д. Применение метода количественной термографии позволяет обосновать, исследовать и разработать средства и методы повышения надежности, экономичности, эффективности работы любого теплового оборудования.

2 Суть метода количественной термографии и метода электротепловой аналогии

Метод количественной термографии основан на измерении температурного поля при помощи тепловизионного оборудования. Обработка данных измерения температурного поля позволяет оценить не только распределение температур на изучаемой поверхности, визуализировать их и представить в удобной для анализа форме, но и получить конкретные значения плотности теплового потока в любой точке или области исследуемой поверхности.

Полученные при помощи тепловизионного оборудования данные обрабатываются с учетом всех особенностей проведенного исследования с использованием специального программного обеспечения.

Данные дистанционной диагностики температурного поля образуют таблицу значений температур в каждой измеренной точке исследованной области. Теоретический расчет плотности тепловых потоков производят с помощью специальной программы, применяемой при обработке данных тепловизионных испытаний, которая учитывает все параметры исследуемой поверхности. После расчета всех значений плотности теплового потока таблица значений температур преобразуется в таблицу значений плотности тепловых потоков, в которой содержатся значения для всех экспериментальных точек.

Далее находят значения плотности теплового потока для ряда, столбца, всей поверхности, любой геометрической области как среднее арифметическое всех попадающих в заданную область значений плотности теплового потока. Для расчета значения величины теплового потока, исходящего от определенной поверхности, среднюю плотность теплового умножают на площадь данной поверхности.

Метод электротепловой аналогии позволяет исследовать тепловые явления изучением аналогичных электрических явлений. Сходство аналогичных явлений состоит в одинаковом характере протекания всех физических процессов и в описании этих явлений формально одинаковыми дифференциальными уравнениями и условиями однозначности. Однако физическое содержание и размерность входящих в них величин различны. Таким образом, электротепловая аналогия позволяет свести расчет тепловых систем к расчету электрических схем, для чего тепловые величины заменяются их электрическими аналогами. После чего рассчитывается электрическая схема и находится искомая тепловая величина. Современные программные средства позволяют моделировать и рассчитывать электрические схемы любой сложности. Таким образом, метод электротепловой аналогии позволяет моделировать и рассчитывать сложные теплофизические системы.

3 Применение метода количественной термографии в технологии охлажденной рыбы

Универсальность метода количественной термографии позволяет рассматривать возможность его применения не только при энергоаудите теплового оборудования. В данной статье рассматривается возможность использования метода при совершенствовании технологии транспортирования и хранения охлажденной рыбы.

В технологии охлажденной рыбы продукция упаковывается, как в потребительскую полимерную, так и транспортную картонную тару. При холодильном хранении и транспортировке в замкнутом холодильном контуре происходит теплоотдача от поверхности тары в окружающее пространство холодильной камеры. Принято считать, что точка с наибольшей температурой в охлаждаемом блоке соответствуют геометрическому центру. Процесс охлаждения считается завершенным по достижении определенной температуры в геометрическом центре блока. Определение этой температуры весьма проблематично без нарушения целостности потребительской упаковки и транспортной тары, к тому же при высокой загруженности пространства холодильной камеры определение температурных параметров блока, находящегося под другими блоками, при использовании традиционных способов невозможно.

Было предложено использовать метод количественной термографии для оценки степени завершенности процесса охлаждения при холодильном хранении рыбы. Использование количественной термографии позволяет с высокой точностью оценить характер температурного поля на поверхности охлаждаемого блока и рассчитать величину теплового потока, исходящего от его поверхности. В то же самое время использование метода Электротепловой аналогии позволяет на основании полученных методом количественной термографии данных смоделировать в специальной программе электрическую цепь, для нахождения температуры в любой геометрической точке блока, в том числе и в геометрическом центре.

В качестве программного средства для построения электрической схемы, моделирующей сложную теплофизическую систему (блок охлажденной рыбы в потребительской пластиковой упаковке и транспортной картонной таре), использовали программу NI Multisim. Блок охлажденной рыбы условно разбивали на однородные по составу элементы определенных размеров, для которых рассчитывали термические сопротивления в трех плоскостях. Рассчи-

таные термические сопротивления соотносили по методу электротепловой аналогии с электрическими сопротивлениями модели. Для упрощения задачи вводили ряд допущений: охлаждаемая рыба однородна по своим свойствам и ее форма приближена к пластине; охлаждающая среда обладает постоянными теплофизическими характеристиками; коэффициент теплоотдачи от поверхности охлаждающего тела к среде постоянный; теплоемкость содержимого блока равна нулю.

После составления электрической схемы подбирали значение источника силы тока, который является аналогом теплового потока, направленного из центра блока к поверхности. Значение силы тока подбирали с учетом соответствия значений разности напряжений на краю электрической схемы значениям температуры на поверхности блока. Конечным результатом работы является электрическая схема, моделирующая реальную теплофизическую систему и позволяющая по температуре на поверхности блока рассчитывать температуру в точке блока с наиболее высокой температурой.

4 Заключение

В результате проведенных научных изысканий доказана теоретическая возможность применения метода количественной термографии в технологии охлажденной рыбы для дистанционной оценки тепловых потоков и расчета температурных параметров охлаждаемых блоков при энергоаудите.

Литература:

Власов, А.Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики. / А.Б. Власов. – Мурманск: МГТУ, 2005. – 266 с.

Власов, А.Б. Повышение достоверности технического диагностирования энергетического оборудования в системах энергообеспечения АПК методом тепловизионной диагностики: автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук / А.Б. Власов.- СПб: изд-во Аграрного ун-та, 2005.- 33с.

Исаченко, В.П. Теплопередача. / В.П. Исаченко.- Москва: Энергоиздат, 1981 г. - 415 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА

Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет», кафедра автоматики и вычислительной техники)

Abstract. The article describes aspects of increasing efficiency of apparatus for smoke liquid production. The schemes of small-sized smoke generator and absorber are being presented.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности установки для получения коптильного препарата, представлены схемы малогабаритных дымогенератора и абсорбера.

Одним из наиболее традиционных и востребованных в нашей стране способов обработки рыбной продукции является копчение, позволяющее получать деликатесную продукцию, пользующуюся неизменным спросом у населения.

Традиционное копчение (обработка продукта непосредственно древесным дымом) имеет ряд недостатков (возможность выделения в дыме и накопления в продукте вредных веществ, высокие потери коптильного дыма и пр.), которые могут быть устранены применением бездымных коптильных сред. В частности, широкое распространение получили жидкие коптильные среды на основе водных растворов дыма, как наиболее адекватных ему по составу, достаточно изученных и доступных, обладающих минимальной потенциальной токсичностью (гарантированное удаление смолистой фракции, содержащей канцерогенные ПАУ) [1].

Практически все существующие установки для получения коптильных препаратов основаны на конденсации или сорбции в воде дымовых газов, получаемых в результате пиролиза древесины (ВНИРО, Сквама-2 и др.).

К основным недостаткам традиционных установок для приготовления жидких коптильных препаратов можно отнести:

- 1) невысокую энергоэффективность и экологичность – существенные затраты на получение дымовоздушной смеси и сравнительно большие потери полезного дыма в окружающую среду;
- 2) большую продолжительность процесса приготовления коптильного препарата;
- 3) высокую сложность и трудоемкость контроля состава (определение компонентного состава коптильного препарата производится по стандартным методикам, требующим наличия специального оборудования и высокой квалификации обслуживающего персонала);
- 4) отсутствие автоматического управления процессом.

Наиболее важными элементами установок для приготовления жидких коптильных сред являются дымогенераторы, в которых происходит процесс термического разложения древесины при ограниченном доступе воздуха. Параметры дыма оказывают существенное влияние на качество итоговой продукции. Существуют различные конструкции дымогенераторов: от устаревших с газовым подогревом до современных с использованием СВЧ-нагрева и иных

технологий. В Мурманском государственном техническом университете было разработано устройство для получения коптильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения. Несмотря на объективные достоинства данного дымогенератора, выработка дыма с предсказуемыми и постоянными параметрами в нем существенно усложняется наличием градиента температуры по высоте кассеты с опилками, а также нестационарности и неравномерности степени увлажнения опилок в кассете [2,3]. Основной причиной данных особенностей является сравнительно большая толщина опилок в кассете.

Снижение толщины слоя опилок и обеспечение равномерности прогрева кассеты позволит устранить данные недостатки, однако это в свою очередь приведет к быстрому прогоранию опилок и, следовательно, к снижению производительности дымогенератора. Частая замена прогоревших опилок может привести к неуправляемым провалам плотности дымовоздушной смеси в момент смены кассеты [2]. Одним из решений данной проблемы является применение проходной смены опилок по принципу конвейера с использованием транспортеров, предложенная Пономаренко Д.А. в ходе его исследований, однако такая конструкция дымогенератора является дорогостоящей и сложной в реализации.

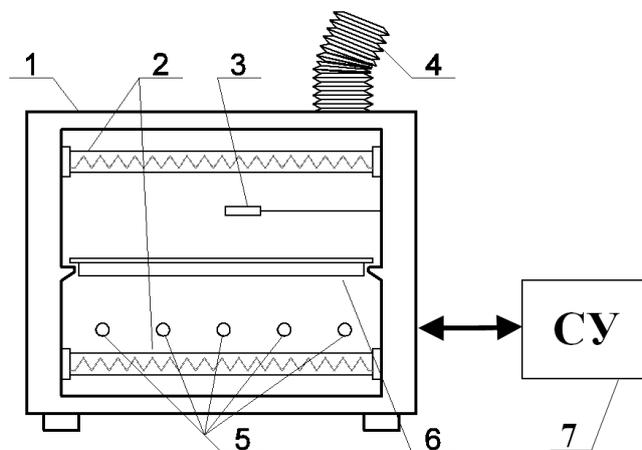
Проблема быстрого прогорания опилок и провалов плотности дымовоздушной смеси может быть решена реализацией циркуляции дыма по замкнутому циклу в абсорбере для получения коптильного препарата. Предлагаемый способ также отличается повышенной экологичностью и снижением затрат электроэнергии на процесс. Однако при таком варианте необходимо предусмотреть вариант контроля «качества» дыма (содержания необходимого количества коптильных компонентов), циркулирующего в установке.

Описанный способ реализуется в установке, разработанной Власовой А.Р. в рамках исследований, проводимых НИГ кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного университета.

Установка состоит из малогабаритных абсорбера и дымогенератора, оборудованных необходимыми датчиками и исполнительными механизмами, позволяющими не только обеспечить необходимый уровень автоматизации процесса приготовления коптильного препарата, но и проводить его исследование.

Дымогенератор С-1 представляет собой духовой шкаф, внутри которого расположены две группы нагревательных элементов (ТЭНов) сверху и снизу кассеты с опилками (рисунок 1). Данная реализация нагрева позволяет интенсифицировать процесс нагрева топлива, а также обеспечивает его большую равномерность.

Основные характеристики аппарата приведены в таблице 1.



1 – корпус дымогенератора; 2 – ТЭН; 3 – датчик температуры в дымогенераторе; 4 – дымовод; 5 – отверстия для подвода воздуха; 6 – кассета с опилками; 7 – система управления.

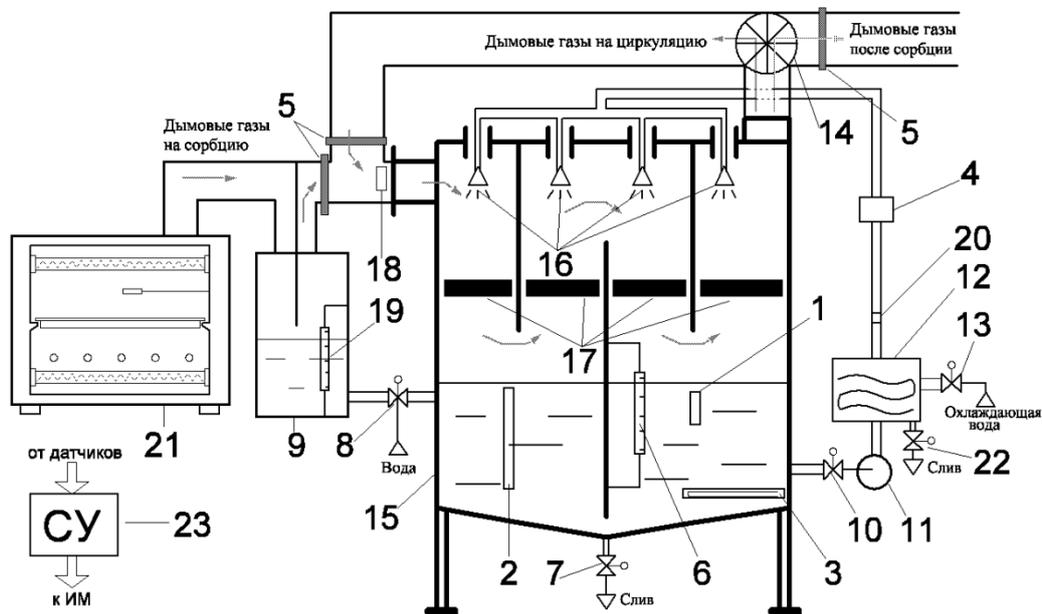
Рисунок 1 – Дымогенератор С-1

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

Базовая конструкция духового шкафа была доработана следующим образом: был реализован дымоотвод с помощью гофрированного алюминиевого вентиляционного канала, а также добавлены вентиляционные отверстия для подачи свежего воздуха в камеру. Также в конструкцию была добавлена малоинерционная термопара ДТПЛ014, измеряющая температуру внутри камеры дымогенератора.

Предлагаемая абсорбционная установка выполнена как малогабаритный аналог устройства для приготовления копильного препарата, разработанного сотрудниками Мурманского государственного технического университета [4]. Функциональная схема малогабаритного абсорбера представлена на рисунке 2.



1 – датчик температуры жидкости в абсорбере; 2 – датчик уровня жидкости в абсорбере; 3 – датчик «готовности»; 4 – расходомер; 5 – заслонки; 6 – индикатор уровня жидкости в абсорбере; 7 – клапан слива из абсорбера; 8 – клапан подачи воды во входной охладитель и абсорбер; 9 – входной охладитель; 10 – клапан отвода циркулирующей жидкости; 11 – насос; 12 – охладитель; 13 – клапан подачи воды в охладитель; 14 – вентилятор; 15 – абсорбер; 16 – форсунки; 17 – насадки с активной поверхностью; 18 – датчик температуры подаваемого дыма;

19 – индикатор уровня жидкости во входном охладителе; 20 – датчик температуры жидкости после охладителя; 21 – дымогенератор; 22 – клапан слива из охладителя; 23 – система управления.

Рисунок 2 – Функциональная схема малогабаритной установки для получения коптильного препарата

С целью увеличения коэффициента использования дымовых газов, в разрабатываемой установке реализован следующий подход. В дымогенераторе 21 создается порция дыма, которая через входной охладитель 9 поступает в абсорбер 15. Затем перекрываются заслонки на входе в абсорбер и на выходном дымоводе и открывается заслонка на циркуляционном дымоводе. С помощью вентилятора 14 осуществляется циркуляция поданного дыма через абсорбер по замкнутому циклу. При осаждении дымовых компонентов в воде, производится замена дыма. Для этого открывается заслонка на выходном дымоводе, дымовые газы выводятся из установки, заслонка закрывается, и производится подача новой порции дыма.

К особенностям данной установки помимо реализации циркуляции дымовых газов по замкнутому циклу, можно отнести способ определения момента подачи новой порции дыма и, соответственно, отведения отработанных газов. Для этого предлагается микроконтроллерное устройство контроля состава, разработанное НИГ кафедры АиВТ [5,6]. В основу работы прибора положен радиочастотный метод анализа состава. Согласно этому методу, на вход датчика подается набор тестовых сигналов, с выхода датчика снимается значение амплитуды выходного сигнала. По амплитудам входного и выходного сигналов строится амплитудно-частотная характеристика раствора. По данной характеристике рассчитывается модифицированный интегральный показатель J_{ω} , по изменению которого делается вывод об интенсивности насыщения жидкости коптильными препаратами: если изменения не происходят – необходимо подавать новую порцию дыма.

Разработанная установка позволит не только повысить энергоэффективность и экологичность процесса сорбции дымовых газов за счет реализации оптимального автоматического управления, но и упростит процесс контроля состава коптильных препаратов за счет использования дыма с контролируруемыми параметрами.

Литература

Курко В. И. Основы бездымного копчения / В. И. Курко. – М. : Лег.и пищ. пром-сть, 1984. – 228 с.

Пономаренко, Д.А. Исследование и автоматизация процесса получения дыма с использованием инфракрасного излучения: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 : 05.13.06. / Пономаренко Дмитрий Александрович.– Мурманск, 2004

Шокина, Ю.В. Разработка способа получения коптильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 / Шокина, Юлия Валерьевна.– Мурманск, 1999

Способ получения коптильного препарата и устройство для его осуществления: патент 2172106 Рос. Федерация: МПК А23В4/048 / Ершов А.М., Гроховский В.А., Беспалова В.В, Дубровин С.Ю; заявитель и патентообладатель: Мурманский государственный технический университет – 2000109770/13; заявл. 17.04.2000; опубл. 20.08.2001

Власова А.Р. Создание концентратомера для непрерывного автоматического контроля параметров коптильных препаратов / А.А. Маслов, А.Р. Власова, В.В. Яценко, А.В. Власов // Наука и образование-2009 [Электронный ресурс] : материалы междунар. научно- техн.

конф.- Мурманск : МГТУ, 2009.- С. 1147-1150.- Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» №0320900170

Яценко В.В. Совершенствование методов контроля качества жидких коптильных сред на основе обобщенного показателя: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 : 05.13.06. / Яценко Виктория Владимировна.– Мурманск, 2010

ВЫБОР НАИБОЛЕЕ УДОБНОЙ МОДЕЛИ РЫБООХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ МОРСКОЙ ВОДЫ ЧЕРЕЗ СЛОЙ РЫБЫ В БУНКЕРЕ ЭТОЙ МОДЕЛИ

Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования)

Аннотация. В статье описана новая наиболее удобная конструкция модели универсального судового рыбоохладителя, в которой были проведены исследования гидродинамического сопротивления фильтрации охлаждающей воды через слой моделей рыбы.

Abstract. In clause the new design of model of a universal ship cold for a fish is described, in which the researches of hydro dynamical resistance to a filtration of cooling water through a layer of models a fish were carried out.

1. Введение

В течение двух лет было спроектировано и частично изготовлено несколько моделей рыбоохладителя для исследования процесса фильтрации воды через слои моделей рыбы разной геометрической формы. На три модели получены патенты, однако они оказались менее удобными чем четвертая модель, которую мы изготавливаем и на которую так же подана заявка на изобретение.

На кафедре технологического оборудования и холодильных установок была разработана и изготовлена модель универсального судового рыбоохладителя с целью проведения гидродинамических исследований процесса фильтрации воды, через слой рыбы разной толщины и при различных скоростях фильтрации.

Модель судового рыбоохладителя имеет емкость, заполненную слоем моделей рыбы, изготовленной из силикона, лежащей на решетке с сеткой, расположенной горизонтально у самого дна модели. Примыкающая к ней система трубопроводов с вертикальным напорным ресивером способна перемещаться вверх-вниз по специальным направляющим с фиксаторами. Гидродинамические процессы фильтрации воды через слой рыбы можно проводить при подаче воды сверху или снизу. Гидродинамические сопротивления фильтрации при подаче воды сверху резко возрастают, а при подаче воды снизу под слой рыбы поток воды разрыхляет слой рыбы и гидродинамические сопротивления фильтрации уменьшаются.

В универсальной модели судового рыбоохладителя использован насос, позволяющий значительно увеличить скорость фильтрации воды через слои моделей рыбы. Принцип работы насоса основан на законе сообщающихся сосудов.

2. Результаты исследования процесса фильтрации воды через слой моделей рыбы в модели бункера рыбоохладителя.

До настоящего времени нет достоверных сведений о гидродинамических сопротивлениях фильтрации воды через слои рыбы разной толщины. В проведенных исследованиях использовались модели рыб из парафина и причем только одной формы.

В экспериментах использовались модели рыб из силикона и гибких пластмасс. Эти эластичные модели рыб изготавливались разных геометрических размеров и форм (например - плоской широкой формы типа камбалы, ерша, палтуса и веретеной формы типа тресковых пород). Разработанная модель рыбоохладителя, позволяют проводить исследования гидродинамического сопротивления слоя рыбы разных геометрических размеров при разных скоростях фильтрации воды и разных способов ее подачи (сверху или снизу).

Для исследования процесса фильтрации охлаждающей воды через слои рыбы нами были выбраны наиболее совершенные и экономичные рыбоохладители рыболовных траулеров типа “Атлантик 2” и этими же рыбоохладителями были оснащены самые совершенные рыболовные суда проекта “Атлантик 488”. Первый из этой серии был назван “Монзунд”.

Для расчета модели рыбоохладителя очень важно было знать расходы воды и воздуха в натурном образце, т.к. на всех судах этого типа применялась эрлифтная система циркуляции воды в контуре бункер – водоохладитель - бункер. Литературный источник [1], инструкции по эксплуатации натуральных рыбоохладителей на РТМ типа “Монзунд” показали, что для использования эрлифтной системы прокачки морской охлаждающей воды используются ротационные воздуходувки для наддува дизелей. Производительность одной воздуходувки 300 кг/час воздуха. Одна воздуходувка работает на два бункера рыбоохладителей. 150 кг/час воздуха при начальном давлении 760 мм рт.ст. (1 атм) и температуре плюс 20 °С сжимаются до 0,5 ати и подаются через коллектор с соплами под водоохладитель и при соотношении объема воздуха и воды равного 0,75 объем воды, проходящей через через трубчатые поверхности охлаждения со скоростью 0,26 м/с [2] составляет 165 м³/час охлаждающей воды. Кратность циркуляции воды в контуре водоохладитель – бункер - водоохладитель составляет 13,8 час⁻¹. Зная масштаб в котором выполнена модель нами была высчитана скорость фильтрации воды через слои моделей рыбы. Предполагая, что судовые рыбоохладители будут совершенствоваться, и скорость фильтрации воды и кратность ее циркуляции повысятся до более высоких значений. Нами предусмотрено провести исследования потерь напора фильтрующейся воды при скоростях воды и кратности ее к циркуляции примерно такой, какая существует в настоящее время, а также при значениях намного выше существующих. При проектировании модели рыбоохладителя судов “Атлантик 2” и суператлантик “Монзунд” были поставлены условия, которые позволяли бы получить наиболее пригодную и удобную модель, в которой легко производить все необходимые измерения.

1. Подача воды должно осуществляться снаружи модели.
2. Модель изготавливается из оргстекла, что позволит подкрашивать воду и следить за линиями тока воды в модели.
3. Удобство измерять потерю напора при фильтрации воды через слои рыбы.
4. Удобство измерять расход воды.

Совершенствуя конструкцию модели нами было получено три патента, однако сборка модели и её испытания показали, что модель еще недостаточно совершенна. Так последний патент полученный 10 марта 2012 года также не считается удобным для проведения исследования процесса фильтрации воды через слои моделей рыб разной геометрической формы.

Конструкция по последнему патенту имеет недостатки заключающиеся в том, что в конструкции трубопроводов много вентилях, а их достаточно сложно соединять с пластмассовыми трубами, да и их цена достаточно высока, поэтому мы в настоящее время пришли к выводу, что современные пластмассовые трубы и патрубки имеют быстро разбирающиеся и собирающиеся муфты и на их основе мы разработали модель системы подвода воды совершенно без вентилях, а с отдельными патрубками, где нами были установлены заглушивающие патрубки пробки, выполняющие роль закрытого вентиля. Для осуществления реверса воды в модели система всех трубопроводов легко разбирается и собирается с патрубками имеющими заглушки в других местах, благодаря чего осуществляется реверс. Конструкция получилась намного дешевле (каждый вентиль дорого стоит и сильно утяжеляет всю систему трубопроводов и патрубков) на новую конструкцию модели рыбоохладителя подана заявка на изобретение.

Остановимся немного на этой модели. На рис. 1 показана модель рыбоохладителя с двумя заглушенными патрубками, поэтому вода из расходного резервуара 15 по трубопроводу 13, 8, 6 через патрубок 11 сверху поступает в бункер 1 и пройдя вниз через слои моделей рыбы поступает под решетку с сеткой 5 в пространство 4, откуда отработавшая вода после фильтрации через слои моделей рыб попадает через патрубок 12 и 9 в сливной трубопровод 17, а из него через патрубок 18, который легко глушится пробкой в емкость 19 для слива отработавшей на фильтрации воды, или в мерный бак 20 для измерения расхода воды. С помощью пьезометров 23 определяется потеря напора фильтрующей через слои моделей рыбы воды.

На рис. 2 представлена также самая модель рыбоохладителя, но после разборки трубопроводов заглушки поставлены на патрубках 18 и 8, в результате чего вода из расходной емкости 15 подается через гибкий шланг 13 в патрубок тройникового типа 9, а из него через патрубок 12 в пространство 4 под решеткой с сеткой. Теперь вода под напором через решетку с сеткой 5, поднимаясь вверх, фильтруется через слои рыбы в бункере 1. Наверху вода через патрубок 11 тройник 6 опускается вниз по трубопроводу 22, который также внизу может глушиться пробкой.

Отработавшая вода из патрубка 22 сливается в емкость 19 или в мерный бак 20 для измерения расхода воды.

Расходный резервуар 15 может свободно подниматься или опускаться в специальных направляющих 14, в результате чего можно изменять напор, под которым вода подается в бункер 1 модели рыбоохладителя для изменения скорости фильтрации воды через слои моделей рыбы.

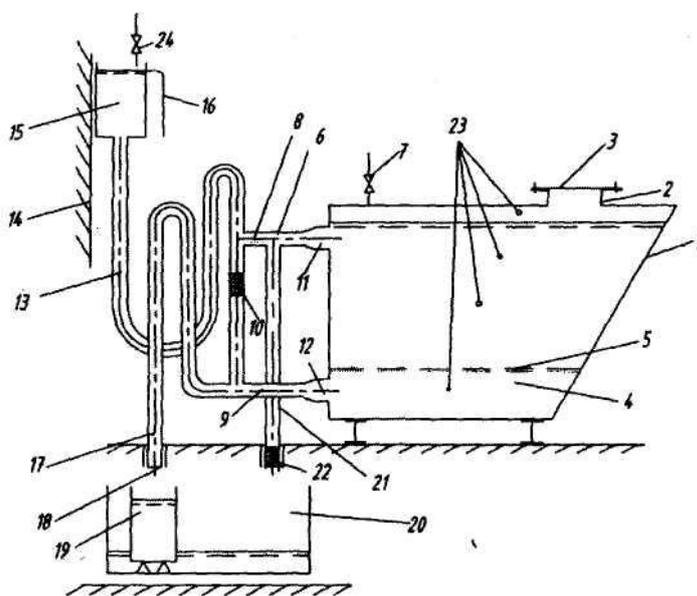


Рис. 1 Конструкция модели рыбоохладителя, с заглушками, с помощью которых осуществляется прямая циркуляция воды через слои рыбы. (вода в бункере 1 подается сверху вниз)

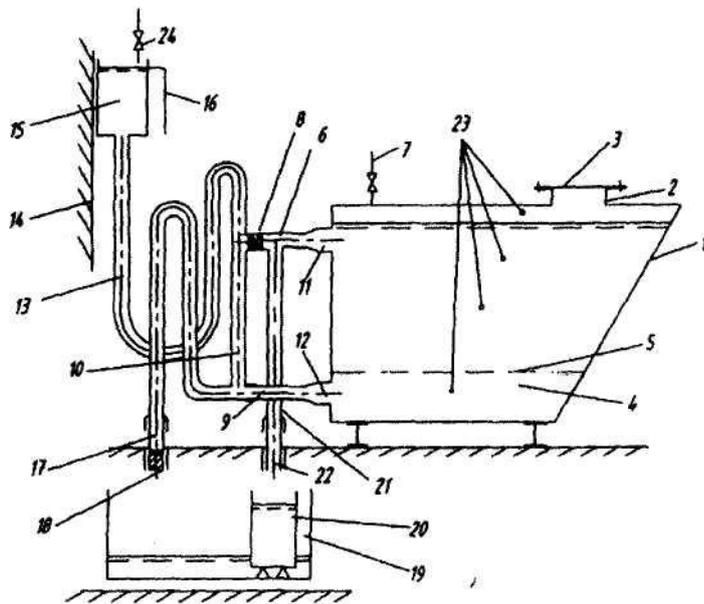


Рис. 2 Конструкция трубопроводов с заглушками, позволяющая воду для фильтрации проводить снизу вверх (обратная циркуляция воды)

- 1 – бункер;
- 2 – горловина для загрузки моделей рыб
- 3 – крышка горловины;
- 4 – пространство под решеткой для подачи или слива воды через патрубок 12;
- 5 – решетка с сеткой, на которой лежат модели рыб;
- 6 – патрубок, связывающий систему трубопроводов с патрубком для подачи или слива воды в бункер 1 сверху;
- 7 – воздушный краник для выпуска воздуха из бункера 1;
- 8 – патрубок, соединяющий систему трубопроводов и емкость бункера 1 может глушиться
- 9 – патрубок сообщающий систему трубопроводов и нижнюю часть бункера 1;
- 10 – патрубок с заглушкой;
- 11- патрубок бункера 1 (верхний);
- 12 - патрубок бункера 1 (нижний);
- 13 – гибкий шланг соединяющий расходную емкость и систему трубопроводов;
- 14 – направляющая для подъема и опускания расходной емкости 15;
- 15 – расходная емкость;
- 16 – сливной патрубок расходной емкости 15;
- 17 и 18 – сливные патрубки при прямой подаче воды;
- 19 – мерная емкость;
- 20 – сливная емкость;

- 21 и 22 – сливные патрубки при обратной подаче воды;
23 – отверстия в корпусе бункера для пьезометров;
24 – патрубок с вентилями для наполнения расходного резервуара.

3. Заключение

Проводимые исследования позволяют на модели рыбоохладителя получить данные по фильтрации воды через слои рыбы, которые с помощью теории подобия можно распространить и на натуральные рыбоохладители.

Литература

Кан А.В., Матвеев В.И. Холодильное оборудование рыбопромышленного флота. М. Пищевая промышленность, 1974. - С.74-76.

Гликман В.Г., Голубев Б.В. Предварительное охлаждение рыбы на рыбопромысловых судах. Сборник центрального научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований рыбного хозяйства. Серия 4, выпуск 4, 1972. - С.21-23.

Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Исследование гидродинамики потока охлаждающей морской воды в судовых рыбоохладителях методом электрогидравлических аналогий: материалы Международной научно-практической конференции “Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья” посвященная памяти профессора Николая Нестеровича Рулева, 24-25 апреля 2008 г. / ФГОУ ВПО МГТУ. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. - 125с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ ШКАФОВ-ВИТРИН В РЫБНОМ СУПЕРМАРКЕТЕ ФИРМЫ ОАО «НОРД-ВЕСТ ФК» В 2005 ГОДУ

Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования)

Аннотация. В статье изложены результаты теплотехнических испытаний холодильных шкафов-витрин в рыбном супермаркете и предложен альтернативный и экономичный способ проведения температурных испытаний.

Abstract. Results test refrigeration closet-shop windows are stated article in fish supermarket and is offered alternative and economical way of the undertaking warm-up studies.

1. Введение

Для разрешения конфликта между московской монтажной организацией «Дизайн-Холод» и Мурманской фирмой ОАО «Норд-Вест ФК» судья Мурманского арбитражного суда предложила кафедрам «Технологического и холодильного оборудования» и «Судовых энергетических установок» Мурманского государственного технического университета провести теплотехнические испытания холодильных шкафов-витрин, испанской фирмы «КОХКА», установленных в рыбном супермаркете фирмы ОАО «Норд-Вест ФК» в соответствии с ГОСТ 238833-95, который рекомендует испытания проводить на деревянных брусках, имитирующих мороженую рыбу.

Однако, в тех случаях, когда в холодильных шкафах - витринах и прилавках-витринах длительное время находилась замороженная до минус 18 °С деликатесная рыбная продукция данные теплотехнические испытания желательно было бы проводить на этой же замороженной рыбе. Так как испытания на имитаторах мороженой рыбы -деревянных брусках приводит к дополнительным расходам электроэнергии на двухкратное домораживание рыбы, ведущее к потере качества рыбы и сокращения сроков её хранения в заморожено виде. Ниже приводятся сведения о теплотехнических испытаниях и испытаниях на оттаивание одного четырехдверного шкафа - витрины в супермаркете ОАО «Норд-Вест ФК» сотрудниками кафедры «Технологического и холодильного оборудования» и «Судовых энергетических установок» на имитаторах мороженой рыбы -деревянных брусках.

2. Результаты теплотехнических испытаний холодильных шкафов-витрин в рыбном супермаркете фирмы ОАО «Норд-Вест ФК».

В соответствии с ГОСТ 23833-95 который рекомендует испытания проводить на деревянных брусках, имитирующих мороженую рыбу. Однако, в тех случаях, когда в шкафах-витринах длительное время находилась замороженная до минус 18 °С рыбная продукция, данные теплотехнические испытания желательно было бы проводить на этой же замороженной рыбе. Так как испытания на имитаторах мороженой рыбы (деревянных брусках) приводит к дополнительным расходам электроэнергии на двухкратное домораживание рыбы, к потере качества рыбы и сокращению сроков ее хранения в замороженном виде. Перегрузка рыбы на тележки и ее транспортировка требует времени, поэтому было принято решение провести хронометраж времени перегрузки и перевозки рыбы в подвальные холодильные камеры с обязательным измерением температуры отепленной рыбы в начале и конце каждой транспортировки.

Выгрузка мороженой рыбы из четырехдверного шкафа - витрины производилась через открытую дверь и укладывалась на тележку, где размещается 65 кг мороженой рыбы.

После укладки мороженой рыбы в вакуумной пленочной упаковке тележка с рыбой перевозилась через весь магазин к лестничной клетке подвала, где установлены разборные холодильные камеры с температурой хранения минус 18 °С. Перегрузка рыбы в морозильные камеры проводилась в картонных коробках, вес рыбы в которых был 8 кг. В холодильных камерах рыба вручную рассыпью размещалась на стеллажах. Как видно перегрузка рыбы на тележки и её транспортировка в холодильные камеры подвала требует достаточно большой продолжительности времени. Поэтому наш коллектив принял решение провести хронометраж времени перегрузки и перевозки рыбы в подвальные холодильные камеры с 11 октября по 15 октября 2005 года с обязательным измерением температуры рыбы в начале и конце каждой транспортировки. Ниже приводятся результаты этого хронометража с учетом температур в начале и в конце транспортировки.

Суммарное время транспортировки ($\tau_{\text{суммарн}}$) одной тележки с мороженой рыбой определялось по формуле:

$$\tau_{\text{суммарн}} = \tau_{\text{наполн}} + \tau_{\text{перевоз}} + \tau_{\text{перегр}} + \tau_{\text{перенос}}, \text{ час} \quad (1)$$

где $\tau_{\text{наполн}}$ – время наполнения тележки мороженой деликатесной рыбой, час;

$\tau_{\text{перевоз}}$ – время перевозки рыбы к лестничной клетке подвала, где установлены холодильные камеры, час;

$\tau_{\text{перегр}}$ – перегрузка мороженой рыбы в картонные коробки, час;

$\tau_{\text{перенос}}$ – перенос мороженой рыбы в картонных коробках по лестнице в подвал и укладка её рассыпью на стеллажах холодильных камер, час.

В соответствии с формулой (1) хронометраж показал суммарное время транспортировки мороженой рыбы из шкафа-витрины в холодильные камеры:

$$\tau_{\text{суммарн}} = \tau_{\text{наполн}} + \tau_{\text{перевоз}} + \tau_{\text{перегр}} + \tau_{\text{перенос}} = 0,744 + 0,25 + 2,27 + 1,6 = 5,147 \text{ часа}$$

В связи с тем, что в четырехдверном шкафу-витрине 20 полок (в каждой дверной секции 5 полок) на них размещается 330 кг деликатесной мороженой рыбы. На перевозку всех 5 тележек с мороженой рыбой в холодильную камеру требуется время:

$$\tau = \tau_{\text{общ}} \cdot n = 5,147 \cdot 5 = 25,735 \text{ часа} \approx 26 \text{ часов}$$

После заполнения каждой тележки мороженой рыбой включалась в работу холодильная установка и отепления (разморозки) рыбы не было. В связи с этим температура в мороженой рыбе проверялась в начале и в конце транспортировки в каждой тележке. Измерение температуры проводили хромель-копелевыми термопарами и потенциометром ПП-63 с классом точности 0,05. В испытаниях представлена разная мороженая рыбная продукция (семга, кета, горбуша, скумбрия). В результате испытаний были определены потери холода отепленной рыбы.

Измерение температуры проводили в 5 слоях рыбы по высоте тележки. В каждом ряду у краев (близко к стенкам тележки в середине).

Объемную среднюю арифметическую температуру отепленной рыбы определили по формуле:

$$t_{\text{ср.арифм}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (2)$$

где n – количество измерений в пяти рядах, в наших измерениях $n = 15$ раз.

Объемную среднюю квадратичную температуру мороженой рыбы определили по формуле:

$$t_{\text{ср.кв.адр}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n t_i^2}{n-1}} \quad (3)$$

Объемная средняя квадратичная температура отепленной рыбы по формуле (2) составила минус 15,45 °С, т.е. в результате грузовых операций за 5,147 часа температура в мороженой рыбе повысилась с минус 18 °С до минус 15,45 °С и составляла 2,55 °С. Для удаления из четырехдверного шкафа 330 кг рыбы на 5 тележках, в каждой из них пришлось перевозить по 66 кг рыбы. В каждой секции четырехдверного шкафа была разная мороженая рыбная продукция. В первой секции была семга средней жирности, во второй секции кета, в третьей горбуша и в четвертой скумбрия.

Потерю холода в мороженой рыбе во время её перегрузки из четырехдверного шкафа-витрины определили по формуле (4) для осредненных значений теплоемкости четырех видов рыбы, находившейся в шкафу-витрине.

$$Q_{\text{потерь}} = G \cdot (i_k - i_n) \quad (4)$$

где $Q_{\text{потерь}}$ – потеря холода во время разморозки мороженой рыбы при её перегрузке в холодильную камеру подвала, кДж/кг;

i_k – среднее арифметическое значение теплоемкости размороженной рыбы до температуры минус 15,45 °С, кДж/кг;

i_n – среднее арифметическое значение теплоемкости рыбы перед её транспортировкой составляла минус 18 °С, кДж/кг.

В результате расчета потери холода по формуле (4) была получена цифра для 330 кг отепленной рыбы и $Q_{\text{потерь}} = 2488,2$ кДж/кг.

Доморозка рыбы после ее возвращения, через трое суток теплотехнических испытаний, обратно в четырех - дверный шкаф – витрину, проводились в основном в ночное время, когда не было покупателей и при закрытых дверях. В течение 12 часов термограф показывал температуру воздуха витрины минус 25 °С. Как показали эксперименты, только через 36 часов, температура в теле мороженой рыбы понизилась с минус 15 °С до минус 18 °С. Расход холода и электроэнергии на доморозку мороженой рыбы при двухкратном отеплении получился небольшой. Расчеты расхода электроэнергии на двухкратную доморозку рыбы с минус 15 °С до минус 18 °С весьма незначительны, а вот потеря времени на однократную перегрузку мороженой рыбной продукции составляет 26 часов. Несколько большее количество часов требуется для возвращения мороженой рыбы обратно из холодильных камер подвала в шкафы-витрины в магазине, так как подъем 330 кг рыбы по лестницам вверх занимает больше времени и составляет $\tau_{\text{переноса}} = 2,2$ часа.

3. Заключение.

1. Для теплотехнических испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин требуется на 5 суток выводить из торговли эти шкафы-витрины. Это мероприятие приводит к большому убытку и самого магазина и фирмы, которой принадлежит этот магазин. В то же время испытания на мороженой рыбе без замены её на деревянные бруски позволили бы во время теплотехнических испытаний не выводить из торговли испытываемый шкаф-витрину.

2. У теплотехников, испытывающих шкафы - витрины не пришлось бы терять время на покупку и перевозку древесных брусков, на их распиливание до габаритных размеров, на взвешивание этих брусков в количестве по 16,5 кг на каждую полку, а их в четырехдверном шкафу-витрине 20 шт.

3. Не пришлось бы выпиливать в брусках колодцы, в которых размещается 16 сдвоенных пакетов с термопарами.
4. Не пришлось бы изготавливать пакеты (36 штук) в соответствии с ГОСТ 23833-95, а можно было бы спаями термопар измерять температуру непосредственно между двумя смежными морожеными рыбами в вакуумной полиэтиленовой упаковке.
5. При испытаниях на рыбе не пришлось бы проводить после теплотехнических испытаний серьёзную санитарную обработку всего шкафа-витрины, так как пористая древесина имеет много пор, в которых во влаге большое количество микроорганизмов, которыми древесина обсеменяет испытываемый шкаф-витрину.
6. Хронометраж также показал, что нет необходимости в соответствии с ГОСТ 23833-95 открывать и закрывать поочередно все двери в течение 10 часов теплотехнических испытаний. Во время хронометрирования времени открывания покупателями дверей шкафов-витрин, только в двух случаях открывалась вторая дверь.
7. Рекомендуем расширить действие ГОСТ 23833-95, то есть после монтажа холодильной техники проводить температурные испытания и испытания на оттаивание на древесине, а в том случае, когда в шкафу-витрине больше года хранилась мороженная рыба и он был в эксплуатации испытания проводить на той же мороженной рыбе. И во время испытаний шкаф-витрину не выводить из торговли.

Литература

1. Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Теплотехнические процессы при внедрении нового способа температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых/Голубев Б. В. ,Кобылянский И. Г. ,Шутов А. В. ,Долматова Е. В. // Вестник МГТУ. – 2007. - Т.10, № 4. - С.577-580.
2. Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине фирмы ОАО “Норд-Вест ФК”/ Голубев Б. В. ,Кобылянский И. Г ,Шутов А. В. ,Долматова Е. В. // Вестник МГТУ. – 2008. - Т.11, № 2. - С.358-359.
3. Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Особенности хранения мороженной рыбы в шкафах-витринах супермаркетов: материалы Международной научно-практической конференции “Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья” посвященная памяти профессора Николая Нестеровича Рулева, 24-25 апреля 2008 г. / ФГОУ ВПО МГТУ. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. - 125с.
4. Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Теоретические и экспериментальные исследования утечки холодного воздуха в шкафах-витринах рыбных магазинов и супермаркетов / Б. В. Голубев, А. В. Шутов, И. Г. Кобылянский // Рыбное хозяйство. - 2011. - № 2. - С. 109-111.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ НОВЫХ ВИДОВ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ: ПИЦЦА «ПОРФИРА», БУРЕКИ «СЕВЕРНЫЕ», ПТИФУРЫ «МУРМАНСКИЕ»

Телицына М. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

This article about working out of technology and compounding of new kinds of the frozen half-finished products such as ptifury Murmanskiye, bureki Severnyje with use of forcemeat of a cod and other kinds of fishes of the North seas.

Одной из заметных тенденций, сложившихся на пищевом рынке в последние годы, стало увеличение потребления населением различных полуфабрикатов. В частности, на рынке замороженных полуфабрикатов выявляется рост производства более технологичных продуктов. Так, если раньше выпускались преимущественно котлеты и биточки, то теперь появились замороженные продукты со сложной начинкой, натуральные продукты полной готовности, готовые обеды, которые, позволяют экономить время потребителей.

При этом потребители предъявляют к рынку повышенные требования, как в отношении самих продуктов, так и в отношении их оформления и их информационного сопровождения. Если раньше ключевую роль в процессе принятия решения играла цена, то сейчас при выборе замороженных полуфабрикатов покупатель обращает внимание на соотношение цена/качество, отдавая предпочтение более качественному продукту.

10–12 лет назад замороженные полуфабрикаты ассоциировались с некачественной продукцией, не пользовались спросом, и ассортимент их был чрезвычайно узок, то сейчас ситуация кардинально изменилась. В настоящее время такие продукты, помогающие существенно сократить время, затрачиваемое на приготовление пищи, пользуются особой популярностью у российских потребителей.

Необходимо отметить, что большой практический интерес представляет технология быстрой заморозки полуфабрикатов, которая получает все большее распространение и используется при производстве различных видов теста: для слоеного теста, для специальных и элитных сортов хлеба, для пиццы, кондитерской сдобы и т.д. Быстрое замораживание полуфабрикатов из теста относится к технологии отложенной во времени выпечки, суть которой заключается в том, чтобы: значительно замедлить или полностью приостановить брожение; сохранить замороженные полуфабрикаты длительное время; предусмотреть возможность последующей выпечки в пунктах продажи.

Существует несколько разных приемов отложенной выпечки: замедленная расстойка в охлажденной среде (до нескольких часов); контролируемая расстойка в охлажденной среде с целью достижения заданных параметров изделия; двухступенчатая выпечка (с замораживанием или без) с целью окончательной выпечки поблизости места реализации; быстрая (шоковая) заморозка с целью длительного (до 6 месяцев) хранения полуфабрикатов, готовых к немедленной выпечке.

Целью проводимых исследований явилась разработка технологии и рецептуры новых видов замороженных полуфабрикатов, а именно Пицца «Порфира», «Птифуры «Мурманские»», «Буреки «Северные»».

Полуфабрикаты изготавливались по следующей технологии: традиционное слоеное тесто раскатывали в пласт толщиной от 6 до 7 мм и формировали пtiфуры с начинкой из фарша трески, лука, водоросли порфиры, отношение теста и начинки 2 : 1. Формовку пtiфур осуществляли вручную, укладывали на лотки и замораживали до температуры в центре начинки от – 10 до -12 °С. Готовые пtiфуры снимали с лотков и фасовали в полиэтиленовые пакеты.

После определения приемлемой продолжительности и температуры замораживания нами были изготовлены небольшие опытные партии продукта: пицца «Порфира», пtiфуры «Мурманские», буреки «Северные».

Полученные образцы полуфабрикатов были подвергнуты тепловой обработке с доведением их до кулинарной готовности, представлены для дегустации в рамках 13-й Международной выставки «Море. Ресурсы. Технологии. -2012», где получили одобрение у респондентов.

В соответствии с результатами предварительных экспериментов в настоящее время проводится оптимизация технологических режимов изготовления полуфабрикатов - пицца «Порфира», пtiфуры «Мурманские» и буреки «Северные».

Выводы:

1. Разработаны рецептуры новых быстрозамороженных полуфабрикатов «Птифуры «Мурманские»» и «Буреки «Северные»» Пицца «Порфира»
2. Новые виды быстрозамороженных полуфабрикатов получили одобрение на выставке - дегустации по комплексу органолептических показателей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОСАЛИВАНИЯ МЕЛКОЙ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ «ЖЕСТКОСТЬ ПОСОЛА»

Гроховский В. А., Дьяков А. В., Волченко В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологических пищевых производств)

The experiments on 60-minutes capelin and polar cod salting were made using experimental installation. During experiments, selected parameters was being varied for obtaining the regularity of the salting process using complex characteristic called "Salting Rigidity". The experimental results made possible to obtain the formula of the regularity of "salting rigidity" on the temperature, concentration and circulation speed of the salt solution in the installation.

Одной из важнейших задач рыбной отрасли страны является внедрение новых технологий переработки гидробионтов и совершенствование существующих технологических процессов. Связано это с необходимостью обеспечения населения качественной и недорогой рыбной продукцией, экономией энергоресурсов и модернизации промышленного сектора экономики.

Посол рыбы повсеместно используется для производства различных видов продукции из гидробионтов (пряных, солёных, маринованных, пресервов, копчёных вяленых и др.).

Целью данного исследования является установление влияния комплексного показателя «жесткость посола» на интенсификацию процесса просаливания рыбы.

Для её достижения необходимо проведение экспериментов по исследованию процесса просаливания мелкой рыбы (мойвы и сайки) и определение закономерностей процесса просаливания с использованием комплексного показателя «жесткость посола».

Химический состав рыбы представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Общий химический состав мойвы и сайки, % к сырой мышечной ткани

Объекты промысла	Белковые вещества N x 6,25	Липиды	Вода	Минеральные вещества
Мойва	14,24±1,6	13,9±0,1	68,6±1,3	1,5±0,3
Сайка	17,03±1,3	4,8±0,2	75,5±1,6	1,8±0,3

Научные эксперименты проводились на опытной установке для посола рыбы в циркулирующем тузлуке. Установка состоит из посольной ванны (1), отстойника (2), фильтра (8), насоса циркуляционного (5), солеконцентратора (6), оросительного устройства (7) и устройства для обеззараживания тузлука (3). Процесс подготовки тузлука и его подкрепление осуществляется непосредственно в установке, а необходимое качество тузлука обеспечивается за счет очистки насыщенного раствора в фильтре и последующего обеззараживания тузлука. Схема установки представлена на рисунке 1.

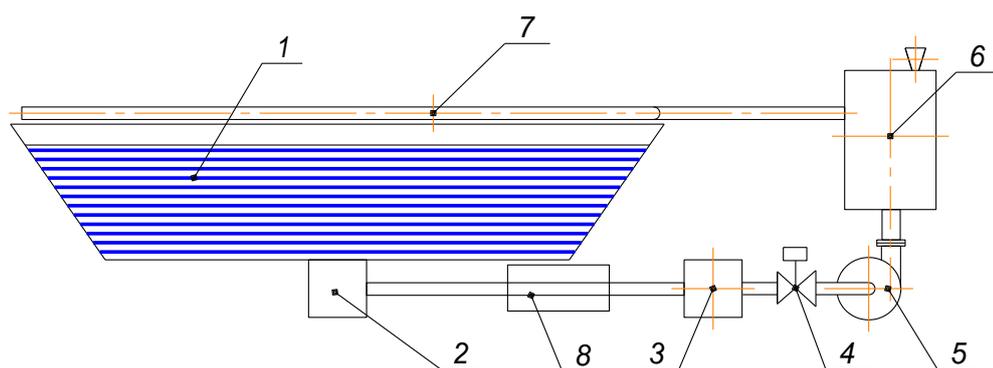


Рисунок 1 – Схема установки для посола рыбы.

Для проведения экспериментов использовались два вида рыбы: мойва и сайка. Различия в химическом составе данных видов рыб, позволяют делать выводы о протекании процесса просаливания для сырья с различной жирностью. Перед проведением посола неразделанную рыбу размораживали на воздухе при температуре окружающей среды 20°C . Далее в посольную емкость загружали сырье в виде неразделанной дефростированной рыбы, масса опытной партии составляла 1500 г. В ходе проведения опытов использовали тузлук с плотностью $1,200 \text{ г/см}^3$ и $1,090 \text{ г/см}^3$. Скорость циркуляции тузлука в установке постоянна и составляет $0,2 \text{ м/с}$. Время посола 60 минут. Посол проводился при двух температурных режимах: 22°C и 10°C . После посола проводилось определение солёности аргентометрическим способом исследуемых образцов. Средняя толщина исследуемых образцов: для мойвы – 14 мм, для сайки – 11 мм. Результаты экспериментов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты эксперимента (мойва).

Номер опыта	параметры			
	Плотность тузлука, кг/м^3	Температура тузлука, $^{\circ}\text{C}$	Скорость циркуляции, м/с	Конечная солёность образца, %
1	1090	22	0	2,9
2	1090	22	0,2	4,2
3	1090	10	0	3,3
4	1090	10	0,2	4,1
5	1200	22	0	4,3
6	1200	22	0,2	5,9
7	1200	10	0	5,4
8	1200	10	0,2	6,3

Таблица 3 - Результаты эксперимента (сайка).

Номер опыта	параметры			
	Плотность тузлука, кг/м ³	Температура тузлука, °С	Скорость циркуляции, м/с	Конечная соленость образца, %
1	1090	22	0	4,7
2	1090	22	0,2	5,0
3	1090	10	0	3,4
4	1090	10	0,2	3,8
5	1200	22	0	6,0
6	1200	22	0,2	8,2
7	1200	10	0	5,7
8	1200	10	0,2	6,2

Математическую обработку данных проводили с помощью программ DataFit 9.0, vvfreestat v.0.3.4. В результате обработки получено уравнение регрессии:

$$C_T/(C_T - C_P) = a \cdot \exp(b \cdot T + c \cdot V),$$

где C_T – концентрация солевого раствора (тузлука), %; C_P – концентрация соли в рыбе, %; T – температура тузлука, °К; V – скорость циркуляции тузлука, м/с; a , b , c – эмпирические коэффициенты.

При математической обработке данных были получены следующие значения эмпирических коэффициентов: для мойвы - $a=5,01$; $b=-0,007$; $c=-0,30$. Для сайки – $a = 40,91$; $b= -0,01$; $c= -0,47$.

Коэффициент a можно выразить следующей формулой:

$$a = \frac{C_T - C_P}{X_{II}}$$

где X_{II} – жёсткость режима посола рыбы

Таким образом, жёсткостью посола можно обозначить выражение:

$$X_{II} = C_T \cdot e^{b \cdot T + c \cdot V}$$

Вывод

Результаты экспериментов позволили получить формулу зависимости жесткости режима посола от температуры, концентрации и скорости циркуляции тузлука в установке. Этот комплексный параметр будет использован для регулирования процесса посола гидробионтов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТУЗЛУЧНОГО ПОСОЛА РЫБЫ ВО ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ

Дьяков А.В., Глазунов Е.А. (г.Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования)

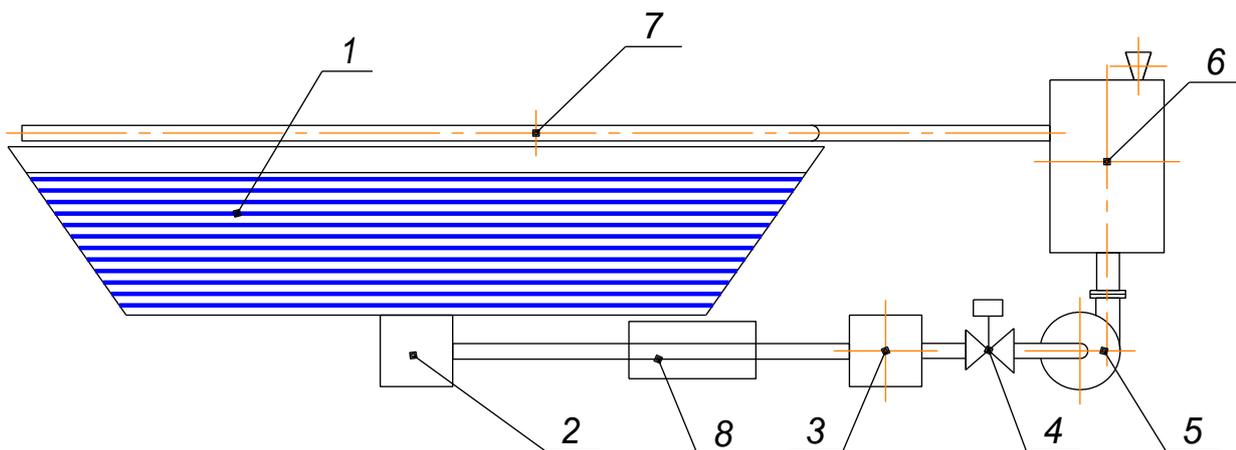
Plant for salted fish in concentrated brine suspended layer. Plant reduces the duration of the process, to achieve a uniform distribution of salt throughout the product.

Одним из основных направлений повышения эффективности производства в рыбоперерабатывающей отрасли является совершенствование технологий, позволяющих повысить рентабельность продукции и улучшить вкусовые качества. Это связано с необходимостью обеспечения общества качественными продуктами питания, экономией энергоресурсов и с охраной окружающей среды. Целью исследования является совершенствование существующих технологических процессов при производстве соленой рыбы и полуфабрикатов и разработка на их основе установки для посола рыбы во взвешенном слое.

Разработанная установка для тузлучного посола рыбы во взвешенном слое, позволяет сократить продолжительность процесса, добиться равномерного распределения поваренной соли во всем объеме продукта и улучшить санитарно-гигиеническое состояние системы рыба-тузлук без применения антимикробных препаратов.

Достоинство предлагаемой установки состоит в том, что процесс подготовки тузлука и его подкрепление осуществляется непосредственно в установке. При этом напор насоса рассчитан таким образом, чтобы обеспечить в линии нагнетания и оросительном устройстве подачу водосолевой пульпы. Предварительные исследования процесса посола на модели разрабатываемой установки показали уменьшение времени посола. (Исследования проводились на мойве и сайке неразделанных).

Установка состоит из посольной ванны (1), отстойника (2), фильтра(8), насоса циркуляционного(5), солеконцентратора(6), оросительного устройства(7) и бактерицидной лампы(3). Процесс подготовки тузлука и его подкрепление осуществляется непосредственно в установке, а необходимое качество тузлука обеспечивается за счет очистки насыщенного раствора в фильтре и последующего обеззараживания тузлука бактерицидной лампой. Оборудование установки скомпоновано таким образом, чтобы технологический процесс приготовления тузлука осуществлялся автоматически, непрерывно, без обслуживающего персонала. Так как процесс приготовления тузлука непосредственно включен в технологическую операцию пола рыбы, то нет необходимости готовить его заранее, охлаждать и хранить в больших количествах в отдельных емкостях. Схема установки представлена на рисунке 1.



1 -

ванна посольная; 2 - отстойник; 3 – бактерицидная лампа; 4 – вентиль регулирующий; 5 - насос циркуляционный; 6 - солеконцентратор; 7 – устройство оросительное; 8 – фильтр

Рисунок 1 – Установка для посола рыбы.

Принцип работы установки.

При подготовке тузлука:

Солеконцентратор установки заполняется солью. Исходная вода (питьевая, ГОСТР51232-98) из ванны 1 подается под слой соли в солеконцентраторе 6 циркуляционным насосом 5 через установку для обеззараживания тузлука 8, фильтр тузлука 3. Вода в солеконцентраторе проходит через слой соли и образует водосолевую пульпу, которая через оросительное устройство подается в посольную ванну 1. Далее циркуляция воды повторяется по выше описанному контуру.

При посоле:

При достижении заданной плотности тузлука в ванну загружается рыба. Циркуляция тузлука осуществляется по тому же контуру: ванна - отстойник – фильтр – регулирующий вентиль – насос – солеконцентратор – оросительное устройство – ванна с рыбой.

Схемой установки предусматривается периодическая промывка фильтрующих элементов в автоматическом режиме насосом промывки. В процессе работы установки осуществляется непрерывный автоматический контроль за плотностью тузлука. Объем автоматизации установки позволяет эксплуатировать ее без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Загрузка соли в солеконцентратор установки производится рабочим периодически вручную по мере расходования соли.

Технические характеристики установки представлены в таблице 1.

Таблица 1.- Технические характеристики установки для посола рыбы

Показатель	Значение
Вместимость по тузлуку, дм ³	40
Скорость циркуляции тузлука, л/мин.	2

Потребляемая мощность, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	560
ширина	540
высота	600
Масса, кг	20

На основе полученных закономерностей, с использованием методов теории подобия, разработан эскизный проект на монтаж опытно-промышленной установки для тузлучного посола рыбы во взвешенном слое на производственной площади рыбообрабатывающего предприятия. Данная установка планируется к использованию на базе УИЦ МГТУ.

Список литературы.

Аношин А.М. Теоретические основы массообменных процессов пищевых производств. М.: Пищевая пром-сть, 1970. 244 с.

Димова В.В. Закономерности процесса диффузии соли в мясе рыбы при посоле в тузлуке: Препр. Апатиты: Изд-во КГЦ РАН, 1996. 19 с.

Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий: Учеб.пособие для ВУЗов по спец. 1706 "Машины и аппараты пищевых производств". М.: Колос, 1993. 18 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКЭ

Завальнюк В. В., Иваней А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, кафедра технологии металлов и судоремонта)

In paper is calculated limited numbers of objective coloured characteristic for smoked extract.

С каждым годом бездымное копчение, как способ переработки гидробионтов, получает все более широкое распространение. Одним из перспективных способов бездымного копчения является использование ВАКЭ (Вкусо-ароматических коптильных экстрактов) [1]. Для оценки качества ВАКЭ цвет играет очень важную роль, так как он обуславливает гастрономическую привлекательность готовой продукции из гидробионтов. Поэтому целесообразно определять цвет ВАКЭ.

Цвет с точки зрения инженерной механики – это совокупность характеристик, оказываемых на органы зрения излучениями, длина волн которых находится в диапазоне 400-700 нм. Физические свойства излучения – мощность и длина волны – тесно связаны со свойствами возбуждаемого им ощущения. В научной сфере цвет часто характеризуют такими показателями, как коэффициенты отражения (пропускания) или оптическая плотность образцов, хотя данные характеристики показывают лишь интенсивность окраски, то есть являются количественными факторами [2].

Для объективной оценки цвета разработан метод, максимально адекватный его психофизической оценке. В отличие от физической эта оценка цвета называется психофизической, что подчеркивает особенности цветового зрения человека. От трех чисел, характеризующих цвет, при психофизической оценке можно перейти к количественным и качественным характеристикам, расчету спектрального состава. Эти три характеристики – светлота, цветовой тон и насыщенность – связаны с соответствующими психофизическими понятиями цвета – яркостью, доминирующей длиной волны и чистотой [2].

Целью данного исследования было определение интервала варьирования объективных цветовых характеристик для двух видов ВАКЭ из ягод черной смородины. Для этого у этих проб ВАКЭ измерили оптическую плотность на разных длинах волн монохроматического света (400, 440, 490, 540, 590, 670, 750 нм) фотоэлектрического колориметра при толщине кюветы 10 мм. Пробы ВАКЭ были разного гидромодуля (то есть отношение массы используемого сырья к массе растворителя) и разной конечной температуры экстракции и гидротермолиза. Полученные оптические плотности были переведены в коэффициенты пропускания монохроматического света. Далее, согласно методике [3], были рассчитаны объективные цветовые характеристики ВАКЭ, интервалы варьирования которых представлены в Таблице 1.

Таблица 1.

Интервалы варьирования объективных цветовых характеристик различных видов ВАКЭ из ягод черной смородины (при интервале варьирования гидромодуля 0,05-1 и температуры экстракции и гидротермолиза 120-200 °С)

Объект исследования	Яркость цвета, %	Чистота цвета, %	Доминирующая длина волны, нм
ВАКЭ на водной основе	32,05-79,92	4,53-32,42	622,6-642,1

ВАКЭ на основе коп- тильного препарата "Сквама-2"	40,69-58,24	16,65-34,42	622,5-629,1
---	-------------	-------------	-------------

Как видно из Таблицы 1, яркость цвета у ВАКЭ на водной основе имеет более широкий интервал варьирования, также цвет у этого вида ВАКЭ больше разбавлен белым цветом. Согласно данным Таблицы 1, доминирующая длина волны показывает, что оба вида ВАКЭ окрашены в сине-зеленый цвет. Хотя выглядит, что цвет этих ВАКЭ варьирует от светло-желтого до темно-коричневого (с оттенками вишневого и красного цветов). Это объясняется сложением доминирующей длины волны с другими длинами волн видимого спектра.

Литература

Иваней, А. А. Совершенствование вкусоароматических веществ на основе экстракции и гидротермолиза растительного сырья [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А.Иваней. - Мурманск, 2004. – 23 с.

Мезенова, О. Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов: Учебное пособие. – СПб.: «Проспект Науки», 2007. – 288с.

Гроховский, В. А. Контроль производства продуктов из водного сырья. МГАРФ. Мурманск, 1992. – 52с.

Домасев, М. В. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения/ М. Домасев, С. Гнатюк. – Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2009. – 217с.

Гуревич, М. М. Свет и его измерение. М.-Л., 1950. – 268 с.

Ивенс, Р. М. Введение в теорию цвета. Пер. с англ. Под ред. [и с предисл.] канд. техн. Наук Д. А. Шкловера. М., «Мир», 1964. – 442с.

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НОВЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЦЕНТРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ МГТУ

Швейкина К. С., Молчановская Т. И., Куранова Л. К., Гроховский В. А. (г. Мурманск, МГТУ)

В настоящее время нет необходимости доказывать, что безопасность и качество пищевых продуктов являются определяющими критериями в борьбе за рынки сбыта, за покупателя. Особенно важно правильно оценить критерии безопасности и качества продуктов на этапе их разработки и внедрения в производство.

На кафедре технологии пищевых производств МГТУ специалистами кафедры, аспирантами, студентами ведется большая работа по созданию новых видов пищевых продуктов, для которых необходимо разрабатывать показатели качества и безопасности, обеспечивающие санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. С этой целью в мае 2010 г. при кафедре ТПП МГТУ был создан и введен в эксплуатацию Центр исследований сырья и продукции (ЦИСП), который имеет в своем составе 2 лаборатории: лабораторию физико-химических и органолептических методов анализа и лабораторию микробиологии. Лаборатории располагаются в помещениях, отвечающих требованиям санитарии и эпидемиологического режима, имеют современное оборудование, позволяющее выполнять исследования в строгом соответствии требованиям стандартов. Специалистами Центра проводятся исследования новых видов пищевых продуктов по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям в строгом соответствии с нормативными требованиями, инструкциями и ГОСТами. В Центре имеется постоянно обновляющийся фонд нормативной документации (ГОСТы, ТУ, ТИ), в которой установлены требования к исследуемой продукции.

В зависимости от вида разрабатываемого продукта и задач, стоящих перед разработчиками, специалисты лаборатории проводят исследования по следующим направлениям:

- микробиологическая экспертиза качества продукции;
- разработка и обоснование сроков годности и условий хранения пищевых продуктов;
- разработка режимов стерилизации новых видов консервов;
- санитарно-микробиологический контроль при производстве новых видов пищевых продуктов.

Основные задачи, которые приходится решать при микробиологической оценке пищевых продуктов, заключаются в выборе микробиологических показателей для всесторонней характеристики качества продукта, а также в разработке нормативов на допустимые количества микроорганизмов и методов их определения. Пищевые продукты постоянно обсеменены различными микроорганизмами. Проводимые исследования этой микрофлоры позволяют выявить ряд закономерностей в обсеменении пищевых продуктов, формировании микрофлоры в различных условиях в ходе технологического процесса, ее роли в безопасности продуктов.

Для оценки качества пищевых продуктов в лаборатории микробиологии ЦИСП проводят исследования по 4 группам микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к ним относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ) и бактерии группы кишечных палочек (БГКП);
- условно-патогенные микроорганизмы, к ним относятся *E.coli*, *S. aureus*, *Proteus*, *B. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии;
- патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и листерии;
- микроорганизмы порчи, в основном это дрожжи и плесневые грибы.

За период работы Центра исследований сырья и продукции было исследовано 300 образцов продукции по микробиологическим показателям. В 30 образцах продукции были обнаружены бактерии группы кишечных палочек. Условно-патогенные микроорганизмы, а именно *S. aureus* были обнаружены в 9 пробах. В 48 пробах пищевой продукции было выявлено превышение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 грамме продукта. Патогенные микроорганизмы не обнаружены ни в одной из исследованных проб.

Ведутся работы по разработке сроков годности новых пищевых продуктов, разрабатываемых на кафедре ТПП, а также изучается возможность удлинения сроков уже существующих видов продукции. В ЦИСП было исследовано 45 проб по установлению и подтверждению сроков годности пищевых продуктов, разработанных на кафедре ТПП. Основой санитарно-эпидемиологического обоснования сроков годности является проведение микробиологических, санитарно-химических исследований, оценка органолептических свойств в процессе хранения при температурах, предусмотренных нормативной документацией. Перечень исследуемых микробиологических показателей включает как обязательные показатели безопасности, регламентируемые для данной группы продуктов действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, так и дополнительные – для получения подробной санитарно-микробиологической характеристики и подтверждения стабильности продукта в динамике хранения. Кроме основных групп микроорганизмов при установлении сроков годности необходимо проводить исследование на микроорганизмы порчи и обязательно в объемах, превышающих величину норматива.

Одним из важных направлений работы ЦИСП является разработка и научное обоснование новых режимов стерилизации консервов. 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. Режимы стерилизации консервов устанавливаются, учитывая многие факторы: теплопроводность продукта, рН, жирность, степень бактериальной обсемененности, величину термоустойчивости спор, размер тары и др. Поэтому разработка режимов стерилизации требует проведения комплекса микробиологических, физико-химических, органолептических, теплофизических и технологических исследований. На сегодняшний день в лаборатории микробиологии проведена лабораторная проверка нового вида паштетного многокомпонентного консервированного продукта, на основе которой был утвержден режим стерилизации. В дальнейшем планируется разработка нормативных стерилизующих эффектов новых видов консервов.

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

Кайченев А. В.¹, Гроховский В. А.², Маслов А. А.¹, Власов А. В.¹, Власова А. Р.¹, Куранова Л. К.² (¹г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; ² МГТУ, кафедра ТПП)

The article describes method of the canned food sterilization based on the actual sterilization effect. Approach to engineering of the sterilization process control system based on the mathematical models of the heat processes in the sterilization chamber and the product is being proposed.

В статье описывается способ стерилизации консервной продукции по фактическому стерилизующему эффекту. Предлагается подход к реализации систем управления процессом стерилизации на основании математических моделей тепловых процессов, проходящих в стерилизационной камере и банке с продуктом.

Обзор литературы в области традиционных способов стерилизации консервов, установления режимов автоклавирования для консервов в соответствии с утверждённым регламентом и методиками, свидетельствует о том, что большинство формул стерилизации утверждается со значительным запасом (превышением) фактического стерилизующего эффекта (фактической летальности) над нормативным [1]. Это, с одной стороны, гарантирует безопасность выпускаемой продукции, с другой стороны, снижает её пищевую ценность.

Поэтому предложен модернизированный способ стерилизации, основанный на вычислении фактического стерилизующего эффекта в ходе изготовления консервов и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом автоклавирования [2, 3, 5].

Предлагаемый способ стерилизации заключается в достижении значения фактического стерилизующего эффекта, не превышающего нормативный стерилизующий эффект F_0^Z более чем на 10 %. На протяжении всего процесса осуществляется расчет значения фактической летальности по результатам численного моделирования с использованием математического описания процесса стерилизации на конкретном автоклаве и данного консервного продукта, а также значений температуры в аппарате по формуле:

$$L_T^Z = \int_0^t \frac{dt}{10^{\frac{T_0 - T(t)}{z}}}, \quad (1)$$

где T_0 – базисная температура стерилизации, °С;

z – число градусов, на которое необходимо изменить температуру, чтобы время термической гибели микроорганизмов изменилось в 10 раз, °С;

t – время стерилизации, с;

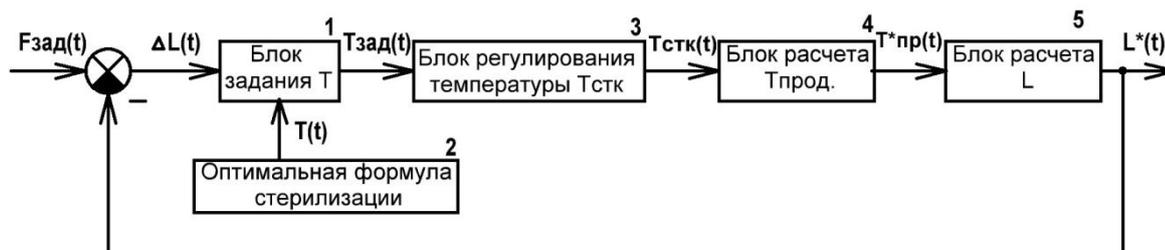
$T(t)$ – вычисленное текущее значение температуры продукта, °С.

После проведения предварительного моделирования процесса стерилизации установлено, что наиболее эффективное регулирование температуры в стерилизационной камере автокла-

ва на этапах нагрева и стерилизации должно осуществляться таким образом, чтобы за минимальное время достичь 60-90 % от заданного уровня фактической летальности для конкретного вида консервной продукции, что приводит к уменьшению продолжительности са.

Процесс охлаждения консервов и, соответственно, снижение температуры продукта осуществляется таким образом, чтобы фактический стерилизующий эффект не превышал нормативный стерилизующий эффект F_0^Z более чем на 10 %.

Схема контура регулирования F-эффекта при модернизированном способе стерилизации приведена на рисунке 1.



$F_{зад}(t)$ – заданное значение фактического стерилизующего эффекта; $L^*(t)$ – текущее рассчитанное значение фактической летальности; $\Delta L(t)$ – невязка (разность) заданного и текущего значений фактической летальности; $T^*пр(t)$ – текущее рассчитанное значение температуры продукта в наименее прогреваемой области банки; $T_{стк}(t)$ – текущее значение температуры в стерилизационной камере автоклава; $T_{зад}(t)$ – заданное значение температуры стерилизационной камеры.

Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматического регулирования по фактическому стерилизующему эффекту (* – рассчитанные значения)

Как видно из схемы, регулируемым параметром является фактическая летальность $L^*(t)$. Предписанным значением для этого параметра является $F_{зад}(t)$. Разность заданного и текущего значений фактической летальности $\Delta L(t)$ поступает на блок 1, в котором вычисляется невязка текущего значения фактического стерилизующего эффекта и значения F-эффекта, рассчитанного по математической модели.

При нулевом значении невязки температура $T_{зад}(t)$ определяется по значению блока 2 «Оптимальной формулы стерилизации». При превышении невязкой значения 0,1 усл. мин, блок задания T изменяет продолжительность этапа собственно стерилизации таким образом, чтобы уменьшить невязку до нуля и обеспечить требуемое значение летальности.

Оптимальная формула стерилизации отличается от традиционной тем, что ее параметры оптимизированы по определенному критерию. Исходя из того, что при модернизированном способе стерилизации требуется провести этапы нагрева и собственно стерилизации за минимальное время, на процесс накладываются ограничения. Во-первых, температура стерилизационной камеры не должна превышать значения максимальной температуры стерилизации для определенного вида консервов при традиционном способе стерилизации. Продукт при повышении температуры стерилизации будет прогреваться интенсивнее, но и быстрее будет терять пищевую ценность. Во-вторых, продукт будет по органолептическим показателям тем лучше, чем меньше избыточное тепловое воздействие оказывается на него в ходе процесса стерилизации. Исходя из этого, температура продукта не должна превышать значения утвержденного традиционного способа стерилизации.

Основным регулируемым параметром при модернизированном способе стерилизации является F-эффект. Контуры регулирования температуры и давления являются подчиненными при таком подходе к управлению процессом. Таким образом, при проведении стерилизации оператору необходимо установить заданное значение фактического стерилизующего эффекта и оптимальную формулу стерилизации.

Регулирование температуры в стерилизационной камере автоклава осуществляется так же, как и при традиционном способе стерилизации (блок 3). Расчет текущего значения температуры продукта в наименее прогреваемой области банки $T^*_{пр}(t)$ (блок 4) осуществляется на основании модели тепловых процессов, проходящих в банке с продуктом. Расчет фактической летальности осуществляется по формуле (1) в блоке 5.

Основным достоинством усовершенствованного способа является упрощение процедуры разработки режима стерилизации, которая зачастую отличается продолжительностью и большими затратами. При таком подходе достаточно по экспериментальным данным получить параметры моделей тепловых процессов в автоклаве и банке с продуктом. При реализации системы управления с использованием модернизированного способа стерилизации разработчикам не потребуется проводить дополнительные стерилизации с целью уточнения режима, достаточно получить математическую модель, оптимизировать процесс и осуществить контрольные проверки полученных в результате моделирования результатов.

Особенностью предлагаемого подхода к осуществлению процесса стерилизации является то, что при существующей микропроцессорной системе автоматического управления процессом стерилизации «по режиму», переход к управлению процессом на основании фактического стерилизующего эффекта будет осуществлен с минимальными капиталовложениями. Необходимо лишь изменить алгоритм работы микропроцессорной системы управления таким образом, чтобы при исполнении его программы осуществлялось математическое моделирование процесса стерилизации, а также расчет фактического стерилизующего эффекта.

Одним из преимуществ разработанного способа является то, что появляется возможность провести высокотемпературную ступенчатую стерилизацию, при этом, не затрачивая больших материальных и временных ресурсов, необходимых при разработке аналогичного режима стерилизации традиционным способом.

Таким образом, модернизированный способ позволит осуществлять процесс стерилизации, основываясь на значении фактической летальности, вычисленной из текущего значения температуры в аппарате по математической модели. Моделирование процесса стерилизации с конкретным продуктом позволит получить оптимальный (по энергозатратам, сохранению ценности продукта) режим, обеспечивающий стерильность консервируемой продукции.

Разработкой системы автоматического управления, позволяющей реализовать модернизированный способ стерилизации, совместно занимаются кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета, которые проводят исследования, направленные на получение математических моделей стерилизационной камеры автоклава АВК-30 и различного ассортимента консервов [4, 5].

Выводы

Разработан и предложен модернизированный способ стерилизации консервной продукции, основанный на вычислении фактического стерилизующего эффекта и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом стерилизации.

Литература

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.

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.

Власов А. В. Оптимизация процесса стерилизации паром в автоклавах периодического действия / А. В. Власов, А. В. Кайченков ; Мурман. гос. техн. ун-т. –Мурманск, 2008. – 6с., ил. – Библиогр.: 3 назв. – Деп. в ВИНТИ 10.11.2008, № 867-В2008.

Власов, А. В. Повышение эффективности стерилизации консервов паром в автоклавах : Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук (05.18.12, 05.13.06). – Мурманск, 2010. - 20 с.

Кайченков, А. В. Разработка и исследование модернизированного способа стерилизации консервов из гидробионтов : Автореф. дисс на соиск. уч. степ. канд. техн. наук (05.18.04, 05.13.06). – Мурманск, 2011. - 20 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ «ПЕЧЕНЬ ТРЕСКИ НАТУРАЛЬНАЯ»

Кайченев А. В. 1, Гроховский В. А.2, Маслов А. А.1, Власов А. В.1, Власова А. Р.1, Куранова Л. К.2 (1 г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; 2МГТУ, кафедра ТПП)

The article describes researches of the canned food sterilization based on the actual sterilization effect. The results of experiments and quality researches of canned food made of hydrobionics are discussed in this article.

В статье описываются исследования способа стерилизации консервной продукции по фактическому стерилизующему эффекту. Приведены результаты экспериментов и исследования качества консервов из гидробионтов.

Обеспечение населения качественными и безопасными продуктами из гидробионтов является стратегической задачей рыбной отрасли России. Одним из наиболее популярных продуктов в нашей стране являются стерилизованные консервы, а ключевым процессом, определяющим их безопасность и качество, является стерилизация.

Научно-исследовательская группа кафедры автоматики и вычислительной техники МГТУ совместно с сотрудниками кафедры технологий пищевых производств ведет разработку и исследование энергоэффективных способов проведения технологических процессов. 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 усовершенствованного способа стерилизации, направленные на получение математического описания, оптимизацию и моделирование процесса стерилизации определенного вида консервной продукции.

Модель модернизированного процесса стерилизации получена на основе математического описания традиционного процесса [2]. Структурная схема представлена на рисунке 1.

Структурная схема состоит из пяти блоков. Блок регулирования температуры стерилизационной камеры (блок 3) включает в себя контур регулирования температуры на этапах нагрева и собственно стерилизации, аналогичный традиционному способу стерилизации [2, АиТ].

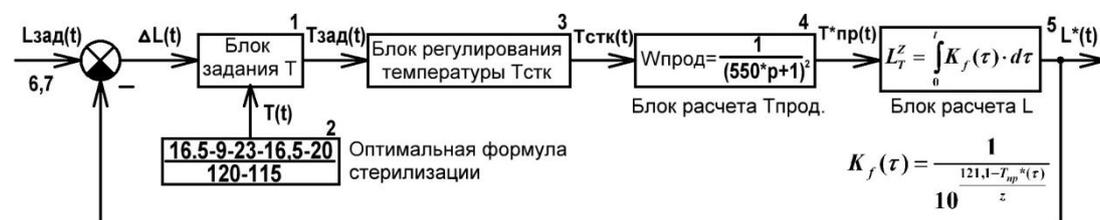


Рисунок 1 - Структурная схема контура регулирования фактического стерилизующего эффекта в АВК-30М при модернизированном способе стерилизации.

Блок расчета $T^*_{пр}$ (блок 4) представлен на рисунке передаточной функцией $W_{прод}$. В блоке расчета L (блок 5) выполняется вычисление фактического стерилизующего эффекта, в соответствии с текущей температурой $T^*_{пр}$.

Блок 2 структурной схемы содержит оптимальную формулу стерилизации (о.ф.с.). На процесс управления модернизированным способом стерилизации накладываются два ограничения. В связи с тем, что консервы «Печень трески натуральная» стерилизуют традиционным способом при максимальной температуре 120 °С, температура стерилизационной камеры не должна превышать это значение. Во-вторых, температура продукта не должна превышать 115 °С.

Формула стерилизации оптимизирована по критерию минимальных затрат на управление процессом с учетом ограничений. Результаты оптимизации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оптимизации формулы стерилизации для консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress для автоклава АВК-30М

Оптимизируемый параметр	Значения результатов оптимизации
Температура в стерилизационной камере $T_{сткл}, ^\circ\text{C}$	119,9
Продолжительность этапа τ_B , мин.	9,1
Продолжительность этапа τ_D , мин.	16,5

Полученная оптимальная формула стерилизации имеет следующий вид:

$$\frac{16,5 - 9 - 23 - 16,5 - 20}{120 - 115} 0,19 - 0,16 \quad (1)$$

Моделирование модернизированного способа стерилизации проведено в специализированной программе для ЭВМ Modern_Optim, разработанной сотрудниками кафедры АиВТ, для режима стерилизации, описываемого формулой (1) для автоклава АВК-30М.

Эксперимент, проведенный по модернизированному способу стерилизации (рисунок 2), показал, что математическая модель адекватно представляет результаты процесса. Максимальная относительная ошибка аппроксимации не превышает 5 %.

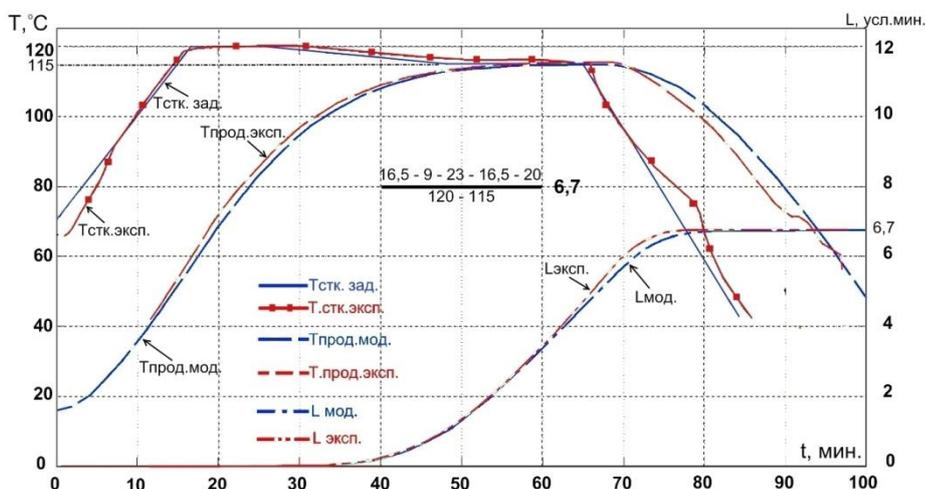


Рисунок 2 – Результаты моделирования и экспериментов оптимального модернизированного способа стерилизации.

Сравнение результатов моделирования обоих способов стерилизации приведено на рисунке 3 и в таблице 2.

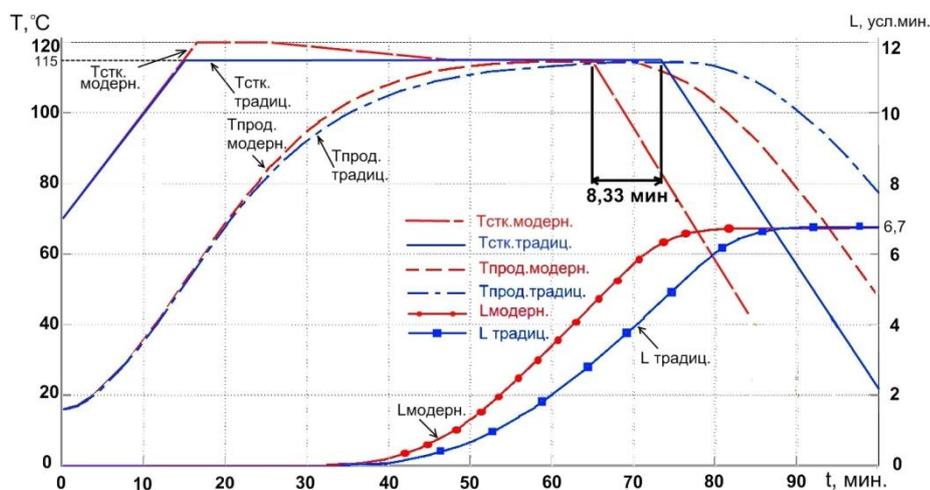


Рисунок 3 – Результаты моделирования традиционного и модернизированного способов стерилизации.

Таблица 2 – Сопоставление полученных результатов при моделировании процесса стерилизации консервов «Печень трески натуральная» для автоклава АВК-30М

Способ стерилизации	Формула стерилизации	F_{ϕ} , усл. мин.	Продолжит. процесса, мин.	Потребляемая эл/энергия, кВт*ч
Традиционный	$\frac{15 - 58,33 - 20}{115}$	6,65	93,33	3,48
Модернизированный	$\frac{16,5 - 9 - 23 - 16,5 - 20}{120 - 115}$	6,75	85	2,79

Моделирование способов стерилизации показывает, что модернизированный способ является более эффективным с точки зрения энергопотребления. Продолжительность модернизированного способа стерилизации короче на 8,9 %, а количество потребляемой электроэнергии меньше на 20 %.

Опытные образцы консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress изготовлены в соответствии с разработанной и утвержденной в МГТУ технологической инструкцией [3]. Стерилизация консервов проведена по технологической инструкции [4].

Определение показателей качества готовой продукции консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress, изготовленных по традиционному и модернизированному способам стерилизации, проводилось по методу балльных шкал. Результаты оценок членов дегустационной комиссии представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние оценки показателей качества опытных образцов консервов

Способ стерилизации	Традиционный	Модернизированный
Показатели качества	Средняя оценка	
Вкус	3,5	4
Аромат	4,33	4,5
Консистенция	3,33	4
Состояние продукта	4	4,33
Цвет печени	3,83	3,83
Цвет жира	2,94	4

Качество консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress, изготовленных по традиционному и модернизированному способам стерилизации соответствует требованиям ГОСТ 13272-2009 «Консервы из печени рыб. Технические условия».

Уровень качества готовой продукции представлен в таблице 4 и в виде профилограммы на рисунке 4. Органолептические показатели качества определены на дегустационном совете МГТУ. По органолептическим показателям консервы, изготовленные по модернизированному способу, не уступают по данному критерию традиционно изготовленным консервам.

Таблица 4 – Результаты производственных испытаний опытных образцов готовой продукции

Показатель	Среднее значение, %	
	Традиционный	Модернизированный
Уровень качества, % (Б)	72 (14,31)	83 (16,53)

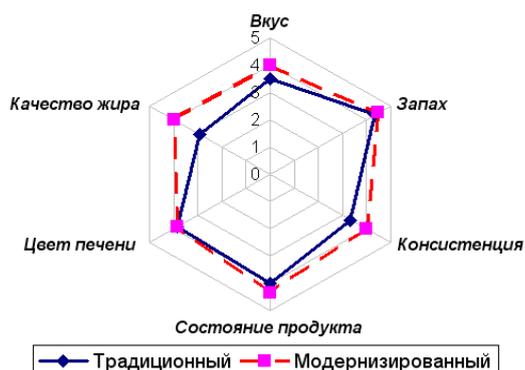


Рисунок 4 – Профилограммы органолептических показателей опытных образцов консервов «Печень трески натуральная»

При определении массы составных частей консервов, стерилизованных двумя способами, установлено, что массовая доля плотной части составляет соответственно 67% и 77% при стерилизации традиционным и модернизированным способами. Это свидетельствует об улучшении потребительских свойств консервов за счет снижения выделившегося в процессе стерилизации жира

Выводы:

Исследования модернизированного способа стерилизации консервов позволили установить, что консервы, изготовленные по модернизированному способу, не уступают по органолептическим показателям традиционно изготовленным консервам. Использование модернизированного способа стерилизации консервов позволяет уменьшить энергозатраты и сократить продолжительность процесса.

Литература

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.

Кайченев А.В., Власов А.В., Власова А.Р. Повышение эффективности стерилизационных установок с использованием модернизированного способа стерилизации консервной продукции. Материалы всероссийской молодежной конференции «Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2011)». Сборник докладов. – М.: МГТУ «Станкин», 2011. – С.62–66.

ТИ 005-2011 Технологическая инструкция по изготовлению консервов «Печень трески натуральная» в банке фирмы Impress.

Технологическая инструкция 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”.

ОЦЕНКА РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОГО ШКАФА ПО РАСХОДУ ХОЛОДА И ЗАТРАТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ХОЛОДИЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ И ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНЫХ ПРОДУКТОВ

Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

In the paper the data of researches of thermal loading of cases of a trade refrigerating machinery are submitted at definition of the charges on the electric power and cost of a cold, without loss of quality of frozen products.

1. Введение

На торговое холодильное оборудование (при его эксплуатации) приходится основная доля потребления электроэнергии. Правильное нормирование расхода электро-энергии и контроль за выполнением норм могут дать значительную экономию электро-энергии. 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-витрин, определены расходы на электроэнергию, определяющие стоимость холода [Эрлихман, 2009].

2. Расчет затрат электроэнергии на работу холодильных шкафов-витрин

Требуемая холодопроизводительность холодильной машины Q_0 обеспечивающая заданную работу холодильной камеры, определена по зависимости:

$$Q_0 = \frac{\sum Q \cdot \varphi}{K_{p.v}} \quad (1)$$

где $\sum Q_0$ - суммарная тепловая нагрузка на холодильную камеру, Вт;

φ - коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах холодильной машины;

$K_{p.v} = \tau_{раб} / (\tau_{раб} + \tau_{ст})$ - коэффициент рабочего времени холодильной машины;

$\tau_{раб}$, $\tau_{ст}$ - время работы и стоянки компрессора холодильной машины соответственно.

Холодопроизводительность холодильной машины существенно зависит от температурных режимов работы, т. е. от температуры кипения (t_0) и температуры конденсации (t_k) хладагента.

Температура кипения хладагента в испарителях принимается в зависимости от температуры воздуха ($t_{возд}$) в холодильной камере.

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. Выбранная холодильная машина должна иметь холодопроизводительность $Q_{од}$ больше или равную требуемой холодопроизводительности Q_0 .

Холодопроизводительность (Q_0) определили по паспортным данным холодильной машины. Теоретическую мощность компрессора (N_T) вычислили 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, определялась также по электросчетчику и рассчитывалась по формуле:

$$N = \frac{n \cdot 3600}{\tau_n \cdot K} \quad (3)$$

где n – обороты диска электросчетчика, (например, 5);

τ_n – время по секундомеру этих n оборотов, сек;

K – количество оборотов диска электросчетчика, равное 1 кВт.

Расход электроэнергии (P) за данный период времени (τ) непрерывной работы холодильного шкафа определили по формуле:

$$P = \tau \cdot N \quad (4)$$

где P – расход электроэнергии, кВт · ч/сутки ;

τ – время работы компрессора холодильной машины, ч;

N – мощность, определяемая по электросчетчику, кВт.

Расчёт, проведённый на основании данных, полученных в результате экспериментальных исследований работы холодильных шкафов-витрин марки Z86 при температуре хранения мороженой продукции минус 14 °С, позволил определить расход электроэнергии (таблица 1).

Расход электроэнергии в холодильных шкафах марки Z86

Таблица 1

Холодильный шкаф		Полезный внутренний объем шкафа, V, м ³	Температура воздуха в магазине, t _в , °С			
Тип холодильного шкафа	Холодопроизводительность шкафа, Q ₀ , кВт		20 °С	23 °С	26 °С	29 °С
			Расход электроэнергии при температуре в холодильном шкафу минус 14 °С, P, кВт · ч/сутки			
Z86-3	5,81	0,294	1,45	1,53	1,65	2,91
Z86-4	5,94	0,392	1,57	1,65	1,77	3,14
Z86-6	7,14	0,588	1,93	2,42	2,56	3,97

Использование методики расчета энергозатрат позволило определить затраты электроэнергии на работу агрегата холодильного шкафа, произвести оптимизацию притоков теплого воздуха (ΔQ , Вт), в зависимости от частоты открывания дверей шкафа (v , ч⁻¹), без потери качества мороженных продуктов.

На основании экспериментальных исследований работы холодильных шкафов, марки Z86 испанской фирмы КОХКА, при температуре минус 14 °С и расчетов определился расход электроэнергии. Сравнение зависимостей холодопроизводительности от расхода электро-

энергии агрегата показало, что при высоких температурах воздуха в магазине расход электроэнергии повышается (Голубев, 2008).

Графики зависимости расхода электроэнергии (P) от температуры воздуха в магазине (t_b , °C) и холодопроизводительности агрегата (Q_0) получили при тепло-технических испытаниях холодильных шкафов-витрин в течение одного года. Таким образом, на основании полученных данных было установлено, что при повышении температуры воздуха в магазине на 3 °C расход электроэнергии в холодильном шкафу марки Z86 увеличивается в среднем на 0,49 кВт · ч/сутки (~ 20 %).

Сравнительный анализ данных позволил построить график зависимости расхода электроэнергии от температуры воздуха в магазине (рис. 1).

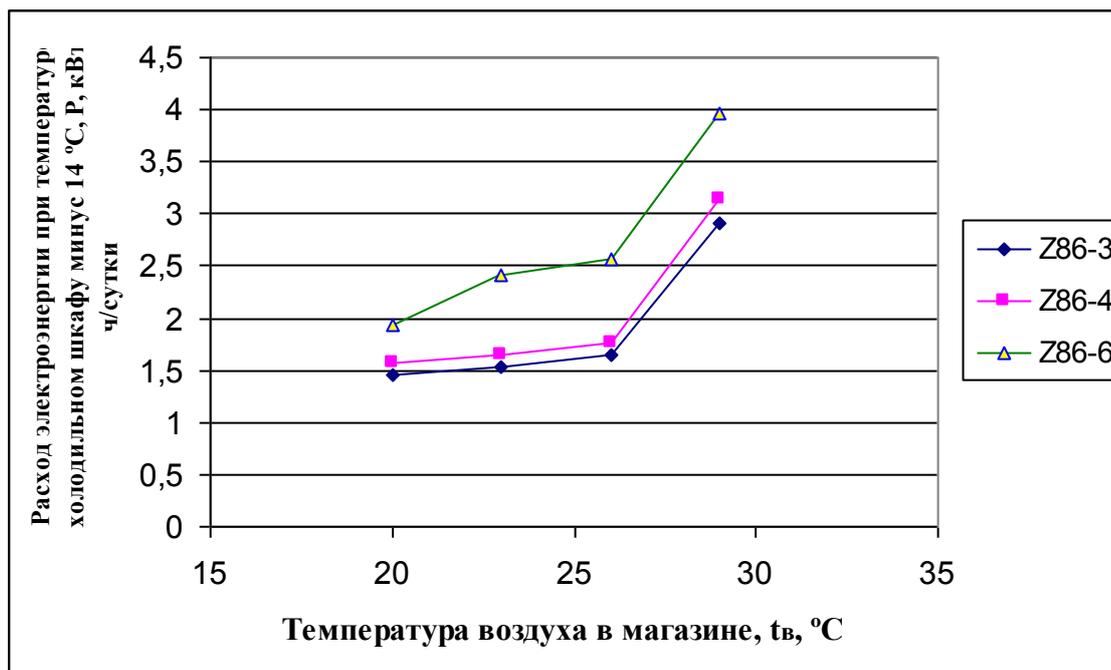


Рис. 1. Графики зависимости расхода электроэнергии (P) от температуры воздуха в магазине (t_b , °C) и холодопроизводительности агрегата (Q_0): Z86-3 $Q_0 = 5,81$ кВт; Z86-4 $Q_0 = 5,94$ кВт; Z86-6 $Q_0 = 7,14$ кВт

Исходя из представленных данных, рассчитали стоимость холода в сутки (например, при цене Ц одного Вт электроэнергии равному 2 руб. 16 коп., стоимость холода C , при холодопроизводительности агрегата 5,81 кВт, температуре воздуха плюс 20 °C и расходе электроэнергии на работу агрегата $P = 1,45$ кВт, будет равной 3132 руб.).

В представленном расчете цена одного кВт электроэнергии (Ц) принимается на данный период времени и стоимость определяется уравнением:

$$C = \text{Ц} \cdot P \quad (5)$$

где C - стоимость холода, руб.;

Ц - цена одного кВт электроэнергии, руб.;

P - расход электроэнергии, кВт · ч/сутки.

Определен расход холодного воздуха, для поддержания заданной температуры в холодильном шкафу-витрине. Расход зависит от холодопроизводительности агрегата, следовательно необходимо определить среднюю частоту открывания дверей холодильного шкафа-витрины и подобрать соответствующую данной частоте холодопроизводительность агрегата.

Энергозатраты увеличатся при увеличении холодопроизводительности агрегата холодильного шкафа-витрины (~ на 6,7 %), однако сохранится качество замороженных продуктов.

3. Заключение

Проведенный анализ периодов открывания дверей и полученных значений теплопритоков в холодильных шкафах-витринах показал, что при повышении температуры воздуха в магазине на 1 °С расход холодного воздуха в холодильном шкафу и расход электроэнергии на его работу увеличиваются пропорционально. Например, при увеличении частоты открывания дверей шкафов торгового холодильного оборудования марки Z86 и дополнительных теплопритоках при хранении мороженой продукции с температурой минус 14 °С затраты на электроэнергию увеличиваются приблизительно на 6,7 % для каждого шкафа (Доильницын, 1984).

Таким образом, при заданной продолжительности хранения мороженой продукции, можно рассчитать притоки теплого воздуха в холодильный шкаф, температуру хранения мороженных продуктов на период времени, предпринять меры по сохранению качества продукта и обосновать экономическим расчетом затраты электроэнергии на холодильную обработку и хранение мороженных продуктов.

Литература

Эрлихман, В. Н. Снижение энергозатрат в процессе производства и хранения замороженных продуктов / В. Н. Эрлихман // Вестник МАХ. - 2010. - № 1. - С. 16-19.

Голубев, Б.В. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине фирмы ОАО “Норд-Вест ФК” / И. Г. Кобылянский, Б. В. Голубев, А. В. Шутов // Вестник МГТУ : Труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2008. – Т. 11, № 2. – С. 358-359.

Доильницын, А. В. Исследование процесса воздухообмена в дверном проеме холодильных камер / А. В. Доильницын, А. М. Бражников, Ю. В. Маяковский, А. П. Фимин // Холодильная техника. - 1984. - № 10. – С. 44-49.

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХОЛОДИЛЬНОГО ШКАФА-ВИТРИНЫ ОТ ВОЗДУХООБМЕНА И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНЫХ ПРОДУКТОВ

Петров Б.Ф., Кобылянский И.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

In the paper the data of researches of thermal loading of cases of a trade refrigerating machinery are submitted at definition of the charges on the electric power and cost of a cold, without loss of quality of frozen products.

1. Введение

Холодильные шкафы в магазинах предприятий рыбной промышленности, как правило, работают круглосуточно, поэтому процессы холодильной обработки и хранения продуктов являются наиболее энергоемкими. Нормативный расход электроэнергии зависит от вида холодильного агрегата, системы охлаждения, загрузки холодильной камеры шкафа и температуры окружающей среды.

Нормы планируются для каждого холодильного шкафа по его планируемой загрузке и средним температурам воздуха и корректируются по фактической загрузке холодильного шкафа и температурам воздуха в магазине за данный период эксплуатации шкафа (сутки, неделя, месяц и т.д.).

Правильное нормирование расхода электроэнергии и контроль за выполнением норм могут дать значительную экономию электроэнергии. Нормы расхода электро-энергии для холодильного шкафа являются той предельной величиной, которая может быть достигнута при правильной эксплуатации холодильной установки, хорошем состоянии изоляционных покрытий, соблюдении технологических инструкций и правильного режима открывания дверей холодильных шкафов.

Основными эксплуатационными показателями работы холодильного шкафа являются тепловая нагрузка, расход холода, расход электроэнергии, холодопроизводительность агрегата и сохранение качества мороженого продукта.

В результате проведения исследований эксплуатационных показателей работы холодильного шкафа марки Z86 были увеличены периоды открывания-закрывания дверей, равные 11,25; 18,55; 27,9 и 33,64 ч⁻¹, при которых происходит практически полное удаление холодного воздуха из шкафа в течение одного часа (Голубев, 2008).

Таким образом, возникла необходимость в разработке методики оценки расходов холода и затрат электроэнергии при увеличенном периоде открывания дверей холодильных шкафов.

2. Расчет расхода холода (теплопритоков) и затрат электроэнергии на работу холодильных шкафов-витрин при хранении мороженой рыбы.

Мороженой называется рыба, температура которой внутри мышц доведена от минус 6 до минус 10 °С и ниже. Замораживание является наиболее распространенным и весьма эффективным способом консервирования, так как при значительном понижении температуры (до

минус 18 °С и ниже) и превращении основной массы свободной воды в лед создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и биохимических реакций.

Наименьшие структурно-механические и химические изменения в тканях рыбы происходят при быстром замораживании в условиях низких температур от минус 18 до минус 35 °С и постоянной низкой температуре хранения. При этом образуются мелкие, равномерно распределенные в тканях кристаллы, исключающие возможность перемещения влаги из волокон и клеток в межволоконные пространства. При дефростации рыбы первоначальная структура мышечной ткани почти полностью восстанавливается.

При медленном замораживании образуются крупные кристаллы льда, в первую очередь между волокнами и клетками, где тканевый сок имеет более низкую концентрацию сухих веществ. При этом происходит разрушение тканей кристаллами льда и большая денатурация белка миозина за счет увеличения концентрации солевых растворов при вымораживании воды. От этого мясо рыбы после дефростации становится более жестким, суховатым, иногда грубоволокнистым и водянистым, недостаточно ароматным и вкусным, что существенно влияет на его кулинарные свойства.

Хранят замороженные продукты при температуре минус 18 °С и относительной влажности воздуха 92...98 %. Продолжительность хранения продукта зависит от его вида, температуры и наличия упаковки. Увеличить сроки хранения можно снижением температуры хранения от минус 25 °С до минус 30 °С. Потери массы при хранении мороженого продукта зависят от упитанности сырья, частоты открывания дверей холодильных шкафов и температуры воздуха магазина. Они составляют 0,05...0,3 % в месяц. При использовании упаковки потери сокращаются в 5...8 раз. При температуре хранения ниже минус 18 °С продолжительность хранения мороженых продуктов может увеличиваться до 18...24 месяцев [Ершов, 2011].

По качеству мороженую рыбу подразделяют на 1-й и 2-й сорта. Рыба 1-го сорта может быть разной упитанности, а осетровые, белорыбица, семга, нельма, балтийский и озерный лососи должны быть только упитанными, непобитыми, с чистой поверхностью и естественной окраской; разделка правильная или с небольшими отклонениями; консистенция после оттаивания плотная; запах свежей рыбы без порочащих признаков. Рыбу, не соответствующую требованиям 1-го сорта хотя бы по одному из указанных признаков, но вполне доброкачественную, относят ко 2-му сорту.

Рыба, повторно замороженная после вынужденного оттаивания, является продуктом низкого, а в отдельных случаях и сомнительного качества. Для нее характерны потускневшая поверхность, выступивший иней, ввалившиеся глаза. Приготовленные из такой рыбы отварные или жареные кулинарные изделия имеют рыхлую, волокнистую консистенцию, недостаточно выраженные вкус и аромат.

Мороженая рыба 1-го сорта должна иметь поверхность чистую, естественной окраски, причем изменения цвета допускаются те же, что и для охлажденной рыбы. Рыба допускается всякой упитанности; только осетровые, нельма и наиболее ценные лососи должны быть упитанными, не тощими.

Разделка рыбы должна быть правильной или с небольшими отклонениями. Консистенция после оттаивания - плотная, запах - свежей рыбы без признаков порчи.

Мороженая рыба 2-го сорта может иметь различные небольшие наружные повреждения, кровоподтеки от ушибов, небольшую побитость или помятость, потускневшую поверхность. Допускается отклонение от правильной разделки. Консистенция мяса может быть ослабев-

шей, но не дряблой, в жабрах и поверхностной слизи возможен кисловатый запах, а у лососевых - запах окислившегося на поверхности жира.

Рыбу сухого искусственного и естественного замораживания в потребительской таре при температуре не выше минус 18 °С хранят не более 1 мес. со дня изготовления, при температуре не выше минус 10 °С пресноводную - не более 3 мес., морскую - не более 2 мес. В результате было установлено, что возможная длительность хранения мороженой рыбы зависит от температуры хранения с погрешностью до 5 %. [Эрлихман, 2010].

Для хранения мороженой рыбы рекомендуется температура воздуха минус 18° С и относительная влажность 100 %.

В. Н. Эрлихман (2010) для оценки качества мороженой рыбы предлагает использовать показатель, обобщающий численные характеристики механохимических процессов при холодильной обработке рыбы. Динамика обобщенной характеристики дает наглядное представление о сроках протекания основных изменений при холодильном хранении рыбы.

Эта зависимость действительна для области температур от минус 10 до минус 40 °С, определена методикой [Эрлихман, 2010] и уравнением:

$$\tau_{\text{в}} = A \cdot (t_{\text{н.з}} - t)^B \quad (1)$$

где А и В - коэффициенты, зависящие от вида продукции;

$\tau_{\text{в}}$ - возможная длительность хранения мороженой продукции, мес.;

$t_{\text{н.з}}$ - температура начала замерзания, °С;

t - температура хранения продукции, °С.

Для жирной рыбы (палтус, скумбрия) А = 0,055 и В = 1,5; для тощей рыбы (треска, хек серебристый, окунь) А = 0,063 и В = 1,636.

Расчетная зависимость изменения температуры воздуха в холодильном шкафу от частоты открывания его дверей по времени представлена на рис. 1.

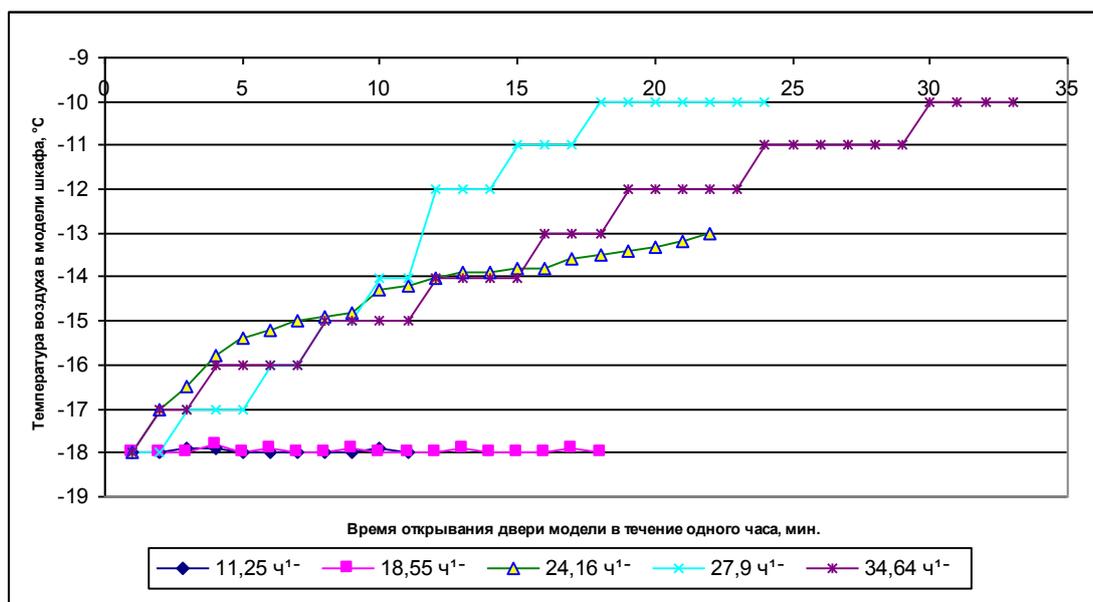


Рис. 1. Графики зависимости температуры воздуха в шкафу от времени и частоты открывания дверей холодильного шкафа

Для количественной оценки качества продукта, ухудшающегося в процессе хранения, вводится величина показателя качества.

Показатель качества мороженой продукции в холодильном шкафу определили выражением:

$$K = \frac{\tau_0}{\tau_B} = \frac{\tau_B - \tau}{\tau_B} = 1 - \frac{\tau}{\tau_B}, \quad (2)$$

где K - показатель качества мороженой продукции;

τ_0 - время, оставшееся до потери пригодности мороженой продукции, сут.;

τ - продолжительность хранения мороженой продукции, сут..

Выражение (2) удовлетворяет граничным условиям. При продолжительности хранения $\tau = 0$ показатель качества имеет наибольшее значение – $K = 1$; при продолжительности хранения, равной возможной длительности хранения ($\tau = \tau_B$), $K=0$, что означает непригодность продукта к употреблению. Покажем приведение приведенных зависимостей на примере определения продолжительности хранения рыбных продуктов при трехкратном изменении температуры (t) (таблица 1).

Таблица 1

Вид рыбы	Продолжительность хранения рыбы на этапах, мес.		Температура начала заморозки, $t_{н.з}$, °C	Температура хранения рыбы на этапах, °C			Коэффициенты, зависящие от вида продукции	
	τ_1	τ_2		t_1	t_2	t_3	A	B
Треска	2	1,5	- 1	- 20	- 18	- 16	0,063	1,636
Хек	1,5	1	- 1	- 19	- 16	- 15	0,063	1,636
Окунь	3	2	- 1	- 18	- 15	- 14	0,063	1,636
Палтус	2	1,5	- 1	- 20	- 18	- 16	0,055	1,5
Скумбрия	2,5	2	- 1	- 18	- 16	- 10	0,055	1,5

продолжение таблицы 1

Вид рыбы	Возможная длительность хранения рыбы на этапах, мес.			Показатели качества мороженой рыбы				
	$\tau_{в1}$	$\tau_{в2}$	$\tau_{в3}$	K	K_1	K_{i2}	K_2	K_{i3}

Треска	5,22	4,42	3,66	1	0,55	0,48	0,47	-
Хек	4,81	3,62	3,30	1	0,45	0,45	0,44	0,43
Окунь	4,42	3,30	2,95	1	0,39	0,38	0,37	0,36
Палтус	6,11	5,12	4,19	1	0,61	0,59	0,58	-
Скумбрия	5,12	4,19	1,89	1	0,52	0,51	0,50	-

Колебания температуры хранения мороженных продуктов является одной из причин сублимации льда: происходит потеря массы продукта, понижение его качества; ухудшаются консистенция, вкус, запах; снижается влагоудерживающая способность; образование крупных кристаллов льда в результате рекристаллизации. Рекристаллизация отрицательно действует на качество продуктов, так как происходит деформация и разрыв клеток, увеличиваются потери сока продукта при размораживании; изменяется липидная фракция, в результате чего снижается пищевая ценность продуктов.

При контакте с теплым воздухом образуются первичные и вторичные продукты окисления, биологическая ценность и органолептические показатели продукта снижаются (Ершов, 2011).

Теория и практика холодильного хранения рыбных продуктов показывают, что их повреждения под действием низких температур развиваются в две стадии. На первой стадии изменения связаны с самим фактом холодильного хранения и являются результатом изменения структуры воды и ее связей с белковыми макромолекулами, вызывающего в них изменения денатурационного характера. На второй стадии изменения происходят во время нахождения биосистемы в мороженном виде и связаны с дискоординацией биохимических процессов как в результате изменений, вызванных первой стадией, так и нарушений в работе ферментных систем, механизмов проницаемости мембраны и синтеза белка.

На рис. 2 показаны показатели качества при различных сроках хранения мороженой рыбы.

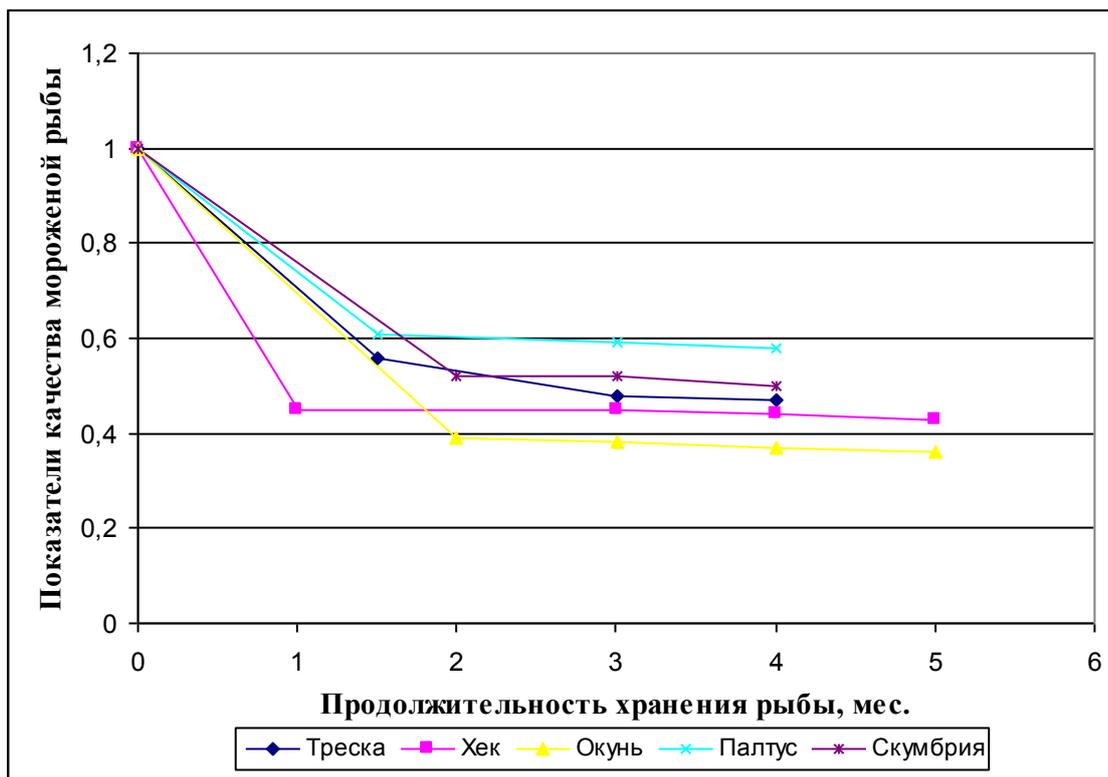


Рис. 2. Графики изменения показателя качества мороженой рыбы в процессе хранения

Экспериментальные точки на графике хорошо согласуются с расчетными кривыми. Как видно из рис. 2 (на примере хранения трески) продолжительность хранения мороженой продукции может быть увеличена, без потери её качества. [Эрлихман, 2010].

Низкие температуры оказывают различное влияние на мороженную рыбу в первой и второй стадиях процесса. С одной стороны, при пониженной температуре степень повреждений мороженой рыбы увеличивается, с другой - снижается интенсивность метаболизма на второй стадии.

Для обоснования продолжительности и условий хранения каждого вида мороженого продукта необходимо проводить тщательные исследования всех взаимосвязанных факторов, оказывающих влияние на его качество.

Нежелательные изменения цвета и внешнего вида продукта (потеря интенсивности окраски поверхности рыбы и тканей, потеря блеска поверхности, развитие холодильного “ожога”, подсушенная поверхность, выделение сока при размораживании, мутность мышц, мелоподобный внешний вид мышц) объясняются необратимыми изменениями, происходящими в мышечных белках.

Температуру хранения мороженой рыбы всегда необходимо поддерживать на возможно низком уровне, учитывая, что сроки хранения каждой данной партии до потребления обычно трудно предсказать.

Факторами, лимитирующими продолжительность хранения рыбы, как указывает В.Н. Эрлихман (2010), принято считать вкус и консистенцию рыбы; чтобы сохранить их возможно длительное время, необходимо строгое соблюдение рекомендуемой температуры хранения и транспортировки рыбы.

В конечном итоге, продолжительность хранения мороженых рыбных продуктов зависит от качества и степени свежести сырья, из которого приготовлен продукт, условий производства и хранения продукта, особенно температурных, вида упаковки и качества упаковочных материалов.

Таким образом, при заданной продолжительности хранения мороженой продукции, можно рассчитать температуру хранения на период времени и предпринять меры по сохранению качества продукта.

3. Заключение

Обобщение и анализ экспериментальных исследований, проведенных на мороженой рыбе, позволили выявить следующие основные зависимости:

- 1) Недопустимость колебаний температуры холодильного хранения и относительной влажности воздуха, неизбежно ведущих к ухудшению качества мороженой рыбы.
- 2) Недопустимость повторного замораживания рыбы в случае ее размораживания.

Литература

Эрлихман, В. Н. Снижение энергозатрат в процессе производства и хранения замороженных продуктов / В. Н. Эрлихман // Вестник МАХ. - 2010. - № 1. - С. 16-19.

Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова [и др.]; под ред. док. техн. наук, проф. А.М. Ершова.- М.: Колос , 2010.-1064с.

Голубев, Б.В. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине фирмы ОАО “Норд-Вест ФК” / И. Г. Кобылянский, Б. В. Голубев, А. В. Шутов // Вестник МГТУ : Труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2008. – Т. 11, № 2. – С. 358-359.

СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАНЯЕМОСТИ МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МОРОЖЕНОЙ РЫБЫ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ) В ХОЛОДИЛЬНОМ ТОРГОВОМ ОБОРУДОВАНИИ

Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

In clause the scientific - methodical aspects of perfection of refrigerating machineries in organization of trade - technological process of the enterprises of a fish industry, sub-stantiation of prospects of rationalization with use of opportunities of the domestic market and existing circuits of purchase of a trade refrigerating machinery are considered.

1. Введение

Хранение - важнейший этап товародвижения, начинающийся от производства и выпуска готовой продукции и завершающийся ее использованием для последующей промышленной переработки или в питании населения.

Состояние хранения мороженой продукции определяется наличием, емкостью и размещением материально-технической базы, специализированной для мороженой продукции определенных групп или видов с учетом их биологических, химических и физических особенностей.

Сохраняемость мороженой рыбы – это способность мороженой продукции не изменять свои потребительские свойства или изменять их с минимальными потерями в течение обусловленных сроков хранения.

Задачей товароведения являются дальнейшее глубокое изучение и раскрытие потребительских свойств товаров, разработка простых и вместе с тем эффективных способов исследования этих свойств, обеспечение сохранения их на всем пути движения товара от производителя к потребителю.

Исследованием товаров в товароведной практике называется проверка их соответствия тем требованиям, которые определены стандартами на данные товары.

В настоящее время в России действует порядка 300 тыс. предприятий и организаций, связанных с производством, эксплуатацией, обслуживанием и проектированием холодильных систем, а также с обучением персонала (включая малые предприятия с числом работающих 3-5 человек). В промышленности работает порядка 170 тыс. холодильных установок, в сельском хозяйстве - 400 тыс., в торговле - более 3 млн. центральных кондиционеров, также насчитывается транспортных рефрижераторов - 130 тыс., бытовых холодильников - 62 млн..

Холодильная техника сохраняет скоропортящиеся продукты в рыбной промышленности и других промышленных отраслях страны, создает комфортные условия установками кондиционирования воздуха, использует тепловые насосы для отопления вместо сжигания топлива, опресняет соленые воды холодильными методами, создает благоприятные условия для хода технологических процессов в ряде других отраслей промышленности.

Производство бытового холодильного оборудования развивается достаточно успешными темпами. С начала текущего века объем производства увеличился в 2,2 раза, достигнув уров-

ня докризисного 1990 г. - 3,84 млн. единиц. Только за последние 5 лет объемы производства и продаж бытовых холодильных приборов в России возросли в 1,4 раза, из них более 60 % произведены на территории нашей страны. На экспорт отправляется 14% производимых в стране бытовых холодильников и морозильников. Общее число основных типоразмеров изделий, выпускаемых сегодня российскими предприятиями в диапазоне полезных объемов от 50 до 510 л, превышает 300.

Однако проблема сохраняемости мороженой продукции (на примере мороженой рыбы и рыбной продукции) в холодильном торговом оборудовании является актуальной и без её решения невозможно обеспечить продовольственную безопасность России.

2. Интеграция безопасности для сохраняемости мороженой продукции.

Обеспечение сохраняемости мороженой продукции (на примере мороженой рыбы и рыбной продукции) в торговом холодильном оборудовании позволяет улучшить снабжение населения полноценными продуктами питания, а также при достаточных для внутреннего потребления объемах производства повышает экспортные возможности страны.

В стране продолжается строительство новых перерабатывающих предприятий, а также существует необходимость реконструкции холодильных систем действующих предприятий, износ которых достигает 80 %.

В настоящее время холод стал неременным элементом современного быта, область его использования широка. Трудно представить жизнь крупных городов, развитие пищевой индустрии и торговли без холодильных машин различной мощности.

Отечественное холодильное машиностроение ранее выпускало все виды холодильного оборудования, полностью обеспечивая потребности страны. Практически все компоненты выпускаемых холодильных машин и установок были отечественного производства. Опора на международную кооперацию была минимальной.

Начиная с 1992 г. в стране шло падение объемов производства холодильного оборудования на предприятиях, осуществляющих полный цикл от разработки до серийного выпуска.

В то же время образовались малые предприятия по выпуску холодильной техники, в первую очередь для торговли, работающие в основном (90%) на импортных комплектующих (компрессоры, аппараты, системы автоматизации).

По данным Государственного таможенного комитета Российской Федерации количество импортных холодильных установок в торговой сети растет с каждым годом и одновременно возрастает их роль в сохранении высокого качества продуктов в сфере обращения.

Данное обстоятельство определяет и серьезно повышает технологические требования к функционированию высоконадежного холодильного хозяйства торгового предприятия для хранения мороженой продукции, особенно с момента вылова рыбной продукции, обеспечения сохранения для доведения её до рыбопромышленных перерабатывающих предприятий или конечного потребителя.

Во-вторых – это снижение пищевой ценности мороженой продукции при её хранении на работающем торговом холодильном оборудовании с температурными режимами не предусмотренными ГОСТ 23833-95.

Стандартами на товары в России являются ГОСТы, в которых предусмотрены определенные показатели (нормы) для того или иного товара.

Важнейшей задачей стандартизации является борьба за высокое качество товаров. В связи с этим устанавливаемые в стандартах нормы технических требований основываются на новейших достижениях науки и техники и периодически пересматриваются для повышения этих требований.

Стандартизация товаров обеспечивает потребителю комплектность и безусловную взаимозаменяемость частей в изделиях; она устанавливает наиболее рациональное использование сырья и оборудования, рационализирует производство.

Задачей товароведения являются дальнейшее глубокое изучение и раскрытие потребительских свойств товаров, разработка простых и вместе с тем эффективных способов исследования этих свойств, обеспечение сохранения их на всем пути движения товара от производителя к потребителю.

Исследованием товаров в товароведной практике называется проверка их соответствия тем требованиям, которые определены стандартами на данные товары.

Например мороженой называется рыба, температура которой внутри мышц доведена от минус 6 до минус 10 °С и ниже. Замораживание является наиболее распространенным и весьма эффективным способом консервирования, так как при значительном понижении температуры (до минус 18 °С и ниже) и превращении основной массы свободной воды в лед создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и биохимических реакций.

Наименьшие структурно-механические и химические изменения в тканях рыбы происходят при быстром замораживании в условиях низких температур от минус 18 до минус 35 °С и постоянной низкой температуре хранения. При этом образуются мелкие, равномерно распределенные в тканях кристаллы, исключающие возможность перемещения влаги из волокон и клеток в межволоконные пространства. При дефростации рыбы первоначальная структура мышечной ткани почти полностью восстанавливается.

При медленном замораживании образуются крупные кристаллы льда, в первую очередь между волокнами и клетками, где тканевый сок имеет более низкую концентрацию сухих веществ. При этом происходит разрушение тканей кристаллами льда и большая денатурация белка миозина за счет увеличения концентрации солевых растворов при вымораживании воды. От этого мясо рыбы после дефростации становится более жестким, суховатым, иногда грубоволокнистым и водянистым, недостаточно ароматным и вкусным, что существенно влияет на его кулинарные свойства.

Хранят замороженные продукты при температуре минус 18 °С и относительной влажности воздуха 92...98 %. Продолжительность хранения продукта зависит от его вида, температуры и наличия упаковки. Увеличить сроки хранения можно снижением температуры хранения от минус 25 °С до минус 30 °С. Потери массы при хранении мороженого продукта зависят от упитанности сырья, частоты открывания дверей холодильных шкафов и температуры воздуха магазина. Они составляют 0,05...0,3 % в месяц. При использовании упаковки потери сокращаются в 5...8 раз. При температуре хранения ниже минус 18 °С продолжительность хранения мороженных продуктов может увеличиваться до 18...24 месяцев [Ершов, 2011].

По качеству мороженую рыбу подразделяют на 1-й и 2-й сорта. Рыба 1-го сорта может быть разной упитанности, а осетровые, белорыбица, семга, нельма, балтийский и озерный лососи должны быть только упитанными, непобитыми, с чистой поверхностью и естественной окраской; разделка правильная или с небольшими отклонениями; консистенция после оттаивания

плотная; запах свежей рыбы без порочащих признаков. Рыбу, не соответствующую требованиям 1-го сорта хотя бы по одному из указанных признаков, но вполне доброкачественную, относят ко 2-му сорту.

Рыба, повторно замороженная после вынужденного оттаивания, является продуктом низкого, а в отдельных случаях и сомнительного качества. Для нее характерны потускневшая поверхность, выступивший иней, ввалившиеся глаза. Приготовленные из такой рыбы отварные или жареные кулинарные изделия имеют рыхлую, волокнистую консистенцию, недостаточно выраженные вкус и аромат.

Мороженая рыба 1-го сорта должна иметь поверхность чистую, естественной окраски, причем изменения цвета допускаются те же, что и для охлажденной рыбы. Рыба допускается всякой упитанности; только осетровые, нельма и наиболее ценные лососи должны быть упитанными, не тощими.

Разделка рыбы должна быть правильной или с небольшими отклонениями. Консистенция после оттаивания - плотная, запах - свежей рыбы без признаков порчи.

Мороженая рыба 2-го сорта может иметь различные небольшие наружные повреждения, кровоподтеки от ушибов, небольшую побитость или помятость, потускневшую поверхность. Допускается отклонение от правильной разделки. Консистенция мяса может быть ослабевшей, но не дряблой, в жабрах и поверхностной слизи возможен кисловатый запах, а у лососевых - запах окислившегося на поверхности жира.

Рыбу сухого искусственного и естественного замораживания в потребительской таре при температуре не выше минус 18 °С хранят не более 1 мес. со дня изготовления, при температуре не выше минус 10 °С пресноводную - не более 3 мес., морскую - не более 2 мес. В результате было установлено, что возможная длительность хранения мороженой рыбы зависит от температуры хранения с погрешностью до 5 %. [Эрлихман, 2010].

Для хранения мороженой рыбы рекомендуется температура воздуха минус 18° С и относительная влажность 100 %.

Колебания температуры хранения мороженых продуктов является одной из причин сублимации льда: происходит потеря массы продукта, понижение его качества; ухудшаются консистенция, вкус, запах; снижается влагоудерживающая способность; образование крупных кристаллов льда в результате рекристаллизации. Рекристаллизация отрицательно действует на качество продуктов, так как происходит деформация и разрыв клеток, увеличиваются потери сока продукта при размораживании; изменяется липидная фракция, в результате чего снижается пищевая ценность продуктов.

При контакте с теплым воздухом образуются первичные и вторичные продукты окисления, биологическая ценность и органолептические показатели продукта снижаются (Ершов, 2011).

Теория и практика холодильного хранения рыбных продуктов показывают, что их повреждения под действием низких температур развиваются в две стадии. На первой стадии изменения связаны с самим фактом холодильного хранения и являются результатом изменения структуры воды и ее связей с белковыми макромолекулами, вызывающего в них изменения денатурационного характера. На второй стадии изменения происходят во время нахождения биосистемы в мороженном виде и связаны с дискоординацией биохимических процессов как

в результате изменений, вызванных первой стадией, так и нарушений в работе ферментных систем, механизмов проницаемости мембраны и синтеза белка.

На рис. 1 показаны показатели качества при различных сроках хранения мороженой рыбы.

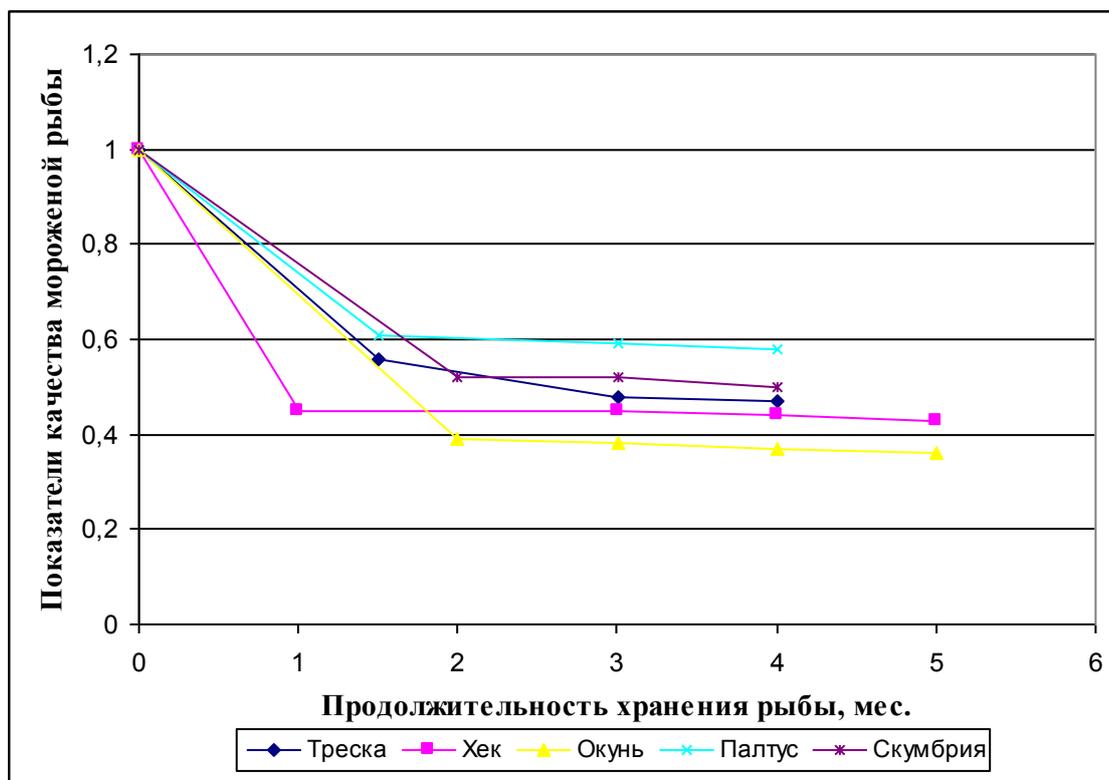


Рис. 1. Графики изменения показателя качества мороженой рыбы в процессе хранения

Экспериментальные точки на графике хорошо согласуются с расчетными кривыми. Как видно из рис. 1 (на примере хранения трески) продолжительность хранения мороженой продукции может быть увеличена, без потери её качества. [Эрлихман, 2010].

Низкие температуры оказывают различное влияние на мороженую рыбу в первой и второй стадиях процесса. С одной стороны, при пониженной температуре степень повреждений мороженой рыбы увеличивается, с другой - снижается интенсивность метаболизма на второй стадии.

Для обоснования продолжительности и условий хранения каждого вида мороженого продукта необходимо проводить тщательные исследования всех взаимосвязанных факторов, оказывающих влияние на его качество.

Нежелательные изменения цвета и внешнего вида продукта (потеря интенсивности окраски поверхности рыбы и тканей, потеря блеска поверхности, развитие холодильного “ожога”, подсушенная поверхность, выделение сока при размораживании, мутность мышц, мелоподобный внешний вид мышц) объясняются необратимыми изменениями, происходящими в мышечных белках.

Температуру хранения мороженой рыбы всегда необходимо поддерживать на возможно низком уровне, учитывая, что сроки хранения каждой данной партии до потребления обычно трудно предсказать.

Факторами, лимитирующими продолжительность хранения рыбы, как указывает В.Н. Эрлихман (2010), принято считать вкус и консистенцию рыбы; чтобы сохранить их возможно длительное время, необходимо строгое соблюдение рекомендуемой температуры хранения и транспортировки рыбы.

В конечном итоге, продолжительность хранения мороженых рыбных продуктов зависит от качества и степени свежести сырья, из которого приготовлен продукт, условий производства и хранения продукта, особенно температурных, вида упаковки и качества упаковочных материалов.

Таким образом, при заданной продолжительности хранения мороженой продукции, можно рассчитать температуру хранения на период времени и предпринять меры по сохранению качества продукта.

3. Заключение

Рациональное обеспечение сохраняемости мороженой продукции (на примере мороженой рыбы и рыбной продукции) требует постановки и реализации следующих государственных задач:

- снижение интенсивности физических, химических, биохимических процессов, происходящих при холодильном хранении мороженых продуктов;
- предотвращение развития микробиологических процессов в хранящейся в торговом холодильном оборудовании мороженой продукции и реализуемой её потребителям при помощи рефрижераторов на различных видах транспорта.
- соблюдение сроков и условий холодильного хранения мороженой продукции.

Литература

ГОСТ 23833-95. Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 23833-79 ; введ. 1997-01.-01. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Изд-во стандартов, 1996. – 38 с.

Голубев, Б.В. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине фирмы ОАО “Норд-Вест ФК” / И. Г. Кобылянский, Б. В. Голубев, А. В. Шутов // Вестник МГТУ : Труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2008

Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова [и др.]; под ред. док. техн. наук, проф. А.М. Ершова.- М.: Колос , 2010.-1064с.

Николаева, М.А. Товарная экспертиза.-М.:Издательский дом “Деловая литература”.-1998.-228с.

Эрлихман, В. Н. Снижение энергозатрат в процессе производства и хранения замороженных продуктов / В. Н. Эрлихман // Вестник МАХ. - 2010. - № 1. - С. 16-19.

. – Т. 11, № 2. – С. 358-359.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НОВЫХ ВИДОВ КОНСЕРВОВ-ПАШТЕТОВ ИЗ САЙКИ

Ефремова А. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

На кафедре ТПП проводятся исследования по разработке технологий консервов-паштетов из сайки с добавлением в рыбный фарш различных компонентов растительного происхождения (тыквы, моркови, лука) [1].

Целью данной работы являлось изучение пищевой ценности консервов-паштетов из сайки, обогащенных овощами.

В консервах, изготовленных по разработанным технологиям, были определены органолептические и физико-химические показатели. На рисунке 1 представлен комплексный описательный органолептический анализ консервов. По результатам дегустационной оценки все образцы паштетов имели хорошие органолептические показатели.

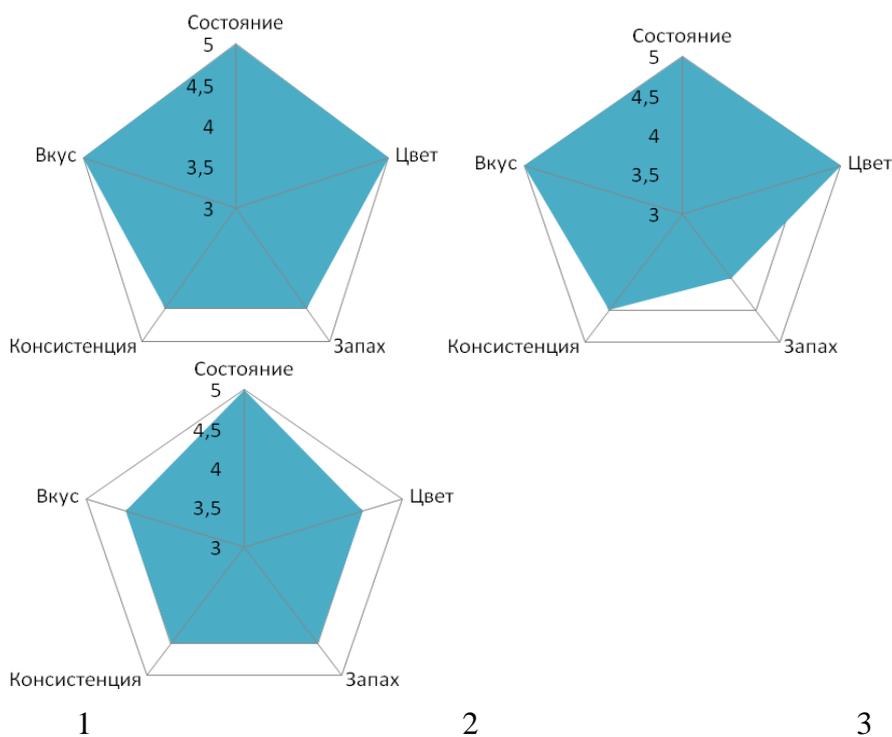


Рисунок 1. – Профилограммы дегустационной оценки консервов-паштетов:

1– тыквенный, 2 – морковный, 3 – из подкопченной сайки.

В таблице 1 представлен химический состав и энергетическая ценность консервов-паштетов из сайки.

Таблица 1– Химический состав консервов-паштетов

Наименование консервов	Массовая доля, г в 100 г продукта					Энергетическая ценность, кКал/100г
	Вода	Сырой протеин	Углеводы	Мин. вещества	Липиды	

Паштет из бланшированной сайки (тыквенный)	70,1	9,9	5,6	1,3	13,1	185
Паштет из бланшированной сайки (морковный)	70,3	10,2	5,1	1,1	13,3	186
Паштет из копченой сайки	67,0	16,5	4,4	1,8	10,3	181

В ходе работы были проведены исследования содержания аминокислот в образцах консервов «Паштет из сайки бланшированной с овощами (тыквенный)» методом, основанном на хроматографическом разделении модифицированных с помощью ортофталевого альдегида и β-меркаптоэтанола аминокислот и таурина, с последующей регистрацией спектрофлуориметрическим детектором. Анализ проводили на базе химической лаборатории МГУ (г. Москва). Результаты исследований представлены в таблице 2, здесь же приведены результаты расчёта биологической ценности консервов, проведённого в соответствии с рекомендациями Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) 2007 года [4].

На рисунке 2 приведён состав незаменимых аминокислот в исследуемом образце.

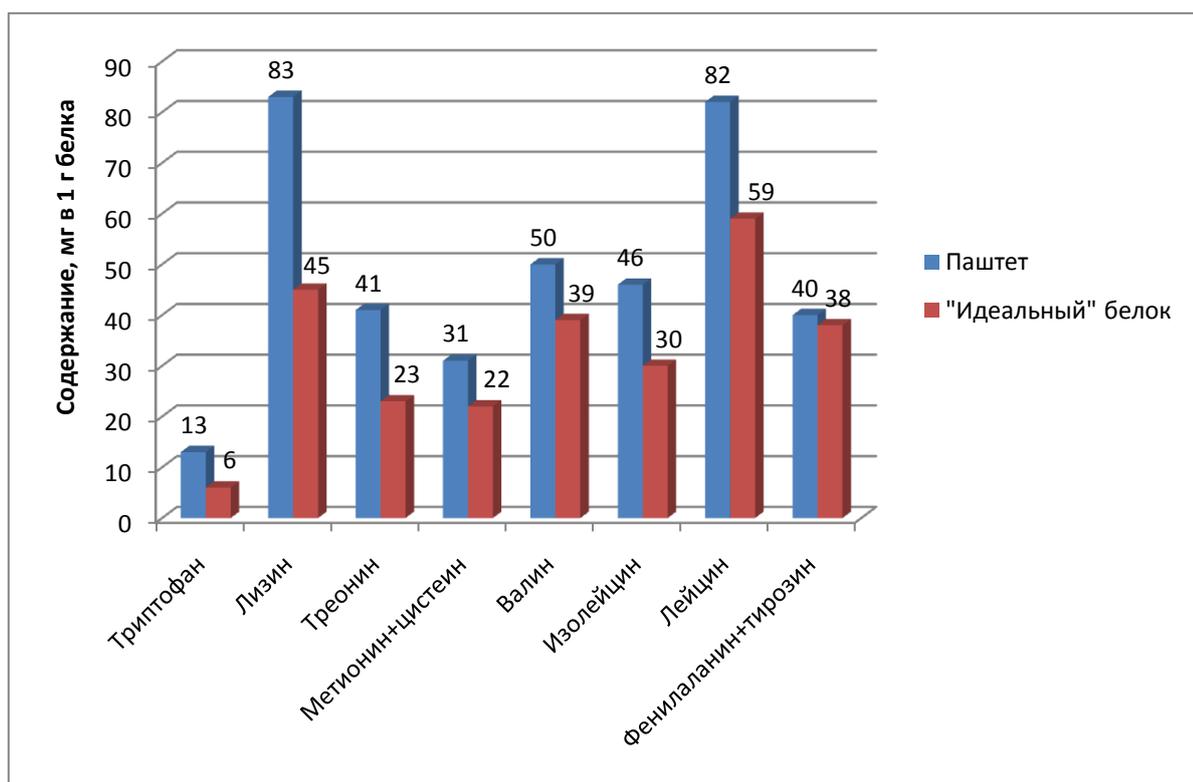


Рисунок 2 – Сравнительный анализ содержания незаменимых аа в исследуемом паштете и идеальном белке

Для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот относительно эталонного белка рассчитывали коэффициент рациональности R_c по формуле:

$$R_c = \frac{\sum A_i \cdot K_i}{\sum A_i},$$

где: A_i – содержание незаменимой i -ой аминокислоты, мг/г белка;

K_i – коэффициент утилитарности i -ой аминокислоты.

Анализ данных показывает, что исследованные образцы характеризуются полным набором белковых аминокислот, в том числе незаменимых, при этом лимитирующие отсутствуют. Таким образом, консервы-паштеты из сайки являются полноценными белковыми продуктами. В паштетах в максимальном количестве присутствуют триптофан, лизин и треонин. Белок исследованного продукта достаточно хорошо сбалансирован по сравнению с эталонным белком, что доказывает высокое значение коэффициента рациональности ($R_c = 0,94$).

Также была проведена оценка фактического содержания жирных кислот в консервах «Паштет из сайки бланшированной с овощами (тыквенный)», содержание жира в продукте составляет 13,1% (31,44 г в банке 3, нетто 240 г). Содержание жирных кислот приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание жирных кислот

Кислота	% содержания в жире	г в 240 г продукта
Насыщенные жирные кислоты	13,08	4,11
Лауриновая (C12:0)	0,02	0,006
Тридекановая (C13:0)	0,01	0,003
Миристиновая (C14:0)	1,43	0,446
Пентадекановая (C15:0)	0,31	0,097
Пальмитиновая (C16:0)	7,73	2,430
Маргариновая (C17:0)	0,43	0,136
Стеариновая (C18:0)	3,15	0,945
Мононенасыщенные	45,31	14,2
Пальмитолеиновая (C16:1)	4,64	1,459
Гептаценовая (C17:1)	0,26	0,516
Олеиновая (C18:1)	30,18	9,489
Наноцеденовая (C19:1)	0,04	0,012
Гондоиновая (C20:1)	7,15	2,248
Эруковая (C22:1)	3,04	0,956

Полиненасыщенные	41,60	13,100
Гексадекадиеновая (С16:2)	0,31	0,097
Гексадекатриеновая (С16:3)	0,18	0,057
Линолевая (С18:2)	26,46	8,319
Линоленовая(С18:3)	1,68	0,528
Октадекатетраеновая (С18:4)	0,15	0,047
Эйкозатриеновая (С20:3)	0,34	0,107
Арахидоновая (С20:4)	0,14	0,044
Эйкозапентаеновая (С20:5)	5,47	1,720
Докозапентаеновая (С22:5)	0,63	0,198
Докозагексаеновая (С22:6)	6,24	1,962

Жирнокислотный состав липидов исследуемых консервов имеет ненасыщенный характер, сумма НЖК составляет 87 % .

ВОЗ рекомендует придерживаться пропорции, как 5-10:1[3], но при этом рекомендуется стремиться к увеличению доли омега-3 [4]. Соотношение омега-6 и омега-3 ПНЖК в исследуемых консервах 2,5:1. В исследуемых консервах в 240 г продукта содержание омега-3 ЖК составляет около 4 г, что почти в 3 раза превышает рекомендованную суточную потребность.

Рекомендуемые нормы потребления общего жира и жирных кислот для взрослых и детей согласно рекомендациям доклада 2010 года о результатах совместной работы экспертов ФАО/ВОЗ «Жиры и жирные кислоты в рационе человека» представлены в таблице 3 [2].

Таблица 3– Рекомендуемое потребление жиров и жирных кислот для взрослых

Жир/жирная кислота	Рекомендуемая норма, % энергии	
	взрослые	дети
Общий жир	20–35	25-35
Насыщенные жирные кислоты	10	8
Мононенасыщенные жирные кислоты	4–14	6-16
Полиненасыщенные жирные кислоты	6–11	11

Анализ фактического содержания и требуемых дневных норм потребления жира и жирных аминокислот для взрослых и детей из расчёта рациона в 2400 и 1500 ккал/день в консервах типа паштет из сайки бланшированной с добавлением тыквы представлены в таблице 4 [2].

Таблица 4– Анализ фактического содержания и требуемых дневных норм потребления жира и жирных кислот

Жирные кислоты	Содержание в 240 г продукта, г	ЭЦ, ккал	Рекомендуемая норма, ккал		Обеспечения дневной нормы, %	
			взрослые	дети	взрослые	дети
Общий жир	31,44	286,1	600	450	47,7	63,6
НЖК	4,11	37,42	240	120	15,6	31,2
МНЖК	14,2	129,6	168	165	77,1	78,5
ПНЖК	13,1	119	192	165	62	72,1

Анализ образцов паштетов из сайки по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям выявил, что полученная продукция обладает высокой пищевой ценностью, хорошими потребительскими свойствами, высоким содержанием белка, жира и минеральных веществ.

Литература

Ефремова А.А. Разработка технологии консервов «Паштеты рыбные» из малорентабельных рыб Северного бассейна. Магистерская диссертация. – Мурманск: МГТУ, 2011, 74 с.

Методические рекомендации МР 2.3.1.2332-08 «Новые физиологические потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

Harris. W.S. Alpha-Linolenic Acid. A gift from the land /W.S.Harris// Circulation.- 2005.- Vol. – P. 2872-2874.

WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Proteins and amino acids in human nutrition. Geneva: World Health Organ Tech Rep Ser.; 935:265 pages, 2007.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЕЧЕНИ И СЕРДЦЕ ОДОМАШНЕННОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ

Туршук Е. Г., Лобода Е. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

North reindeer byproducts can be used in food. But they are not enough research. We investigated the content of vitamins and minerals in the liver and heart of north reindeer. North reindeer byproducts are an excellent source of vitamins and minerals. Liver and heart is a good product for use in a food.

Рациональное питание – важнейшее условие сохранения здоровья, нормального роста и развития организма человека. Сегодня не вызывает сомнения, что полноценное питание определяется не только энергетической ценностью пищи, сбалансированностью рациона по белкам, жирам и углеводам, но и обеспеченностью витаминами и микроэлементами. Большинство витаминов не синтезируются в организме человека. Поэтому они должны регулярно и в достаточном количестве поступать в организм с пищей. Витамины участвуют во множестве биохимических реакций, выполняя каталитическую функцию в составе активных центров большого количества разнообразных ферментов либо выступая информационными регуляторными посредниками, выполняя сигнальные функции экзогенных прогормонов и гормонов. Важную роль играют витамины для поддержания высокой устойчивости человека неблагоприятным условиям внешней среды и различным инфекциям, также витаминам отводится важнейшая роль в обмене веществ.

Минеральные вещества относятся к жизненно необходимым компонентам питания. Без них невозможно правильное протекание жизненно важных процессов в организме, они обеспечивают правильное формирование химической структуры всех тканей человека. Минеральные вещества выполняют пластическую функцию в процессах жизнедеятельности человека, участвуют в обмене веществ всех тканей человека, но особенно велика их роль в построении костной ткани, где преобладают такие элементы, как фосфор и кальций. Минеральные вещества участвуют в важнейших обменных процессах организма - водно-солевом, кислотно-щелочном, определяют состояние свертывающей системы крови, участвуют в мышечном сокращении. Многие ферментативные процессы в организме невозможны без участия минеральных веществ.

До настоящего времени недостаточно исследовано содержание витаминов и минеральных веществ в печени и сердце одомашненного северного оленя. Поэтому этот вопрос представляет научный и практический интерес.

Исследовано содержание витаминов в печени и сердце одомашненных северных оленей. Результаты сравнительной характеристики витаминного состава печени и сердца одомашненных северных оленей с говяжьими и свиными печенью и сердцем представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание витаминов в печени и сердце одомашненных северных оленей в сравнении с говяжьими и свиными печенью и сердцем, мг на 100 г съедобной части

показатель	оленьи		говяжьи		свиные	
	печень	сердце	печень	сердце	печень	сердце
Витамин А, мг	14,5	0,04	8,2	0,02	3,45	сл.
Витамин Е, мг	1,87	0,89	1,28	0,75	0,44	-
Витамин С, мг	32	3,6	33	4,0	21	3,0
Витамин В6, мг	0,97	0,42	0,70	0,30	0,52	0,36
Витамин В12, мкг	70	20	60	10	30	4,0
В ₁ , мг	0,45	0,56	0,30	0,36	0,30	0,36
В ₂ , мг	2,70	1,15	2,19	0,75	2,18	0,80
РР, мг	13,0	6,0	9,0	5,0	12,0	4,9

В соответствии с полученными данными, представленными в таблице 1, видно, что печень и сердце одомашненного северного оленя превосходит говяжью и свиную печень и сердце по содержанию витамина А. Витамин А оказывает влияние на рост человека, улучшает состояние кожи, способствует сопротивлению организма инфекции, обеспечивает рост и развитие эпителиальных клеток, входит в состав зрительного пигмента палочек сетчатки глаза - родопсина и зрительного пигмента колбочек - йодопсина.

По содержанию витамина Е печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Основная функция витамина Е в организме – защита клеточных мембран. Витамин Е также предотвращает образование тромбов и способствует их рассасыванию, он улучшает фертильность, замедляет процесс старения клеток вследствие окисления, улучшает питание клеток.

Печень и сердце одомашненных северных оленей превосходят свиные печень и сердце по содержанию витамина С и немного уступают говяжьим печени и сердцу. Витамин С – это антиоксидант, который принимает участие в большинстве окислительно-восстановительных реакций, протекающих в нашем организме. Он необходим для развития соединительной ткани, нормального протекания процессов регенерации и заживления. Также витамин С поддерживает процессы кроветворения, обеспечивает устойчивость к различным видам стресса и нормализует иммунный статус организма

По содержанию витамина В6 печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Пиридоксин выполняет в организме множество задач, основная из которых – обеспечение нормальной переработки аминокислот. Он также принимает участие в образовании эритроцитов, участвует в процессах усвоения нервными

клетками глюкозы, необходим для белкового обмена и трансаминирования аминокислот, принимает участие в обмене жиров.

По содержанию витамина В₁₂ печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Витамин В₁₂ участвует в клеточном делении, присущем каждой живой клетке. Участвует в кроветворении, регулирует углеводный и жировой обмен в организме, имеет важное значение и для образования костей.

По содержанию витамина В₁ печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Он играет важную роль в процессах метаболизма углеводов и жиров, необходим для нормального протекания процессов роста и развития и помогает поддерживать надлежащую работу сердца, нервной и пищеварительной систем.

По содержанию витамина В₂ печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Он, участвуя в процессах окисления и энергетического обмена, обеспечивает эффективность важнейшего физиологического процесса - регенерации тканевых структур организма в процессе жизнедеятельности и восстановления тех структур, которые утрачены в результате патологического процесса. Наряду с этим витамин В₂ участвует в синтезе зрительного пигмента - пурпура.

По содержанию витамина РР печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Витамин РР способствует белковому обмену, способствует нормальному функционированию нервной системы и органов пищеварения. Обладает легким седативным действием, помогая справиться с тревогой и депрессией, нормализует содержание холестерина в крови.

Из макроэлементов в печени и сердце одомашненного северного оленя определяли содержание кальция, магния, натрия, калия, фтора, а из микроэлементов определяли содержание железа, цинка, меди, йода, магния, селена. Результаты сравнительной характеристики минерального состава печени и сердца одомашненных северных оленей, в сравнении с говяжьими и свиными печенью и сердцем представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание минеральных веществ печени и сердца одомашненных северных оленей в сравнении с говяжьими и свиными печенью и сердцем, мг на 100 г съедобной части

показатель	оленьи		говяжьи		свиные	
	печень	сердце	печень	сердце	печень	сердце
Макроэлементы, мг						
Са	14,7	12,3	8,7	7,3	9,0	16,0
Mg	22	24	18	18,0	20,8	18,0
Na	130	124	104	100	81	63
K	330	310	277	260	271	151
F	262	248	314	210	347	160
Микроэлементы, мкг						

Fe	14900	9700	6900	4790	20200	4047
Zn	4900	2300	5000	2120	4000	2210
Cu	3484	550	3800	380	3000	287
I	12,3	9,4	6,3	7,3	13,1	3,0
Mn	176	60	315	59	268	100
Se	78000	310,4	-	-	-	-

В соответствии с полученными данными, представленными в таблице 2, видно, что печень одомашненного северного оленя превосходит говяжью и свиную печень по содержанию кальция, а сердце одомашненного северного оленя превосходит говяжье сердце и немного уступает свиному сердцу по его содержанию. Из кальция формируется скелет человека. Кальций необходим для мышечных сокращений, нормальной возбудимости нервной системы, является активатором ряда ферментов и гормонов, а также важнейшим компонентом свертывающей системы крови.

По содержанию магния печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Магний необходим для синтеза трехсот жизненно необходимых ферментов и белков. Также магний участвует в переносе, хранении и утилизации энергии на клеточном уровне, стабилизирует клеточные мембраны. Магний помогает организму усваивать кальций и витамины группы В. Он влияет на состояние кровеносной и иммунной системы организма, нормальную свертываемость крови, слаженную работу нервной системы.

По содержанию натрия печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Натрий играет важную роль в процессе внутриклеточного и межклеточного обмена. Вместе с калием натрий участвует в возникновении нервного импульса, играет роль в механизме кратковременной памяти, влияет на состояние мышечной и сердечнососудистой систем. Ионы натрия также играют важную роль в секреции соляной кислоты в желудке.

По содержанию калия печень и сердце одомашненного северного оленя превосходят аналогичные говяжьи и свиные субпродукты. Калий является основным клеточным катионом, он участвует в обмене углеводов и белков, продукции и накоплении энергии, участвует в поддержании осмотического давления, активировать ферменты внутриклеточного метаболизма.

По содержанию фтора сердце одомашненного северного оленя превосходит говяжье и свиное сердце, содержание же фтора в печени одомашненного северного оленя немного меньше содержания его же в говяжьей и свиной печени. Фтор жизненно необходим для нормального роста и развития. В организме фтор участвует во многих важных биохимических реакциях - активировать аденилатциклазу, ингибирует липазы, эстеразу, лактатдегидрогеназы и т.д. Фтор участвует в образовании костной ткани и формировании эмали и дентина зубной ткани.

По содержанию железа сердце одомашненного северного оленя превосходит говяжье и свиное сердце. Печень одомашненного северного оленя содержит больше железа, чем говяжья печень и уступает свиной печени. Основной функцией железа в организме является перенос кислорода и участие в окислительных процессах. Железо входит в состав гемоглобина, ми-

оглобина, цитохромов. Железо играет важную роль в процессах выделения энергии, в ферментативных реакциях, в обеспечении иммунных функций, в метаболизме холестерина.

Содержание цинка в сердце одомашненного северного оленя немного больше, чем в говяжьей и свином сердце. Печень одомашненного северного оленя содержит больше цинка, чем свиная печень и немного уступает говяжьей. Наличие микроэлемента цинка в организме человека способствует нормальному протеканию процессов развития костной ткани, стимулирует рост и деление клеток, регенерацию тканей, репродуктивную функцию, развитие мозга.

По содержанию меди печень одомашненного северного оленя превосходит свиную печень и уступает говяжьей. Сердце одомашненного северного оленя содержит меньше меди, чем говяжье и свиное сердце. Основная биохимическая функция меди - участие в ферментативных реакциях в качестве активатора или в составе медьсодержащих ферментов. Она участвует в процессах кроветворения, при синтезе гемоглобина и ферментов цитохромов.

По содержанию йода сердце одомашненного северного оленя превосходит говяжью и свиную печень. Печень одомашненного северного оленя содержит больше йода, чем говяжья печень, но уступает свиной по его содержанию. Основная биологическая функция йода состоит в поддержании функции щитовидной железы и построении ею гормона - тироксина.

Печень и сердце одомашненного северного оленя содержат меньше марганца, чем говяжьей и свиные печень и сердце. Марганец необходим для роста, воспроизведения, заживления ран, максимально эффективной работы мозга и правильного метаболизма сахаров, инсулина и холестерина.

Печень и сердце одомашненного северного оленя содержит селен, в отличие от аналогичных свиных и говяжьих субпродуктов. Селен представляет собой физиологически важный микроэлемент, незаменимый в питании человека и животных. Селен – важнейший элемент антиоксидантной защиты организма. Недостаток селена не только снижает иммунитет и работоспособность, но и приводит к развитию сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, накоплению тяжелых металлов и преждевременному старению, сахарному диабету и болезням суставов. Селен предохраняет от отравлений свинцом, кадмием, ртутью, табачным дымом и выхлопными газами. Он предотвращает разрушение и некроз печени, способствуя выведению из организма тяжелых металлов.

Из вышеизложенного следует, что печень и сердце одомашненного северного оленя являются прекрасным источником витаминов и минеральных веществ, так необходимых нашему организму. Все это говорит о целесообразности и перспективности использования печени и сердца одомашненного северного оленя для изготовления пищевых продуктов.

Литература

Емельянова Т.П. Витамины и минеральные вещества. Полный справочник для врачей - СПб.: ИД "Весь", 2008 - 576 с.

Химический состав пищевых продуктов. В 2-х книгах. Кн.2/отв. ред. И.М. Скурихин.-М.: Агропромиздат, 1987.-360с.

Химический состав пищевых продуктов. В 2-х книгах. Кн.1/отв. ред. И.М. Скурихин.-М.: Агропромиздат, 1987.-224с.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Мезенова О. Я., Ключко Н. Ю., Байдалинова Л. С., Доминова И. Н., Ташина Е. В., Матковская М. В., Землякова Е. С. (г. Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии)

The technologies of fish waste on biologically valuable products. From the head and scales of fish are dried supplements chondro-protective action. Of entrails of fish are produced concentrates polyene fatty acids. From the roe and milt are delicious smoked fish products and emulsions products of high nutritional value. The introduction of an integrated development process will allow valuable fish raw.

Согласно Концепции развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г. одной из основных задач является развитие глубокой и комплексной переработки гидробионтов для получения пищевых, кормовых и биологически активных продуктов.

Разработки кафедры пищевой биотехнологии КГТУ направлены на решение актуальной задачи комплексной переработки рыбного вторичного сырья, в большом количестве скапливающегося на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области и не находящего сегодня достойной практической реализации. Рыбное вторичное сырье (икра, молоки, кожа, кости, чешуя, плавники, головы, внутренности) являются источником таких ценных биологически активных веществ (БАВ), как протеины, полиеновые жирные кислоты, минеральные компоненты, липиды, гликозаминогликаны, ферменты и др. Данные вещества эффективно влияют на метаболизм и регенерацию сердечно-сосудистой, нервной, костно-хрящевых тканей человека, поврежденных при нарушениях обменных процессов, включая поражение радиацией, входят в состав многих медицинских и профилактических препаратов, влияющих на процессы тканевого обмена, поддерживают функцию иммунной и сердечно-сосудистой системы, способствуют нормализации липидного обмена и пищеварения, проявляют остеотропное, хондро- и радиопротекторное действия, положительно влияют на состояние иммунной системы.

В связи с ростом заболеванием атеросклерозом в последнее время возрос интерес к производству и потреблению препаратов, содержащих ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), которые способствуют понижению содержания холестерина в крови человека, нормализуют жировой обмен. Особенно высоким содержанием этих уникальных жирных кислот (эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексановая (ДГК) отличаются жиры океанических рыб, в большом количестве содержащиеся в отходах от разделки.

Основная часть указанного вторичного сырья рыбоперерабатывающими предприятиями Калининградской области не находит практического применения и в лучшем случае реализуется на корм животным. Поэтому актуальной остается задача эффективной переработки дешевого недоиспользуемого ценного по свойствам рыбного сырья на действующих рыбоперерабатывающих предприятиях с целью получения ценных функциональных продуктов взамен импортных препаратов и продуктов подобного действия, изготовленных из сырья теплокровных животных. Такие разработки, безусловно, повысят экономическую рентабельность рыбоперерабатывающих производств.

Из вторичного рыбного сырья с применением методов биотехнологии разработаны технологии следующих пищевых продуктов функционального назначения: из голов рыб – пищевая белково-минеральная обогащающая добавка остеотропного и хондропротекторного действия.

ия; из рыбной чешуи – белковую пищевая добавка коллагенолитического действия; из внутренностей рыб – препарат полиненасыщенных жирных кислот класса омега 3; из икры частиковых рыб – деликатесные копчености и реструктурированная эмульсионная продукция (соуса и заливки) в ассортименте.

Основные эксперименты проведены на лабораторной базе кафедры пищевой биотехнологии по стандартным, общепринятым и модифицированным методикам, регламентированным в документах или специально разработанным. Отдельные исследования проведены в специализированных лабораториях Калининграда (ЦСМ, ФГУ «КМВЛ» и др.), Бремерхафенском институте пищевых биотехнологий и Университете Бремерхафена (Германия).

В основе разработанных биотехнологий вторичного рыбного сырья находятся методы мягкого воздействия и биоконсервирования, позволяющие сохранить ценный биопотенциал сырья без изменения его химического состава. В случае переработки голов рыб и других твердых рыбных отходов (костей, плавников, кожи) на добавку остеотропного и хондропротекторного действия используется ферментализация в водно-этанольной среде с фитоконпонентами с последующей фильтрацией образовавшейся биосистемы, сушкой в мягких условиях обеих фракций, тонким измельчением сухих остатков. Готовые биопродукты хондропротекторного назначения (на основе растворимой фракции) и остеотропного действия (на основе твердой фракции) представляют собой целевые биоконпозиции с приятно сбалансированными органолептическими свойствами, в которых присутствует аромат фитоконпонентов (сухого шиповника, зверобоя, ромашки аптечной, мяты). Возможны варианты обработки твердых вторичных отходов без ферментализации, при этом сырье подвергается термической обработке, после чего твердая часть сушится, измельчается, гармонизируется и нормализуется по составу добавлением фитопарафармацевтиков, источником которых являются тонко измельченные сушеные лекарственные травы. На готовые продукты, имеющие вид порошков и названные «Хондроэффектин», «Протеоминераль», “Strong Bones”, разработана нормативная документация. Предложены желатиновые формы данных биопродуктов, представляющие собой круглые желатиновые шарики от желтого до темно-коричневого цвета и предназначенные для детей, которые часто не любят запаха рыбы. Желатиновые биопродукты изготавливаются путем введения в фиторастворы желатина, выполняющего роль матричного носителя, выше названных порошкообразных биодобавок. Готовые изделия имеют резинистую консистенцию, характерную для данной группы изделий, запах мяты и других фитодобавок, приятный вкус, в котором совсем не чувствуется оттенков рыбного запаха.

Биотехнология переработки рыбной чешуи на пищевую белковую добавку основана на термической обработке первичного сырья (чешуя сардины, сардинеллы, поступающей на консервное производство) различными методами (варка, ИК-прогрев, СВЧ-обработка), последующей ферментации разваренной массы в фитосреде с коллагеназой с целью расщепления трудноусвояемого коллагена и повышения степени усвоения организмом данного натурального белкового материала. Обогащение фитопарафармацевтиками и последующая мягкая сушка проферментированной массы позволяют сбалансировать и стабилизировать состав, обогатить белковую натуральную добавку компонентами лечебно-профилактического действия, улучшить ее органолептические свойства. Биодобавка, названная «Биофишколлаген», рекомендуется к самостоятельному использованию в качестве источника аминокислот, минеральных веществ, биофлавоноидов, а также для обогащения различных пищевых продуктов (хлебобулочные изделия, мясные и рыбные колбасы, соуса, заливки, чипсы и др.).

При переработке внутренностей рыб на препараты полиеновых жирных кислот класса омега 3 использовали метод мягкой тепловой деструкции предварительно измельченного сырья, позволяющий липидам свободно вытекать из разрушенных жировых клеток. Далее жировая фракция собирается, очищается от сопутствующих веществ и воды, подвергается криокон-

центрированию, что способствует выделению жирных кислот класса омега 3. Полученные фракции твердых насыщенных жирных кислот и жидких полиненасыщенных кислот, стабилизированные фитоконпонентами-антиоксидантами (облепихи, рябины, тысячелистника и др.), получившие название соответственно «Фитостеарат» и «Фитополиен», капсулируются в биополимерные пленки на основе желатина.

Икра и молоки рыб, как ценный источник фосфолипидов, нуклеиновых кислот, минеральных веществ, ферментов, аминокислот и других БАВ, используется в качестве основного сырья в биотехнологии новых эмульсионных продуктов функционального назначения. Предварительно реструктурированные гонады салаки, сельди, судака обрабатываются физическими энергиями для микробного обеззараживания и достижения кулинарной готовности. Далее в полученную массу вводятся пищевые (структурообразователи, загустители, ароматизаторы) и биологически активные ингредиенты (фитодобавки). Для повышения безопасности и гастрономической привлекательности готовых изделий могут применяться коптильные композиции, выполняющие консервирующую и вкусо-ароматическую роль.

Разработана технология копченой икры судака, основанная на бездымной обработке предварительно посоленных ястыков тонко диспергированными жидкими коптильными средами серии «ФИТО». Бездымная обработка чередуется с пропеканием полуфабриката теплым воздухом или ИК-лучами. Готовая продукция отличается оригинальными вкусовыми свойствами, экологически безопасна, имеет высокую пищевую ценность.

Разработанные биопрепараты предназначены для пищевого использования и включают сбалансированный состав таких полезных веществ, как «строительные» аминокислоты и пептиды, кальций и фосфор в биоформе, полиеновые жирные кислоты, фосфолипиды, нуклеиновые кислоты, витамины, гликозиды, флавоноиды, органические кислоты и др., повышающие эффективность восстановления больных и поврежденных тканей, нормализующие обмен веществ. При этом дополнительного (химического) консервирования биопрепаратов не требуется, в состав готовых продуктов входят натуральные вещества – фитопарафармацевтики, обладающие антисептическим и антиоксидантным эффектом.

Внедрение разработанных биотехнологий осуществляется на рыбоперерабатывающих предприятиях региона (ООО «Рыбоконсервный комплекс «РосКон», РК «За Родину»), что позволит повысить уровень безотходности производства. Появление на прилавках новых биопродуктов будет способствовать оздоровлению населения, среди которого более 50% страдают названными «болезнями цивилизации» и которые в основном не имеют достаточных средств для приобретения дорогих препаратов. Следствием внедрения разработок может также явиться вытеснение подобных импортных продуктов из региона.

Концепции биотехнологии комплексного использования вторичного рыбного сырья основана на взаимосвязи научных данных по химическому составу отходов от разделки гидробионтов с функционально-технологическими свойствами полуфабрикатов, медико-биологическими требованиями к готовой продукции и факторами технологии.

Разработанные биотехнологии функциональных пищевых продуктов представляет собой систему научно обоснованных решений по режимам, параметрам и аппаратурному оформлению процесса. Неоспоримым преимуществом предлагаемой системы является ее гибкость, мобильность и жизнеспособность (по сравнению с другими решениями по переработке рыбных отходов). Она реализуема практически в любых условиях рыбоперерабатывающих предприятий, где выпускается пищевая рыбная продукция и накапливаются отходы от разделки рыбы. Взаимодействия параметров и режимов данной системе реализуемы на линии, состоящей из оборудования по аккумулярованию, тепловой обработке, сушке, измельчению, ферментации отходов, фильтровальных устройств, механизмов для мягкого обезвоживания фракционированных отходов, товарного оформления готовой продукции. Использование

комплексного подхода к достижению цели позволяет получать ценные биопрепараты с благотворным эффектом, предназначенные для профилактики актуальных заболеваний человека, при этом на рыбоперерабатывающих предприятиях налаживается безотходность производства и эффективность использования ценных рыбных ресурсов.

В основе решения многофакторного биопроцесса находится идея максимального выхода натуральных полезных биологически активных веществ из природного сырья при максимальном сохранении своего биопотенциала. Для этого используется мягкие условия обработки, ферментация по заданному сценарию, стабилизация микробиологических процессов, обогащение фитокомпозициями из лечебных трав. В итоге готовая продукция содержит сбалансированный состав природных компонентов, благотворно влияющий на функционирование иммунной системы, регенерацию поврежденных тканей человека.

Предлагаемое решение по переработке вторичного рыбного сырья является эффективным, поскольку использует биотехнологический подход получения биологически активных композиций; учитывается взаимосвязь «сырье - технология – оборудование - готовый продукт»; имеет место доступность для любого рыбоперерабатывающего производства. Научно-технический уровень разработок подтвержден Патентами РФ.

Новые биопродукты имеют вид порошков, капсул, таблеток, эмульсий, желатиновых шариков, которые обладают органолептически приятными свойствами. По качеству и безопасности изделия отвечают требованиям ТУ и других нормативных документов.

Практическая значимость разработок заключается в повышении комплексности и безотходности работы рыбоперерабатывающих предприятий (на 23-57%), росту их прибыли (на 20-50%), увеличении рентабельности (на 25-37%), приросту плановых показателей (ассортимент выпускаемой продукции расширяется на 5-10%). Социальный эффект разработки выражен в повышении уровня здоровья населения, вытеснении импортных пищевых и биологически активных добавок с отечественного рынка доступными и эффективными биопрепаратами местного производства. Значимость проекта для университета заключается в использовании полученных данных при подготовке кадров для пищевой и рыбной промышленности, повышении уровня учебного процесса, разработке новых учебно-методических изданий, внедрении инновационных методов образования, росте инвестиционной привлекательности вуза в части научно-технического потенциала.

Литература

Мезенова О.Я. Биотехнология гидробионтов: монография // О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Л.С. Байдалинова - KG.Germany: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, 2011. – 466 с.

Ключко Н.Ю. Парафармацевтики в продуктах на основе гидробионтов: монография / Н.Ю. Ключко, О.Я. Мезенова. – Калининград: Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 346 с.

Землякова Е.С., О.Я. Мезенова Биологически активные композиции остеотропного и хондропротекторного действия на основе вторичного сырья гидробионтов: монография. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. - 169 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИОЭКСТРУЗИИ КАК СПОСОБА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

Голубева О. А., Насонова Е. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТХО)

In article the device, a principle of work of experimental installation for process probe cryoextrusion, and as a technique of carrying out of experiments are described. Objects are chosen and probe prospects are specified. Primary conclusions about laws of process cryoextrusion are presented.

Процесс криоэкструзии заключается в продавливании замороженного образца через охлаждаемую фильеру с определённым диаметром отверстия. При получении фарша этим методом измельчение происходит продавливанием сырья сквозь отверстие фильеры и разрезанием волокон мышечной ткани сырья кристалликами льда. Использование режущей способности внутриклеточного и межклеточного льда возможно ввиду отсутствия размораживания исходного продукта. Преимуществом этого метода получения фарша является отсутствие такой операции, как дефростация. Следовательно, достигается экономия времени, снижение потерь и, в ряде случаев, энергозатрат.

Для изучения процесса криоэкструзии на кафедре ТХО создан макет экспериментальной установки, основной частью которой является плунжерная пара, приводимая в движение гидрочиллиндром. Схема экспериментальной установки изображена на рисунке 1.

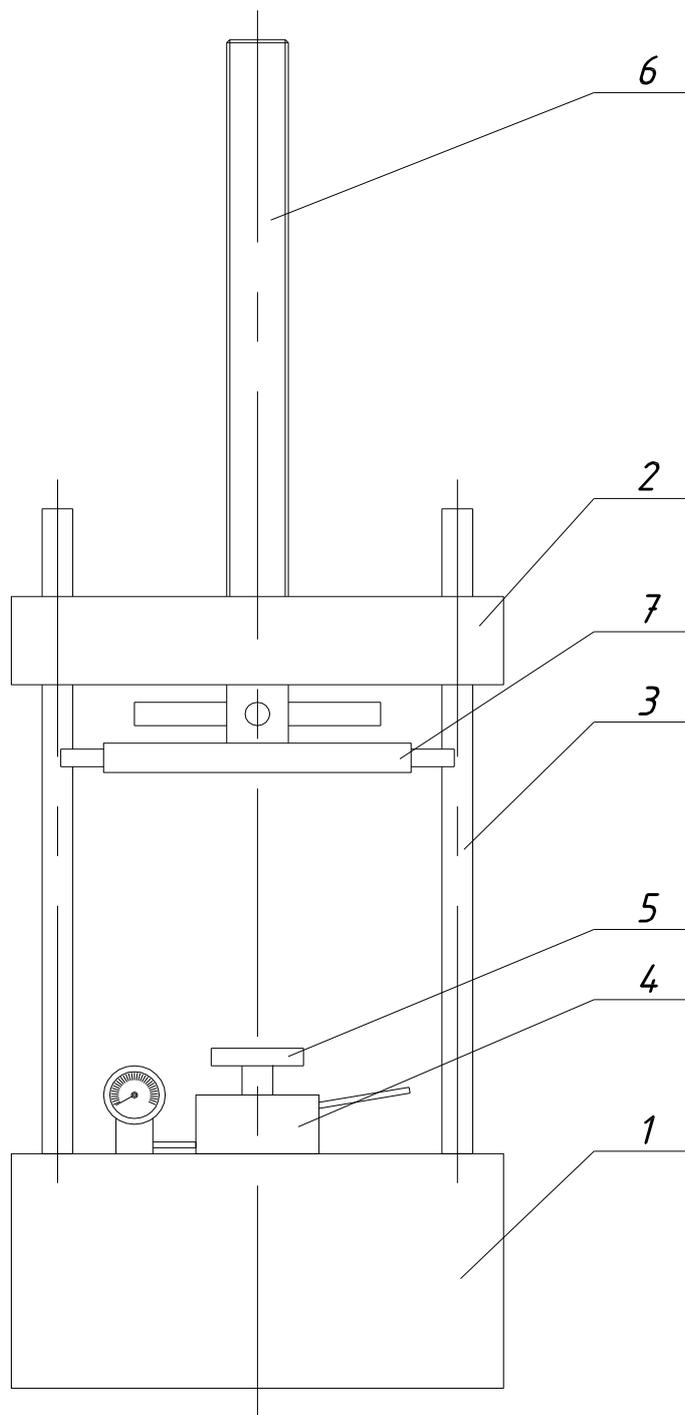
Установка имеет массивное основание 1. На стойках 3 установлена неподвижная плита 2. Гидравлическая система 4 установлена на основании 1. Плунжерная пара помещается между подвижной платформой 5 и зафиксированной на определённой высоте подвижной плитой 7. Винтовая направляющая 6, соединённая с неподвижной плитой 2, служит для изменения и фиксации положения подвижной плиты 7. Перемещение подвижной плиты 7 осуществляется вручную при помощи рычага.

Продавливание сырья происходит через фильеру с определённым диаметром отверстия. На данный момент закончена серия экспериментов с фильерой с диаметром отверстия 4 мм, планируется проведение серий экспериментов с диаметрами отверстия 3,5 мм, 3 мм, 2,5 мм и 2 мм. Экспериментальные исследования проводятся с использованием плунжерной пары с соотношением $s/d = 6,044$ (ход поршня / диаметр поршня).

При проведении эксперимента измеряются: время продавливания, начальные и конечные температуры сырья, фильеры и поршня, рабочее давление продавливания, температура воздуха в лаборатории. Измерения проводятся в интервале начальных температур сырья от минус 18°C до минус 2°C с равномерным шагом. Исходным сырьём на данный момент выбрана мойва. Планируется проведение исследований процесса криоэкструзии на образцах из сайки, трески, путассу, пикши.

На данном этапе исследований выявлено, что с понижением начальной температуры сырья увеличивается время криоэкструзии и рабочее давление от 0,32 МПа (при начальной температуре сырья минус 2°C) до 1,92 МПа (при начальной температуре сырья минус 18°C); отепление образцов составляет от 0,6°C (при начальной температуре сырья минус 2°C) до 5,8°C (при начальной температуре сырья минус 18°C).

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что с понижением начальной температуры сырья дросселирующая составляющая возрастает быстрее режущей составляющей кристалликов льда.



1 – основание; 2 – неподвижная плита; 3 – стойки; 4 – гидравлическая система;
 5 – подвижная платформа; 6 – винтовая направляющая; 7 – подвижная плита.

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Литература

Роголев А.И., Голубева О.А. Способ измельчения биологических продуктов. Патент Российской Федерации RU 2031583 C1 от 27.03.95 бюл. № 9

Голубева О.А., Новикова Е.С., Саенков А.С. Применение экструзии при совершенствовании пищевых технологий. -Труды VII юбилейной международной научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2009» (Калининград, 20-22 октября 2009г.), Калининград, КГТУ, 2009, ч.1

3. Голубева О. А, Новикова Е.С., Саенков А.С. Экструзия как альтернатива дефростации. - Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2009» (Одесса, 15-30 июня 2009г.). Том I. Транспорт, Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2009. – с. 60- 62.

Голубева О.А. Экструзия - способ совершенствования технологии переработки гидробионтов. -IV Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 25-27 ноября 2009г.), СПб, СПГУНиПТ, 2009. – с.86-88.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПАШТЕТНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КОНСЕРВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ И ЕЁ ЖИРА (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

Куранова Л. К., Швейкина К. С., Волченко В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

В рыбной отрасли действует определенная система научного обоснования режимов стерилизации консервов. Научный подход к разработке режимов стерилизации послужил основой для создания «Инструкции по разработке режимов стерилизации для рыбы и нерыбных объектов морского промысла» (1996 г.). Инструкция предназначена для оказания помощи специалистам рыбной отрасли при проверке действующих и разработке режимов стерилизации для новых видов рыбных консервов в различных видах тары для разных систем автоклавов [1].

На основании экспериментальных исследований Гипрорыбфлота, АтлантНИРО, ТИНРО-Центра и других научных учреждений были рассчитаны нормативные стерилизующие эффекты для основного ассортимента рыбных консервов, которые были внесены в Инструкцию в виде сводной таблицы требуемой летальности режимов стерилизации. В настоящее время данными этой таблицы руководствуются при разработке режимов стерилизации рыбных консервов в качестве ориентира при разработке режимов стерилизации.

В настоящее время в связи с расширением сырьевой базы и разработкой новых технологий изготовления консервов данная таблица для научного обоснования режимов стерилизации недостаточно.

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)» и подготовлен комплект нормативной документации на их изготовление (проект ТУ 9271-008-00471633-11 «Консервы паштетные многокомпонентные с использованием печени тресковых рыб и её жира» и ТИ 008-11).

Технология изготовления консервов заключается в следующем. Мороженая печень размораживается, зачищается от плёнок и сгустков крови, промывается и подвергается предварительной тепловой обработке – ИК-бланшированию в микроволновой печи с целью отделения жира (обработка печени при частоте 2345 МГц: мощность излучения – из расчёта 2000 Вт на 1 кг печени, продолжительность обработки – 2-3 минуты). Подобный способ обработки позволяет отделить излишний жир, собрать его и использовать на другие, в т.ч. и пищевые, цели. Полученный полуфабрикат печени можно направлять как на производство консервов «Печень трески бланшированная» (натуральной или в соусах), так и на производство печёночно-овощных консервов паштетной группы (на основе печени тресковых). Выделившийся жир рекомендуется использовать для выработки паштетных консервов из овощей.

На основе планирования эксперимента определены оптимальные рецептуры консервов-паштетов с использованием бланшированной печени и её жира (табл. 1).

Таблица 1. Рецепт паштетных смесей, на 1000 учётных банок

Наименование компонента	Норма закладки, кг			
	Паштет печё-	Паштет печё-	Паштет овоще-	Паштет мор-

	ночно-морковный (на основе печени тресковых рыб)	ночно-грибной (на основе печени тресковых рыб)	грибной (с жиром печени тресковых рыб)	ковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)
Морковь	72,0	54,0	72,0	126,0
Лук обжаренный	18,0	18,0	18,0	18,0
Печень бланшированная	198,0	126,0	-	-
Шампиньоны обжаренные	-	90	54,0	90,0
Томатно-сметанный соус	72,0	72,0	72,0	72,0
Жир	-	-	36,0	36,0
Капуста	-	-	108,0	-
Потери на измельчение	18			
Потери на фасование	17			
Итого	325			

В ходе изготовления консервов проводился поэтапный микробиологический контроль компонентов, используемых в рецептуре продукта, паштетной массы в банке до стерилизации и готовых консервов на соответствие требованиям «Инструкции о порядке санитарно-технического контроля консервов на производственных предприятиях, оптовых базах, в розничной торговле и на предприятиях общественного питания» [2]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Микробиологические показатели компонентов консервов

Компонент	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (кМАФАнМ), КОЕ в 1 г, не более	
	Значение показателя по НД	Результаты испытаний
Печень трески мороженая	$1,0 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$
Печень трески бланшированная	$1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^3$
Морковь свежая резаная	$5,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^4$

Лук бланшированный	$1,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^2$
Соус сметанный	$5,0 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$
Грибы жареные	$1,0 \times 10^4$	$1,2 \times 10^2$
«Печеночно-морковный паштет (на основе печени тресковых рыб)» перед стерилизацией	$8,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$
«Печеночно-грибной паштет (на основе печени тресковых рыб)» перед стерилизацией	$8,0 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$
«Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)» перед стерилизацией	$8,0 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$
«Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)» перед стерилизацией	$8,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$

Обсемененность печени до бланширования оставила $1,8 \times 10^4$, после термической обработки количество микроорганизмов снизилось до $2,0 \times 10^3$. Таким образом, ИК-бланширование сырья позволяет не только избавиться от лишнего жира, но и существенно снизить обсемененность. Это один из главных факторов для изготовления безопасного продукта.

На основании проведенных предварительных исследований были разработаны режимы стерилизации новых видов паштетных консервов, стерилизация в паровой среде, охлаждение водой с противодавлением в автоклаве Н2-ИТА 602.

Для консервов ассортимента ряда «Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)» и «Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)» в таблице требуемой летальности Инструкции нет ориентировочных значений нормативной летальности. Значительную часть продукта составляют овощи и грибы, поэтому консервы не являются чисто рыбными и не могут быть отнесены к группе рыбо-растительных консервов, что затрудняет согласование и утверждение режима стерилизации в организации - координаторе ООО «Ги-прорыбфлот». Поэтому авторами было принято решение подтвердить разработанный режим стерилизации при помощи лабораторной проверки в соответствии с требованиями «Инструкцией по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов» [3].

Лабораторная проверка разработанного режима стерилизации проводилась путем экспериментального инокулирования консервов «Паштет морковно-грибной (с жиром печени трески)» спорами тест-культуры *Cl.sporogenes*, шт.25, имеющими показатели термоустойчивости в нейтральном фосфатном буфере: $D_{121.1}^0 = 0,55$ мин., $Z = 10$ °С, в 1 см^3 содержится $8,0 \times 10^6$ спор. Стерилизации подвергались 30 зараженных и 5 незараженных банок. В опытные банки консервов (масса нетто 250 г) вносили 80000 спор на каждую банку.

На основании проведенных предварительных исследований выбран режим стерилизации консервов «Паштет морковно-грибной (с жиром печени трески)» в банке 3:

$$\frac{5-15-50-20}{120^{\circ}\text{C}} \quad 0,2 \text{ МПа, } F = 7,0 \text{ усл. мин}$$

Из 30 банок, зараженных и простерилизованных по вновь разработанному режиму, после проверки на герметичность 15 банок термостатировали 5 суток при 37°C и 15 банок выдерживали вначале 15 суток при комнатной температуре и затем 5 суток в термостате при 37°C. В результате выдержки внешний вид банок не изменился.

В результате анализа тест-культура не обнаружена ни в одной банке. Микробиологические анализы подтвердили промышленную стерильность консервов. Разработанный режим стерилизации консервов был утверждён на основании проведённой работы.

Паштетные консервы на основе печени трески можно отнести к разряду рыбных консервов, поэтому нормативный эффект был взят из табличных данных [3]. Согласование и утверждение режимов стерилизации этого ассортимента не вызвало сомнений. В результате авторами разработаны и утверждены режимы стерилизации, указанные в таблице 3.

Таблица 3. Режимы стерилизации консервов

Наименование консервов	Номер банки	Продолжительность, мин	Температура, °С	Давление при охлаждении, МПа	F-эффект	Тип автоклава
Паштет печёчно-морковный (на основе печени тресковых рыб)	3	5-15-50-20	120	0,2	8,0	ИТА602; АВ
Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	5-15-50-20	120	0,2	7,1	ИТА602; АВ
Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	5-15-50-20	120	0,2	7,0	ИТА602; АВ
Паштет печёчно-грибной (на основе печени тресковых рыб)	3	5-15-50-20	120	0,2	7,2	ИТА602; АВ

В дальнейшем авторами планируется уточнение режимов стерилизации на основе разработки нормативной летальности для каждого ассортимента консервов микробиологическим методом с использованием тест-культур.

Литература

Сазонова А.С. Микробиологические аспекты научного обоснования режимов стерилизации консервов // Рыбпром.- №1.- 2010.- с.34-37.

Инструкция о порядке санитарно-технического контроля консервов на производственных предприятиях, оптовых базах, в розничной торговле и на предприятиях общественного питания, № 2981-84.

[Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.-
С.Пб.- 1996 г.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Никонова А. С., Иваней А. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТХО*)

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.

На сегодняшний день на российском и мировых рынках представлено множество коптильных препаратов, однако, несмотря на этот факт, существует необходимость в разработке новых коптильных сред, т. к. даже те коптильные препараты, которые на сегодняшний день признаны лучшими, не позволяют получить продукт, который был бы неотличим от продукта, выкопченного традиционным способом (в среде технологического дыма).

Одной из причин описанного положения вещей является неполная адекватность химического состава современных бездымных коптильных сред дымо-воздушной среде технологического дыма, что выражается в появлении специфических особенностей в свойствах готовой копченой продукции. Замена дымо-воздушной смеси – сложной химической среды, включающей свыше тысячи соединений, – задача повышенной сложности, к достижению этого результата стремятся разработчики коптильных препаратов, разрабатывая и внедряя в производство все более совершенные технологии их получения.

Предлагаемый способ получения коптильного препарата под названием «AntonioSilver» осуществляется путем более полного улавливания компонентов дисперсной фазы дымо-воздушной смеси технологического дыма за счет распыления абсорбирующей жидкости (воды) с помощью ультразвукового генератора в аэрозоль с размером частиц от 1 до 5 мкм (значительно меньшем, чем размеры частиц воды, получающиеся при механическом способе распыления от 20 до 30 мкм), что приближается к размерному ряду основной массы коптильных частиц дымовых газов от 0,1 до 0,5 мкм, реализуется в установке для получения коптильного препарата, разработанной и изготовленной специалистами МГТУ, данное 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 ИК-дымогенератора, абсорбера, охладителя, ультразвукового увлажнителя воздуха. В процессе опытной эксплуатации указанной установки на базе лаборатории «Современных технологий промышленной переработки гидробионтов» кафедры технологии пищевых производств МГТУ был проведен ряд экспериментов по получению опытных образцов коптильного препарата при разных условиях абсорбции.

В ходе работы варьировалась интенсивность дымового потока от ИК-дымогенератора (1, 2, 3 кассеты), а также площадь поверхности охлаждения теплообменника, что достигалось установкой и различным комплектованием трех модулей охлаждения, сконструированных из медной обожженной трубки с полезной поверхностью соответственно 0,15, 0,534 и 1,413 м² (в качестве охлаждающей среды была использована водопроводная вода со средней температурой $t_{cp} = 4$ °С).

В результате экспериментов было получено более 20 проб, часть из которых были отобраны для исследований по определению следующих качественных показателей (анализы проводились на базе лаборатории кафедры ТПП МГТУ):

- оценку интенсивности и цвета окрашивания опытных образцов копильного препарата а также их аромата – органолептическим методом;
- 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 копильного препарата, раствором гидроокиси натрия в присутствии фенолфталеина.

В зависимости от условий абсорбции пробы характеризуются разной интенсивность окраски и степенью выраженности дымного аромата. Окраска проб коррелирует со степенью насыщенности жидкости копильными компонентами дымовой среды

Результаты анализа полученных проб представлены в виде диаграмм на рисунках 1, 2:

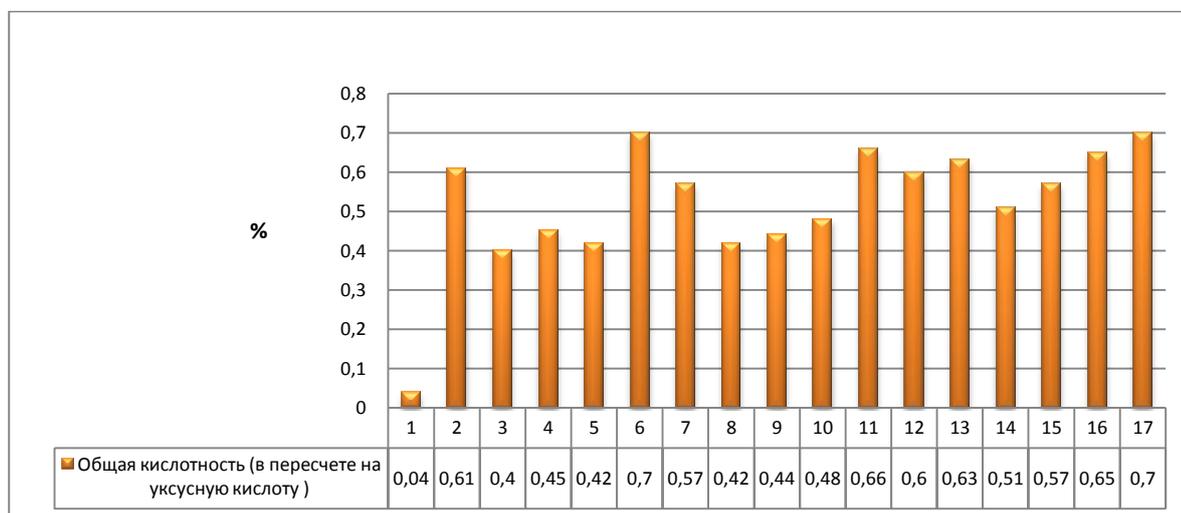


Рисунок 1 – Общая кислотность опытных образцов копильного препарата

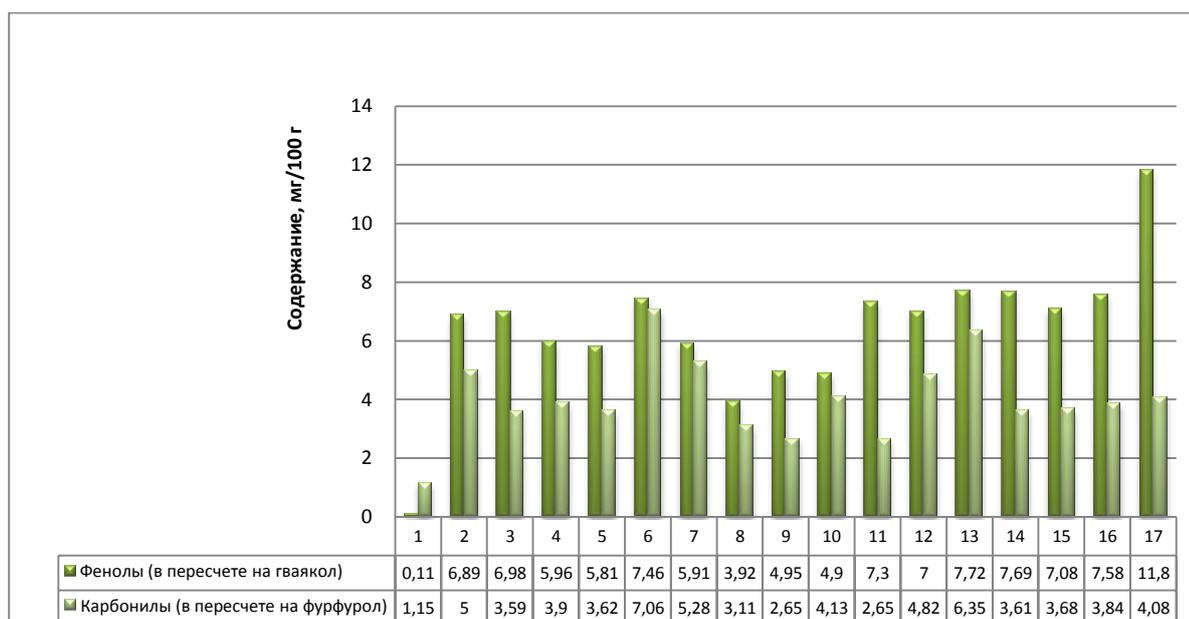
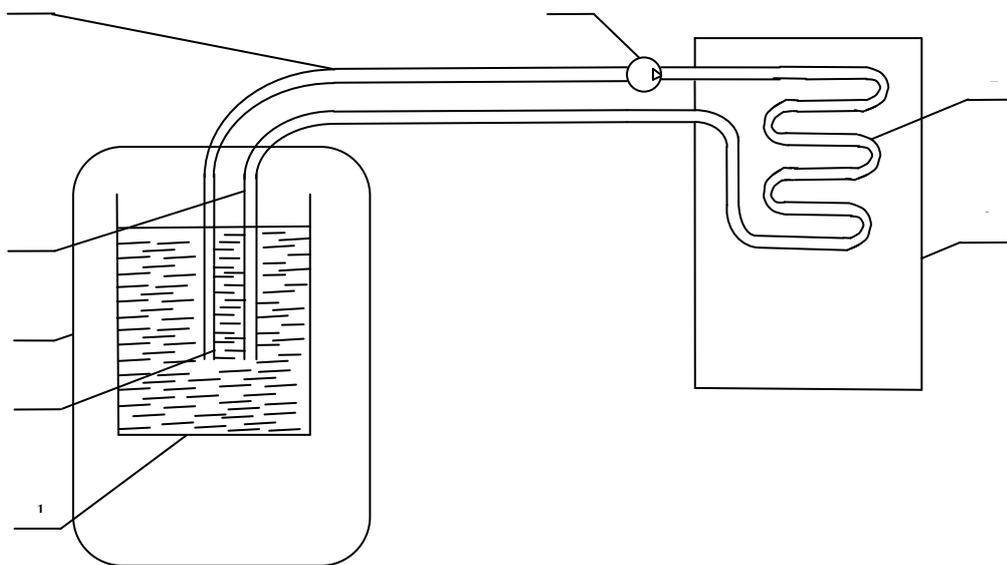


Рисунок 2 – Содержание фенольных и карбонильных соединений в опытных образцах коптильного препарата

Результаты анализа проб были подтверждены посредством радиоволнового метода измерения с использованием СВЧ-концентратора [5].

Результаты анализов опытных образцов коптильного препарата свидетельствуют о целесообразности дальнейшего совершенствования системы охлаждения установки, что ведет к более высокому коэффициенту улавливания, т.е. более полной конденсации насыщенного коптильными компонентами аэрозоля. В связи с этим, планируется модернизация установки за счет внедрения системы рассольного охлаждения (схема представлена на рисунке 3) для повышения степени конденсации капель аэрозоля с абсорбированными на их поверхности коптильными компонентами на поверхности охладителя и, соответственно, минимизации степени их уноса с дымовыми газами, отводимыми из абсорбера вытяжным вентилятором.



1 – бак с солевым раствором; 2, 4, 5 – трубопровод для циркуляции солевого раствора; 3 – холодильная камера; 6 – циркуляционный насос; 7 – охладитель; 8 – абсорбер.

Рисунок 3 – Схема установки рассольного охлаждения

Представляется перспективным насыщение коптильного препарата серебром, планируется применение генератора коллоидных ионов серебра, существует возможность использования аналогичного прибора при использовании препарата «AntonioSilver» в промышленных масштабах (при модернизации установки в замкнутую на цикл – в этом случае необходимо заменить используемый в настоящее время ультразвуковой увлажнитель воздуха на промышленный генератор аэрозоля, соответственно имеющий много большую производительность).

Предполагается также произвести серию экспериментов на установке, при одновременном распылении воды и через форсунки, и посредством использования генератора аэрозоля, то есть при воплощении в жизнь этой идеи в пространстве абсорбера будут перемешиваться потоки водяных капелек разной степени дисперсности (1-5 мкм – аэрозоль и 20-30 мкм – при разбрызгивания через форсунки).

Также, после получения результатов исследований на уровень содержания канцерогенных соединений – бенз(а)пирена и нитрозоаминов, проведенных сертифицированной лабораторией, планируется апробация препарата «AntonioSilver» на мясном и рыбном сырье.

Дальнейшие экспериментальные исследования направлены на поиск оптимального режима работы установки по получению копильного препарата, также в перспективе планируется изготовить установку, пригодную для изготовления препарата в промышленных условиях, путем замены одного из ее составных элементов - ультразвукового увлажнителя воздуха на установку для создания аэрозолей, имеющую большую производительность.

В случае достижения эффекта более полного улавливания жидкостью копильных компонентов «технологического дыма», полученный копильный препарат будет содержать более полный комплекс ключевых химических компонентов, обуславливающих проявление основных эффектов копчения в обрабатываемых продуктах, по сравнению с уже существующими препаратами. Исходя из этого, можно предположить, что при продвижении на российский рынок данный препарат будет иметь некоторое конкурентное преимущество перед аналогичными товарами, в том числе и иностранного производства. Поэтому мы полагаем исследования, направленные на разработку копильного препарата, полученного по упомянутой технологии, целесообразными и актуальными.

Литература

Иваней А.А., Никонова А.С., Голубева О.А. Устройство получения копильной жидкости. Патент на полезную модель № 101617 Заявка 2010135229/13 23.08.10г. Приоритет полезной модели 23.08.10г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей 27.01.11г. Срок действия патента истекает 23.08.20г. Опубликовано 27.01.11г. Бюл. № 3

Голубева О.А., Никонова А.С. Применение ультразвука при производстве копильного препарата/ О.А. Голубева, А.С. Никонова. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2010». Том 6. Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2010. – с. 76-79.

Иваней А. А., Никонова А. С. Способ получения копильного препарата с использованием ультразвука/ А. А. Иваней, А. С. Никонова//Рыбное хозяйство. – 2011. - №4. – С. 104-106

Иваней А. А., Никонова А. С. К вопросу о применении ультразвука при производстве копильного препарата/ А. А. Иваней, А. С. Никонова//Наука и образование-2011 [Электронный ресурс]: междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-8 апр.2011 г./Федер. Агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО «Мурманск. гос. техн. ун-т», Ун-т Тромсё – Электрон. текст дан. (131 Мб) – Мурманск: МГТУ, 2011. – 1 опт. компакт-диск (CD-R). – Гос. рег. НТИЦ «Информрегистр» № 0321100504

Барышников А. В., Разработка радиоволнового метода определения химических показателей качества жидких копильных сред и вкусо-ароматических экстрактов: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.18.04/ А. В. Барышников; – Мурманск: МГТУ, 2011. – 19 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫПУСКА КОПЧЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ КОНСЕРВОВ

Похольченко В.А., Ершов М.А., Аминов В.А., Корчунов В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования, pokholchenkova@mstu.edu.ru, кафедра технологий пищевых производств, erшовma@mstu.edu.ru, кафедра автоматизации и вычислительной техники

The technological tests of universal installation for smoking fish has been realized at the training-experimental fishing workshop of MSTU. The tests developed recommendations for the using installation for production halt-stock smoking fish at the canning.

Снижение объемов вылова традиционных объектов промысла в настоящее время требует расширения видового состава сырья в консервном производстве. Производство консервов из копченой рыбы является процессом трудоемким и сложным. Оптимизация режимов копчения сложна без знания закономерностей тепло- и массопереноса. При разработке и обобщении такого материала возможен выбор рациональных режимов обработки, усовершенствование имеющихся копильных установок или проектирование новых. Распространенные на предприятиях установки туннельного типа, используемые в шпротном производстве, громоздки, сложны в эксплуатации, поддержании паспортных режимов горячего копчения, имеют немало конструктивных недостатков.

На основе полученных ранее закономерностей тепло- и массопереноса в процессах копчения и вяления рыбы, а также испытаний работы промышленного копильного оборудования (2, 3) была смонтирована высокопроизводительная универсальная копильно-сушильная установка (УКСУ) на производственной площади учебно-экспериментального цеха МГТУ (1). Установка включает два модуля: один – для холодной сушки и вяления, другой – для холодного и полугорячего копчения рыбы. Модульность установки позволяет одновременно обрабатывать разные виды рыб при различных режимах. Первоначально были проведены технологические испытания УКСУ при обработке небольших партий рыбы в режимах вяления. Испытания включали в себя исследование кинетики и динамики обезвоживания рыбы, а также проверку тепловых и аэродинамических характеристик печи (4). После получения положительных результатов, разработки рациональных режимов и технической документации на выпуск вяленой рыбопродукции, произведены технологические испытания УКСУ в режимах полугорячего копчения рыбы.

Следует отметить, что традиционно копченый рыбный полуфабрикат для консервов производится в промышленных условиях способом горячего копчения, поддержание и регулирование которого является сложной задачей. В консервах, изготовленных из рыбы горячего копчения, часто возникает проблема соответствия продукта всем требованиям стандарта. Наиболее распространены такие дефекты как сползание кожи, разрывы спинки рыбы, недостаточное обезвоживание, повышенный уровень водного отстоя в масле и др. В большинстве случаев это связано с нарушением требуемых режимов горячего копчения на протяжении всего процесса, а также конструктивными недостатками действующего копильного оборудования (2). Таким образом, предварительная тепловая обработка копчением является процессом, определяющим в высокой степени качество готовых консервов.

Целью технологических исследований модуля копчения УКСУ было производство рыбного полуфабриката для консервов способом полугорячего копчения и в конечном итоге выпуск опытной партии соответствующих консервов. Рациональные режимы производства полу-

фабриката полугорячего копчения были апробированы ранее на разработанной нами малогабаритной сушильной установке (5).

Модуль копчения УКСУ укомплектован тремя группами электрокалориферов (один - основной и два - промежуточных) для поддержания требуемых режимов по всему объему камеры. УКСУ оснащена системой автоматического управления на базе контроллеров «ОВЕН» ПЛК154. На протяжении всего технологического процесса осуществляется автоматическая регистрация показаний пяти термосопротивлений (трех датчиков температуры, сухого и влажного датчика УВТ) и отображение их на панели оператора. На рис. 1 представлен вид модуля копчения УКСУ с системами приточной и вытяжной вентиляции дымовоздушной смеси.

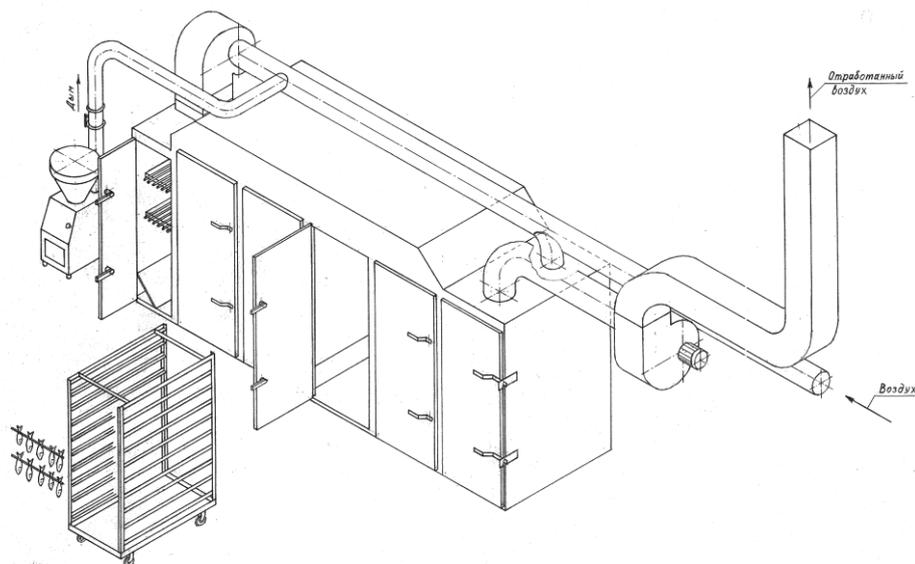


Рис.1. Модуль копчения УКСУ

В качестве объекта обработки была выбрана мороженая мойва (осенняя) с массовой долей влаги 69,2 %. Продукция обрабатывалась в УКСУ при поддержании постоянной жесткости режима на протяжении всего процесса при 70 °С в течении 120 минут с последующим охлаждением в той же камере.

Кривая кинетики обезвоживания мойвы приведена на рис.2.

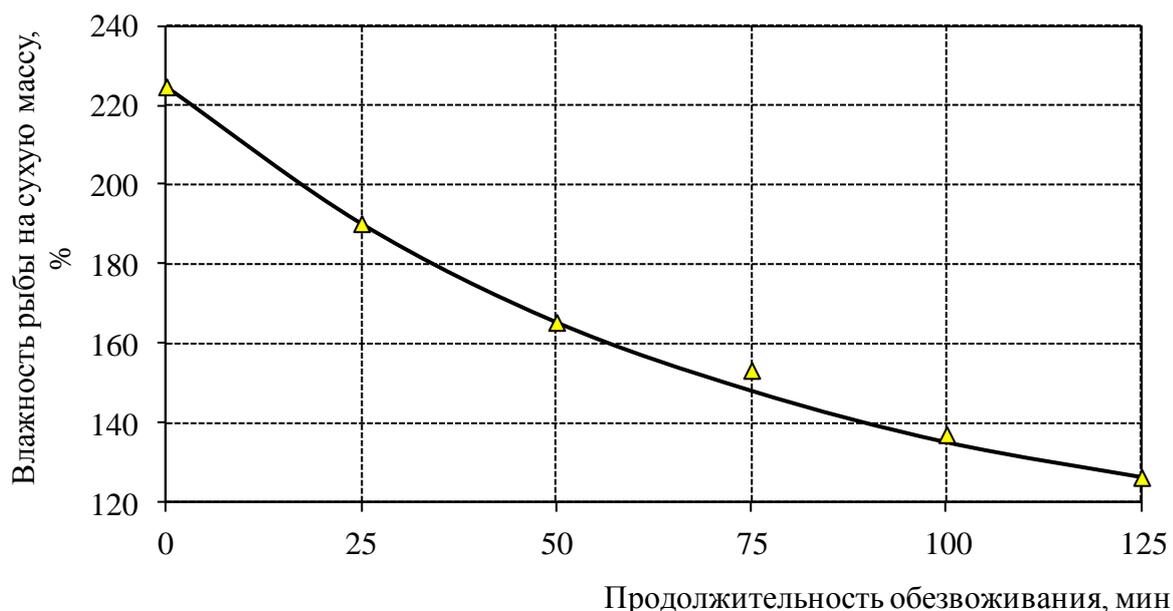


Рис.2 Кривая кинетики обезвоживания мойвы

Из рис.2 видно, что в целом процесс обезвоживания идет интенсивно и за 2 часа продукт теряет порядка 30 % влаги.

После завершения процесса полугорячего копчения рыба незамедлительно направлялась на фасование в банки, дозирование соли и масла, далее закатку и стерилизацию.

Консервы, изготовленные по рациональным энергосберегающим режимам полугорячего копчения исследованы на дегустационном совете кафедры ТПП. Уровень качества консервов по органолептическим показателям определялся по специально разработанной шкале: отличное качество - от 85 до 100 %; хорошее качество - от 75 до 85 %; удовлетворительное качество - от 60 до 75 %; неудовлетворительное - ниже 60 %. Продукция получила отличные и хорошие оценки.

Разработка рациональных режимов производства копченого полуфабриката для консервов из рыб с высоким и низким содержанием жира по заявленному способу основана на закономерностях влияния жесткости режима предварительной термической обработки и влагопотерь рыбы на качество готовых консервов. Рациональные режимы производства копченого полуфабриката для получения консервов отличного качества апробированы в лабораторных условиях с последующей проверкой органолептических и физико-химических показателей качества консервов на соответствие требованиям ГОСТ 7144-2006 «Консервы из копченой рыбы в масле. Технические условия».

Ранее было установлено, что копчение жирной мойвы, нанизанной на прутки, при температурах выше 80-85 °С приводит к срыванию рыбы с прутков (в связи с деликатной структурой тканей). Поэтому приходится рыбу раскладывать вручную на сетки, т.е. механизация невозможна (нанизка на прутки и снятие рыбы с прутков возможны машинными способами). Общая продолжительность предварительной термической обработки рыбы при таком способе составляет от 3,5 до 4,0 ч (длительная подсушка – около 2 ч при 20 °С и затем горячее копчение при 100 °С). Это все усложняет организацию непрерывного цикла консервного производства (7).

Производство копченого полуфабриката для консервов способом полугорячего копчения позволяет получать качественный продукт на прутках или сетках при постоянном режиме тепловой обработки. Использование рекомендуемых режимов полугорячего копчения по

сравнению с традиционно применяемым горячим копчением позволяет сократить расход энергии и сырья на процесс, снизить трудоемкость, применять несложные схемы автоматического регулирования процесса, улучшить экологические аспекты производства. При этом продолжительность процесса не превышает 2 часов, что существенно облегчает проектирование цикла производства консервов. В данном способе температура обработки мойвы (сырье с высоким содержанием жира) составляет 60-70 °С, что обеспечивает возможность обработки ее на прутках. Способ позволяет выпускать консервы высокого качества и расширять их ассортимент.

Использование размороженного или задержанного сырья требует большего удаления влаги при копчении (до 36 %) для снижения водного отстоя в масле (объясняется повышенной водоотдачей продукта в процессе стерилизации). Применение охлажденного сырья может улучшить показатели качества готовых консервов.

Опытная партия консервов «Мойва полугорячего копчения» была представлена на дегустационном конкурсе Международной специализированной выставки «Море. Ресурсы. Технологии-2012», где отмечена дипломом победителя в номинации «За проведение научно-исследовательской работы по разработке новых технологий изготовления готовой пищевой продукции».

Таким образом, проведенные технологические испытания модуля УКСУ показали его высокую энергоэффективность при работе в режимах полугорячего копчения при выпуске копченого рыбного полуфабриката для новых видов консервов.

На основании технологических испытаний подтверждена целесообразность внедрения модуля УКСУ для выпуска копченого полуфабриката для консервов на производственной площади УЭЦ МГТУ, а также в научных и учебных целях.

Литература

Универсальная коптильно-сушильная установка. Патент РФ 2011128055 Российской Федерации, МПК⁹ А 23 В 4/044. / Ершов А.М., Ершов М.А., Похольченко В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВПО «Мурм.гос.техн.ун-т» - № 2011128055/13; заявл. 07.07.2011.

Похольченко, В.А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 100 с. : ил.

Ершов, М. А. Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук. Спец. 05.18.12 / М.А.Ершов. - Мурманск: МГТУ, 2007. - 23 с.

Ершов, М.А. Технологические испытания модуля вяления универсальной коптильно-сушильной установки / М.А. Ершов, В.А. Похольченко // Наука и образование — 2011 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф., Мурманск, 4—8 апреля 2011 / МГТУ. — Электрон. текст дан. (30 Мб). — Мурманск : МГТУ, 2011. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — С. 867-870.

Похольченко, В.А. Разработка новых видов продукции в консервном производстве / В.А. Похольченко, М.А. Ершов // Наука и образование — 2011 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф., Мурманск, 4—8 апреля 2011 / МГТУ. — Электрон. текст дан. (30 Мб). — Мурманск : МГТУ, 2011. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — С. 939-943.

Ершов, А.М. [и др.] Разработка принципиальной схемы и конструкции промышленной установки для копчения и вяления рыбы / А.М. Ершов, М.А. Ершов, В.А. Похольченко. – Вест-

ник ВГТА, серия: Процессы и аппараты пищевых производств, № 1 (47). – Воронеж : Изд-во ВГТА, 2011. - с. 35-38.

Николаенко О.А. [и др.] Совершенствование способов предварительной тепловой обработки при производстве рыбных консервов / О.А. Николаенко, И.Б. Петрова, В.А. Похольченко, М. А. Ершов // Журнал «Рыбное хозяйство» . – М., 2011 - № 5.- С. 116 -118.

СЕПАРАТОРЫ ALFA LAVAL И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ИМИТИРОВАННОЙ ЧЁРНОЙ ИКРЫ

Плешкова Р. А., Голубева О. А. (г.Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологического и холодильного оборудования)

This scientific article research main specific features, advantages and storages Alfa-Laval separator sets. The resume of this article are possibilities of using this sets in black caviary imitate production.

Более века компания Альфа Лаваль (Alfa Laval) занимает лидирующие позиции на рынке оборудования для морских судов. Ее заказчиками являются судостроительные компании и их субподрядчики, а также эксплуатирующие суда судоходные компании. Большинство судов в мире имеет на борту оборудование Альфа Лаваль (Alfa Laval).

Компания Альфа Лаваль (Alfa Laval) уделяет огромное внимание разработке решений, которые помогают защитить и сохранить баланс чувствительной морской экосистемы. Эти решения предполагают установку не использующих химические вещества систем, что позволяет положить конец накоплению морских организмов в балластных водах, и предотвратить угрозу морям и океанам.

Новейшие разработки включают сепаратор для очистки картерных газов на борту, который удаляет сажу и нефтепродукты. Благодаря этому очищенный воздух можно выпускать в атмосферу.

Присутствие Альфа Лаваль (Alfa Laval) в 50 крупнейших портах мира позволяет вам не только быстро производить сервисное обслуживание судов, но и получать консультации наших высококвалифицированных специалистов.

Сепарация стала основой производственного процесса компании Альфа Лаваль с момента ее создания в 1883 г. для коммерческого внедрения изобретенного Густавом де Лавалем молочного сепаратора. Технология используется для разделения жидкостей, а также отделения твердых частиц от жидкости. В последнее время применение технологии расширилось и включает отделение частиц от газов.

Сепарация играет важную роль в целом ряде промышленных технологических процессов:

Переработка жидкостей в пищевой, фармацевтической, химической и нефтехимической промышленности

Извлечение и переработка сырой нефти

Переработка топливных и смазочных масел на судах и электростанциях

Переработка промышленных стоков

Обезвоживание осадка на очистных сооружениях

Очистка картерных газов дизельных двигателей грузовых автомобилей и судов

Основная концепция использования сепараторов в условиях современного производства – быстрое и качественное разделение различных жидкостей и твердых веществ в непрерывном режиме. Высокоскоростной сепаратор преимущественно используется для сепарации жидкостей.

В процессе сепарации под действием центробежной силы частицы более высокой плотности скапливаются на наружной стенке барабана. Обе жидкие фазы затем выгружаются через выходные отверстия сепаратора.

Основными областями применения сепараторов являются:

Удаление жидкой тяжелой фазы, а также твердых частиц из легкой фазы

Удаление жидкой легкой фазы и твердых частиц из тяжелой фазы

Очистка эмульгированных жидкостей

Альфа Лаваль помогает оптимизировать свои технологические процессы и решать сложные вопросы, которые возникают в процессах сепарирования в различных отраслях промышленности.

Технологии Альфа Лаваль в сочетании с широким ассортиментом оборудования нашли широкое применение в химической, нефтехимической, сталелитейной, крахмалопаточной и целлюлозно-бумажной промышленности.

Наиболее известными сложностями в области обрабатываемой промышленности являются:

Обеспечение чистоты присадок

Сортировка абразивных частиц по размеру

Увеличение срока службы оборудования

Компания Альфа Лаваль хорошо известна производителям пищевой продукции по всему миру. Фактически все модификации сепараторов широко используются в пищевой промышленности для решения специфических задач сепарирования. Предотвращение контакта продукта с кислородом и повышения температуры продукта при сепарировании, высокие санитарно-гигиенические стандарты – комбинации этих дополнительных требований полностью соблюдены при использовании сепараторов Альфа Лаваль.

Сепаратор Альфа Лаваль используется для самых различных применений – от небольшого, например, сезонная обработка оливкового масла или вина и заканчивая крупными системами, которые круглосуточно работают на пивоваренных и масложировых заводах.

Основными примерами использования сепараторов являются:

Снижение потребления кизельгура и повышение фильтрационной способности пива

Снижение энергопотребления и химикатов в масложировой промышленности

Производство оливкового масла высшего качества

Восстановление эфирных масел лимона после холодного прессования.

Натуральная черная икра является классическим деликатесным продуктом. Однако, обладая вкусовыми и питательными качествами, она обладает и высокой стоимостью. Разработанная технология аналога черной икры позволяет имитировать традиционную икру по внешним данным. По вкусовым и питательным качествам она приближается к натуральному продукту. Новые технологии позволяют использовать в пищу человека такие биологически активные вещества как белки, жиры, углеводы и витамины в виде такого продукта, как имитированная черная икра.

Технологический процесс производства красителя для имитированной черной икры складывается из следующих основных операций: измельчение грубого чайного листа, экстракция, отделения чайного листа от экстракта чая, осаждение танинов, сепарирование, пастеризация красителя.

Для проведения экспериментальных исследований был разработан специальный стенд, смонтированный на опытно-экспериментальной базе ПТО “Севтехрыбцентр”.

При проведении испытаний один из узлов участка пастеризации икры был частично переоборудован.

Цель эксперимента заключалась в том, чтобы опытным путем подобрать оптимальные режимы сепарирования:

- производительность по подаче смеси на сепаратор
время подачи смеси до автоматического выделения красителя
(выстрела).

Для проведения эксперимента израсходовано:

- | | |
|-----------------------|-----|
| - чая чёрного, кг | 30 |
| - железа хлорного, кг | 5,4 |
| - соды пищевой, кг | 2,4 |

В процессе проведения экспериментальных работ отрабатывались различные режимы получения красителя на сепараторе-сливкоотделителе А1-ОЦР-5 и на саморазгружающейся центрифуге MAPX 204TGT (Alfa Laval).

Заваренную по существующей технологии в двутельном пароварочном аппарате (реакторе) МЗ-2С-316 чайную смесь пропускали через центрифугу НОГШ и направляли в бак-охладитель. Экстракт, посредством насоса, смешивали с хлоридом железа (II) и пищевой содой.

В начале экспериментов образовавшаяся в растворе взвесь красителя направлялась для отделения осадка на саморазгружающуюся центрифугу MAPX 204TGT (Alfa Laval). Варьировалась производительность по подаче смеси и время подачи до автоматического удаления осадка. Всего было проведено 12 экспериментов с использованием сепаратора MAPX 204TGT (Alfa Laval).

Определено, что при работе сепаратора в режиме очистки (т.е. как кларификатора с одним выпускным отверстием для жидкости) краситель оседает на стенках барабана и скапливается в грязевом отсеке, а затем удаляется оттуда в режиме саморазгрузки (выстрела).

Производительность по подаче смеси на сепараторе должна быть

(300 ± 20) л/ч. Саморазгрузку барабана (выстрел) целесообразно производить через каждые 15-20 мин подачи смеси. В результате проведения экспериментов получено от 1,5 до 2,0 кг красителя с влажностью от 87 до 92 %, что соответствует требованиям к красителю (от 90 до 92 %). Возможно дополнительное увеличение концентрации красителя до выстрела при режиме работы сепаратора "холостой ход" в течение 5 мин. Выход красителя от чая составляет 100 %, что соответствует рецептуре получения красителя по технологической инструкции.

Таким образом, для получения красителя в линиях по производству икры черной имитированной возможно использование сепаратор MAPX 204 TGT. При этом необходимо соблюдать следующие параметры:

- работа сепаратора в режиме кларификации (очистки);
- производительность по подаче смеси (300 ± 20) л/ч;
- саморазгрузка (выстрел) через каждые 15-20 мин подачи смеси.

Затем для чистоты эксперимента был проведен комплекс аналогичных испытаний на сепараторе-сливкоотделителе А1-ОЦР-5 при поступлении раствора 320 л/ч. После этого произвели автоматический выхлоп осадка. Полученный осадок имел содержание влаги 97,3 %, что выше требуемого показателя (от 85 до 92 %).

Таким образом, полученный на сепараторе А1-ОЦР-5 раствор не пригоден для получения красителя.

Литература

Кавецкий Г. Д. Процессы и аппараты пищевой технологии .-М.:Колос,2008.

Плаксин Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин .-М.:Колос,2007.

http://alfalaval.at.ua/index/separatory_alfa_laval

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ–ПАШТЕТОВ ИЗ ТРЕСКОВЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБОГАЩЁННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫМ СЫРЬЁМ

Ефремова А. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К., Комарова Л. Н., Гиниатуллина Е. Р.
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Рыбы и рыбные продукты в рационе человека являются основными поставщиками полноценных белков, полноценных жиров, витаминов, макро- и микроэлементов. Изыскание новых способов использования для производства рыбных продуктов мелкого и малоценного сырья, такого как сайка, в настоящее время является актуальной проблемой.

Биологическая и пищевая ценность сайки научно обоснована [6]. Возможность использования фарша сайки в производстве консервов-паштетов даст новый толчок разработке и усовершенствованию технологий консервного производства из малоценных видов рыб Северного бассейна. Технология пищевых продуктов, приготовленных на основе измельченного мяса рыбы, актуальна, так как по количеству выхода съедобной части считается наиболее рациональной, а возможность разнообразных сочетаний компонентов животного и растительного происхождения позволяет заранее спланировать, рассчитать пищевую и биологическую ценность производимых консервов типа паштеты, оценить их соответствие принципам сбалансированного питания [2,4].

Использование тыквы и моркови в качестве дополнительного или альтернативного витаминного, минерального сырья для производства паштетов является выгодным, оправдано с позиций биологической и физиологической ценности; может сыграть важную роль в решении проблемы дефицита витаминов, пищевых волокон, минеральных веществ; дает возможность использовать продукт для профилактики и лечения заболеваний пищеварительной системы, органов зрения, нарушениями обмена веществ, сердечнососудистой системы у людей разных возрастов и подростков[2,4].

На первом этапе работ были определены способы предварительной термической обработки (ПТО) полуфабриката из сайки. Изучалась возможность использования при производстве фаршей подсушивания, бланширования паром и водой, холодного копчения, обжаривания.

Уровень качества консервов, в зависимости от вида предварительной термической обработки, представлен на рисунке 1.

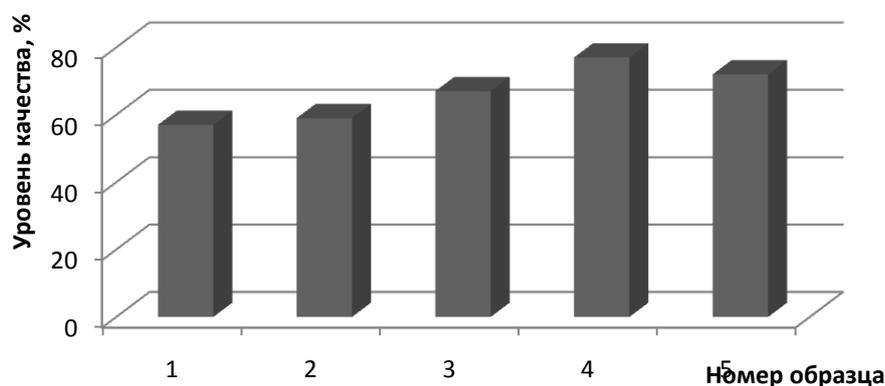


Рисунок 1. – Изменение уровня качества паштетов в зависимости от вида ПТО:

1-без ПТО; 2 – обжаривание, бланширование паром; 4 бланширование в воде; 5 холодное копчение

Наивысший уровень качества был выявлен в паштете из бланшированного в воде полуфабриката - 77 % и копченого полуфабриката - 72%.

Органолептическая оценка показала, что консистенция паштетов была неоднородной, в них после стерилизации имелся отстой жидкой части от 7 до 10 % от массы продукта. Для улучшения реологических свойств консервов было предложено в качестве структурообразователей добавлять в рецептуру муку, сухое молоко, лецитин, камедь, майонез. При проведении органолептической оценки самый высокий уровень качества имел образец, в который была добавлена камедь в количестве 0,4 % (рис.2).

На рисунке 2 представлено изменение уровня качества паштетов в зависимости от вида добавляемого стабилизатора.

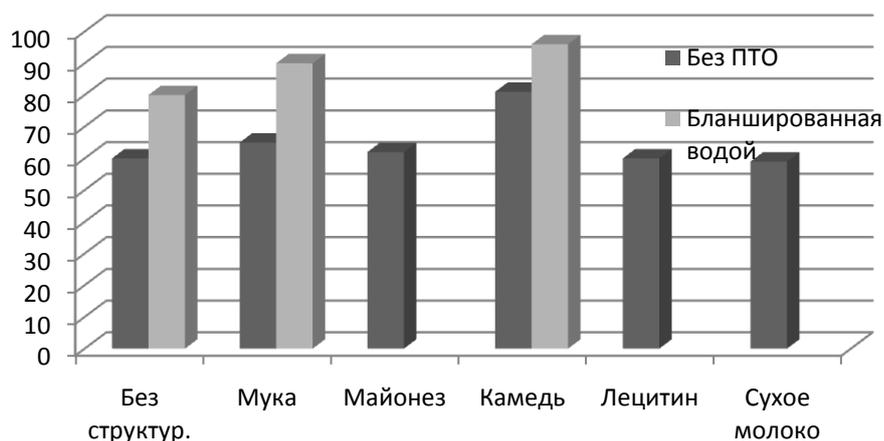


Рисунок 2 - Изменение уровня качества паштетов в зависимости от вида стабилизатора

Добавление стабилизаторов позволило увеличить водоудерживающую способность фарша и уменьшить их прочность, что можно связать с повышением нежности продукта. На рисунке 3 представлено изменение реологических показателей качества паштетов.

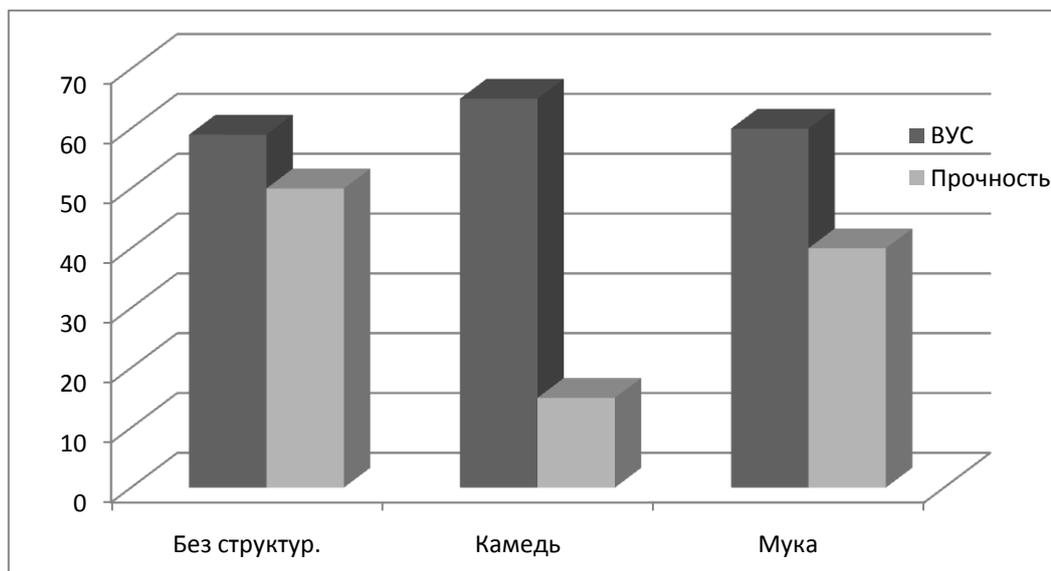


Рисунок 3 – Изменение реологических показателей качества паштетов

Следующим этапом работы стал поиск оптимальной рецептуры паштетов.

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 [1].

В качестве влияющих факторов для тыквенного паштета были выбраны дозировка тыквы, интервал варьирования от 85 до 65 г и дозировка камеди, интервал варьирования от 0 до 1 г. Дозировка остальных компонентов была выбрана на постоянном уровне.

Реализация плана эксперимента и обработка результатов позволили получить следующее уравнение регрессии:

$$y = A + B \cdot x_1 - C \cdot x_1^2 + D \cdot x_2 - E \cdot x_2^2,$$

коэффициенты регрессии были равны

$$A = 0,21212, B = 4,34619, C = -7,49343, D = 107,67687, E = -26919,21$$

Все коэффициенты регрессии оказались значимыми с доверительной вероятностью не менее 0,95. Поверхность отклика представлена на рисунке 4.

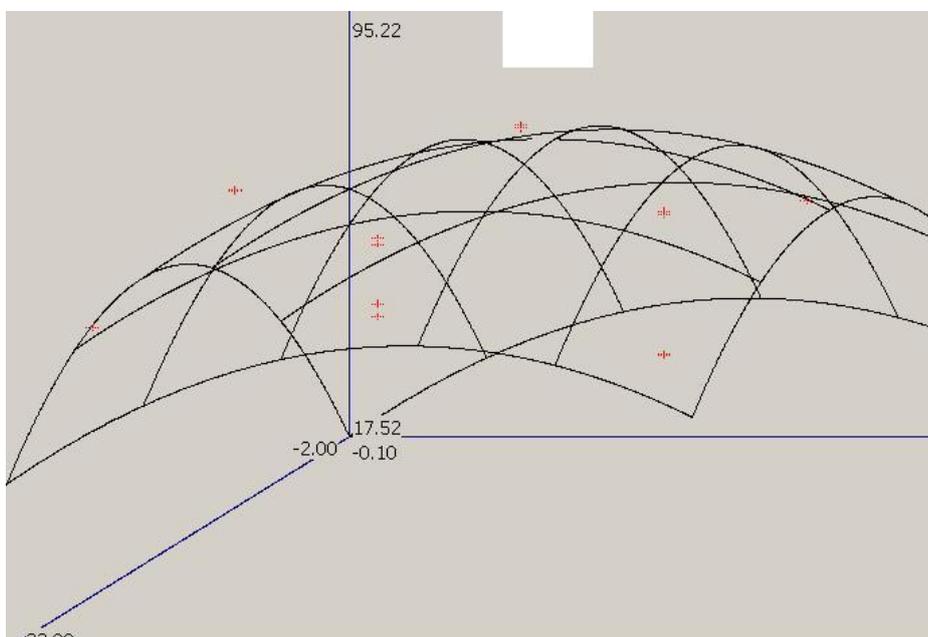


Рисунок 4 – Поверхность отклика

В таблице 1 представлены результаты математической обработки для тыквенного паштета.

Таблица 1– Результаты математической обработки

Влияющий фактор	Значение, близкое к оптимальному	Значение функции отклика y в точке оптимума	
		экспериментальное	расчетное
X_1	0,29	0,96	0,95
X_2	0,002		

В качестве влияющих факторов для морковного паштета были выбраны дозировка моркови, интервал варьирования от 80 до 60 г и дозировка камеди, интервал варьирования от 0 до 1 г;

для паштета из подкопченной - дозировка муки, интервал варьирования от 0 до 20 г и дозировка камеди, интервал варьирования от 0 до 1 г.

На основании полученных исследований были изготовлены паштеты, по рецептуре, представленной в таблице, в которых после хранения были определены показатели качества и энергетическая ценность.

Таблица 2- Рецепт паштетной смеси, г на учетную банку

Наименование компонента	Паштет из бланшированной сайки с овощами		Паштет из копченой сайки
	с морковью	с тыквой	
Сайка бланшированная	182	175	-
Сайка копченая			263
Лук обжаренный	30	30	44
Морковь обжаренная	95	-	-
Тыква обжаренная	-	102	-
Масло растительное	21,5	21,5	21,5
Соль	5	5	5
Перец белый молотый	0,35	0,35	0,35
Перец черный молотый	0,35	0,35	0,35
Камедь	0,8	0,8	0,8
Мука пассерованная	15	15	15

Для определения влияния режима стерилизации на качество консервов и разработки научно обоснованного режима стерилизации проводилась работа в УЭЦ кафедре ТПП.

Банки стерилизовали в автоклаве Н2-ИТА 602. В процессе стерилизации ежеминутно фиксировали температуру греющей среды в автоклаве с помощью системы автоматического управления процессом стерилизации «САУСТ-Е» и, дополнительно, с помощью термодатчика прибора «Ellab»[5].

Данные об изменении температуры продукта и греющей среды при стерилизации консервов представлены на рисунке 5.

При подборе режима стерилизации варьировали длительность стадии стерилизации (от 45 до 55 мин). Температуру греющей среды стерилизации приняли 120 °С. В качестве определяющего показателя при оптимизации использовали значение величины фактической летальности (F_{ϕ}), которое должно быть выше нормативной ($F_n = 6,3$ усл. мин для консервов в масле).

В ходе исследований было выявлено, что F_{ϕ} для консервов «Паштет из бланшированной сайки с тыквой» при стерилизации в течение 45 минут при температуре 112°С составлял 4,5 условных минуты, что на 28 % ниже нормативного. При стерилизации в течение 55 F_{ϕ} значительно выше нормативного. Стерилизация в течение 50 мин позволяет получить промышленно стерильные консервы с хорошими органолептическими свойствами.

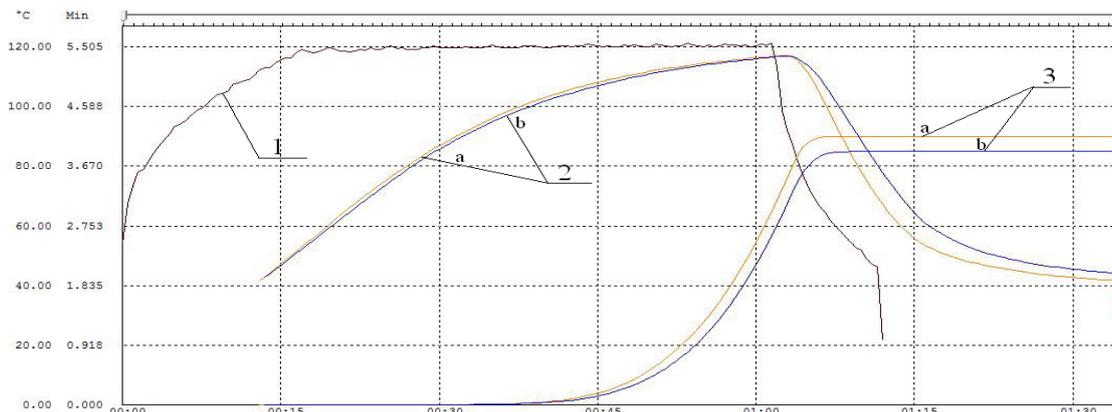


Рисунок 5 – Изменение температуры продукта и греющей среды при стерилизации консервов: 1- в автоклаве; 2 (a,b)– в банках; 3(a,b) – фактический стерилизующий эффект консервов.

В качестве режима стерилизации для опытной партии консервов «Паштет из бланшированной сайки с тыквой» 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 рекомендован для выпуска готовых к употреблению рыбных консервов-паштетов и подготовки пакета технической документации данный вид продукции.

Литература

Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - М. : Наука, 1976. - 280 с.

Антипова, Л. В. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей/ Л. В. Антипова, И. Н. Толпыгина, В. В. Батищев// Изв. вузов. Пищ. технология. – 2003. –N1. –С. 32–34.

Ершов, А.М. Разработка технологии консервов из полярной тресочки с использование 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.

Ефремова АА. Разработка технологии консервов «Паштеты рыбные» из малорентабельных рыб Северного бассейна. Магистерская диссертация. – Мурманск: МГТУ, 2011, 74 с.

Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.- СПб: Гипробыбфлот, 1996, 42 с.

Толсторебров, И.Н.О возможности получения рыбного фарша с заданными свойствами из мороженой сайки //Север промышленный. –2006. –N 4 . –С. 88–89.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЯГКИХ РЕЖИМОВ КОПЧЕНИЯ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ КОНСЕРВОВ

Николаенко О. А., Куранова Л. К., Петрова И. Б. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Производство стерилизованных консервов является одним из ведущих направлений пищевого использования объектов водного промысла, однако в последние годы резко уменьшился их выпуск, и сократился ассортимент.

Традиционно у населения пользуются спросом консервы из копченой рыбы. 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 [1].

В Мурманском государственном техническом университете на кафедре ТПП проводились работы по разработке технологий консервов полуфабриката холодного копчения [1, 3]. Проведенные работы показали, что из полуфабриката холодного копчения может быть получен продукт с хорошими органолептическими свойствами. Температурный режим предварительной тепловой обработки при производстве консервов из рыбы холодного копчения более мягкий, чем при производстве консервов данной группы по традиционной технологии. Поэтому высокое качество консервов достигается при меньших потерях влаги, и, следовательно, при меньшем расходе сырья: Эта технология и техника производства консервов из копченой рыбы предполагает снижение расхода сырья на 6-7% по сравнению с традиционным способом, позволяет выпускать на одной линии консервы из десятков видов рыб [1, 3]. Себестоимость консервов по новой технологии снижается на 15-20 %.

Для покрытия дефицита в пищевом сырье водного происхождения авторы ориентировались на вовлечение в производство консервов недоиспользованного сырья Северного бассейна (путассу, сайка, сайда, мольва, морской петух), а также пресноводных видов рыб - пеляди и карася. В результате проведенных исследований разработаны ТУ 9271-004-00471633-06 «Консервы из копченой рыбы. Технические условия» и технологическая инструкция по изготовлению консервов из копченой рыбы, в которых отражены основные требования, гарантирующие качество и безопасность этого вида продукции.

Целью данной работы являлось изучение пищевой ценности консервов, полученных из полуфабриката холодного копчения.

В консервах, изготовленных по разработанным мягким режимам предварительной тепловой обработки, были определены органолептические и физико-химические показатели.

Органолептическая оценка консервов проводилась дегустационным советом МГТУ. По результатам дегустационной оценки все образцы паштетов имели хорошие органолептические показатели.

Физико-химические показатели качества и химический состав консервов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Физико-химические показатели консервов

Наименование показателя,	«Морской петух копченый в масле»	«Путассу копченая в масле»	«Сайка копченая в масле»	«Сайда копченая в масле»
--------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------	--------------------------

единица измерения				
Массовая доля поваренной соли, %	1,8	1,7	2,0	1,9
Массовая доля рыбы, %	76,0	76,2	75,8	75,0
Массовая доля отстоя в масле к массе рыбы и отстоя, %	6,3	8,4	8,5	8,0
Бенз(а)пирен, мкг/кг	0,001	0,001	0,001	0,001

Таблица 2. Химический состав консервов

Наименование консервов	Массовая доля, г в 100 г продукта				Энергетическая ценность, кДж/100г
	Вода	Сырой протеин	Мин. вещества	Липиды	
Сайка копченая в масле	56,3	18,7	2,8	22,2	1093
Сайда копченая в масле	59,5	19,7	2,5	18,2	967
Путассу копченая в масле	57,7	19,3	2,5	20,5	1040
Морской петух копченый в масле	53,4	19,0	2,6	25	1197

Изучение пищевой ценности продукции из полуфабрикатов холодного копчения осуществлялось на консервах «Сайда копченая в масле» путём анализа аминокислотного и жирнокислотного составов продукта.

В ходе работы были проведены биохимические исследования содержания аминокислот в образцах консервов методом, основанном на хроматографическом разделении модифицированных с помощью ортофталевого альдегида и β -меркаптоэтанола аминокислот и таурина с последующей регистрацией спектрофлуориметрическим детектором. Анализ проводили на базе химической лаборатории МГУ (г. Москва). Результаты исследований представлены в таблице 3, здесь же приведены результаты расчёта биологической ценности консервов, про-

ведённого в соответствии с рекомендациями Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) 2007 года [6].

Анализ приведенных данных показывает, что в исследованном продукте присутствуют все белковые аминокислоты, в том числе и незаменимые, суммарное количество последних составляет 417,5 мг/г белка, при этом лимитирующие аминокислоты отсутствуют. В белке консервов отмечено высокое содержание глутаминовой и аспарагиновой кислот, лизина, лейцина, содержание которых составляет соответственно 133; 92; 92; 75,8 мг/г белка.

Для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот относительно эталонного белка рассчитывали коэффициент рациональности (R_c). Для консервов «Сайда копченая в масле» $R_c = 0,75$.

Таким образом, белок исследованного продукта достаточно хорошо сбалансирован по сравнению с эталонным белком, что свидетельствует о высокой биологической ценности консервов.

Таблица 3. Аминокислотный состав белков, аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности незаменимых аминокислот (K_i) белков консервов «Сайда копченая в масле»

Аминокислота	мг в 1 г белка	Эталонные значения, мг в 1 г белка	АКС, %	K_i
Триптофан	10,2	6	170	0,68
Лизин	84,5	45	187	0,62
Гистидин	17,7	15	118	0,98
Треонин	40,0	23	173	0,65
Цистин	15,0	22	149	0,78
Метионин	17,8			
Валин	45,3	39	116	1,00
Изолейцин	41,7	30	139	0,83
Лейцин	75,8	59	128	0,90
Тирозин	28,0	38	182	0,64
Фенилаланин	41,5			
Аргинин	59,0			
Аспарагиновая кислота	92,0			
Серин	38,0			

Глютаминовая кислота	133,0			
Пролин	38,0			
Глицин	59,7			
Аланин	71,0			
Сумма незаменимых аминокислот	417,5	277		

Институтом питания были определены нормы физиологического потребления жиров в соответствии с рекомендациями ВОЗ и собственными научными исследованиями, которые должны составлять до 30 % от суточного рациона питания (от 70 до 125 г) [2].

Качество жира определяется структурными характеристиками жирных кислот, которые являются основным компонентом липидов, а насыщенные жирные кислоты (НЖК) используются организмом как энергетический материал. Особое значение имеют мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Наиболее ценными из ПНЖК являются линолевая, линоленовая, арахидоновая, которые входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей и выполняют в организме ряд ценных функций, в том числе обеспечивают нормальный рост и обмен веществ, эластичность сосудов. Полиненасыщенные жирные кислоты получили название незаменимых, так как они не синтезируются организмом человека, но их недостаток в пище может приводить к возникновению целого ряда заболеваний, в том числе сердечнососудистых, а также нарушению белково-углеводного обмена. Кислоты омега-6 и омега-3 составляют две основные группы ПНЖК и необходимы для обеспечения многих важных жизненных функций. Омега-3 ПНЖК оказывают общеукрепляющие, антиоксидантные, противовоспалительные, иммунокорректирующие действия.

Анализ жирнокислотного состава консервов проводили методом газовой хроматографии в Испытательном центре продукции, сырья и материалов ЦСМ (г. Мурманск). Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Жирнокислотный состав консервов «Сайда копченая в масле»

Наименование кислоты	Содержание	
	% от содержания жира	в 100 г консервов, мг
Насыщенные жирные кислоты	13,7	2490
В том числе		
Лауриновая (C ₁₂ :0)	0,04	7
Тридекановая (C ₁₃ :0)	0,03	5
Миристиновая (C ₁₄ :0)	3,71	675
Пентадекановая (C ₁₅ :0)	0,60	109
Пальмитиновая (C ₁₆ :0)	6,88	1250

Маргариновая (C ₁₇ :0)	0,69	126
Стеариновая (C ₁₈ :0)	1,75	318
Мононенасыщенные жирные кислоты	36,8	6698
В том числе		
Пальмитолеиновая (C ₁₆ :1)	3,09	561
Гептадеценовая (C ₁₇ :1)	0,43	78
Олеиновая (C ₁₈ :1)	23,93	4355
Нанодеценовая (C ₁₉ :1)	0,07	13
Гондоиновая (C ₂₀ :1)	5,18	943
Эруковая (C ₂₂ :1)	4,10	746
Полиненасыщенные жирные кислоты	49,50	9009
В том числе		
Гексадекадтеновая (C ₁₆ :2)	0,28	511
Гексадекатриеновая (C ₁₆ :3)	0,17	31
Линолевая (C ₁₈ :3)	30,55	5560
Линоленовая (C ₁₈ :3)	3,69	672
Октадекатетраеновая (C ₁₈ :4)	0,31	56
Эйкозатриеновая (C ₂₀ :3)	0,78	142
Арахидоновая (C ₂₀ :4)	0,25	46
Эйкозапентаеновая (C ₂₀ :5)	5,24	954
Докозапентаеновая (C ₂₂ :5)	0,89	162
Докозагексаеновая (C ₂₂ :6)	7,34	1336

Жирнокислотный состав липидов исследуемых консервов имеет ненасыщенный характер, сумма НЖК составляет 86 % .

ВОЗ, рекомендует придерживаться пропорции омега-6 и омега-3 ПНЖК, как 5-10:1, но при этом рекомендуется стремиться к увеличению доли омега-3. В разработанном продукте данное соотношение составляет 3:1. Но в настоящее время более важным показателем считается абсолютное поступление омега-3 жирных кислот с пищей[5]. В исследуемых консервах в 100 г продукта содержание омега-3 ЖК составляет 2,5 г, что почти в 2 раза превышает рекомендованную суточную потребность.

Микробиологическими исследованиями, проведенными на кафедре в Центре исследования сырья и продукции, установлено, что все изготовленные консервы промышленно стерильны.

Выводы.

Проведенные органолептические, физико-химические, биохимические и микробиологические исследования и расчёты показали, что консервы «Рыба копчёная в масле» соответствуют всем требованиям безопасности [4] и характеризуются, наряду с отличными потребительскими свойствами, высокой пищевой ценностью. Таким образом, предварительная тепловая

обработка сырья методом холодного копчения позволяет получить безопасный продукт с высокими пищевыми характеристиками.

Литература

Ершов А.М., Николаенко О.А. Разработка технологии консервов из рыбы холодного копчения. Материалы научно-практического семинара «Стратегия развития рыбоперерабатывающего комплекса».- Мурманск: МГТУ, 2002.

Методические рекомендации МР 2.3.1.2332-08 «Новые физиологические потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ.

Николаенко О.А. Петрова И.Б. Похольченко В.А., Ершов М.А. Совершенствование способа предварительной тепловой обработки при производстве рыбных консервов. Рыбное хозяйство, № 5 , 2011 С. 116-118

Harris. W.S. Alpha-Linolenic Acid. A gift from the land /W.S.Harris// Circulation.- 2005.- Vol. – P. 2872-2874.

WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Proteins and amino acids in human nutrition. Geneva: World Health Organ Tech Rep Ser.; 935:265 pages, 2007.

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Табакаева О. В, Каленик Т. К. (г. Находка, филиал ДВФУ в г.Находке, г. Владивосток, Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины)

Influence of duration of hydrolysis and the used hydromodule on characteristics received of animal not fish objects of Far East region of acid hydrolysates is studied. The equations of regress adequately describing change of the maintenance of dry soluble substances and nitrogen in hydrolysates during process of hydrolysis under various conditions are resulted.

Известным и наиболее широко применяемым способом модификации нативного сырья с целью изменения его химического состава и получения гидролизатов является гидролиз, как химический (кислотный и щелочной), так и ферментативный. У каждого вида гидролиза есть свои преимущества и недостатки. Щелочной гидролиз применяют редко из-за рацемизации и разрушения аминокислот и пептидов в щелочных растворах при высоких значениях рН [1]. При кислотном гидролизе в основном используют концентрированные серную и соляную кислоты. Получаемые гидролизаты в большинстве содержат свободные аминокислоты и дипептиды. В связи с протеканием процесса при высокой температуре в гидролизате протекают разнообразные реакции, в частности реакция меланоидинообразования (реакция Майера), результатом которой является образование меланоидинов, обладающих различными физиологическими свойствами.

Гидролизаты, получаемые с помощью ферментативного гидролиза представляют собой многокомпонентные смеси, содержащие субъединицы белков, олигопептиды различных размеров, смеси пептидов со свободными аминокислотами. Таким образом, выбор способа гидролиза зависит от того, гидролизат какого химического состава необходимо получить.

Для промысловых двустворчатых моллюсков наиболее подробной и разработанной является методика получения кислотных гидролизатов из различных видов мидий, подробно изучены свойства и химический состав получаемых гидролизатов [2,3]. Получение кислотных гидролизатов из других видов двустворчатых моллюсков разработано недостаточно. Описан метод получения кислотного гидролизата из отходов разделки исландского гребешка и мактры с использованием соляной кислоты концентраций 6-12% в гидролизуемой массе и последующей нейтрализацией гидроксидами натрия или калия. Состав и свойства получаемых гидролизатов изучены недостаточно [2]. В литературных источниках не найдены сведения о получении кислотных гидролизатов из тканей голотурий, что является существенным пробелом в данном вопросе.

В связи с этим разработка технологий кислотных гидролизатов (КГ) из голотурий и двустворчатых моллюсков Дальневосточного региона является актуальной и необходимой.

Важным моментом в данном вопросе является то, что можно использовать сырье, которое не может быть использовано для приготовления традиционной пищевой продукции, например с значительными механическими повреждениями, которое считается отходом переработки.

Кислотному гидролизу подвергали мантию и мускул двустворчатых моллюсков, мускул, венчик и щупальца кукумарии. Гидролиз проводили пищевой лимонной кислоты. Выбор данной кислоты обусловлен ее безопасностью, возможностью создания необходимого для гидролиза рН, равного 2, возможностью использования гидролизата в пищевых продуктах (например в майонезах и соусах) без нейтрализации, а также возможностью получения после

нейтрализации KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в гидролизате цитратов калия, кальция и магния, которые являются разрешенными пищевыми добавками, играющими роль стабилизаторов и регуляторов кислотности.

Для характеристики получаемых кислотных гидролизатов целевой функцией являлось содержание азота. На содержание общего азота концентрация лимонной кислоты оказывает существенное влияние в пределах концентрации 2-6%, дальнейшее повышение концентрации до 10% не увеличивает его содержание, но существенно влияет на количество сухих веществ. Зависимость содержания сухих веществ в гидролизатах из животных нерыбных объектов представлена на рисунке 1.

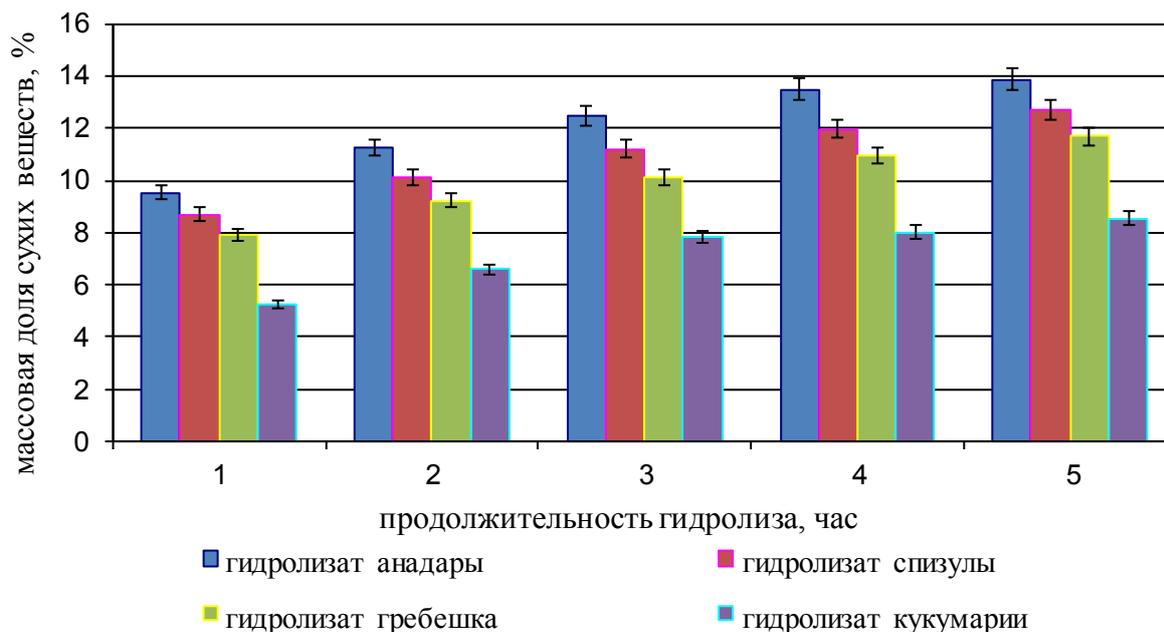


Рисунок 1 - Зависимость содержания сухих веществ в гидролизатах из животных нерыбных объектов от времени гидролиза

Представленные данные показывают, что при увеличении продолжительности гидролиза массовая доля сухих веществ в гидролизатах возрастает.

Динамика изменения содержания азота в гидролизатах в зависимости от времени гидролиза представлена на рисунке 2.

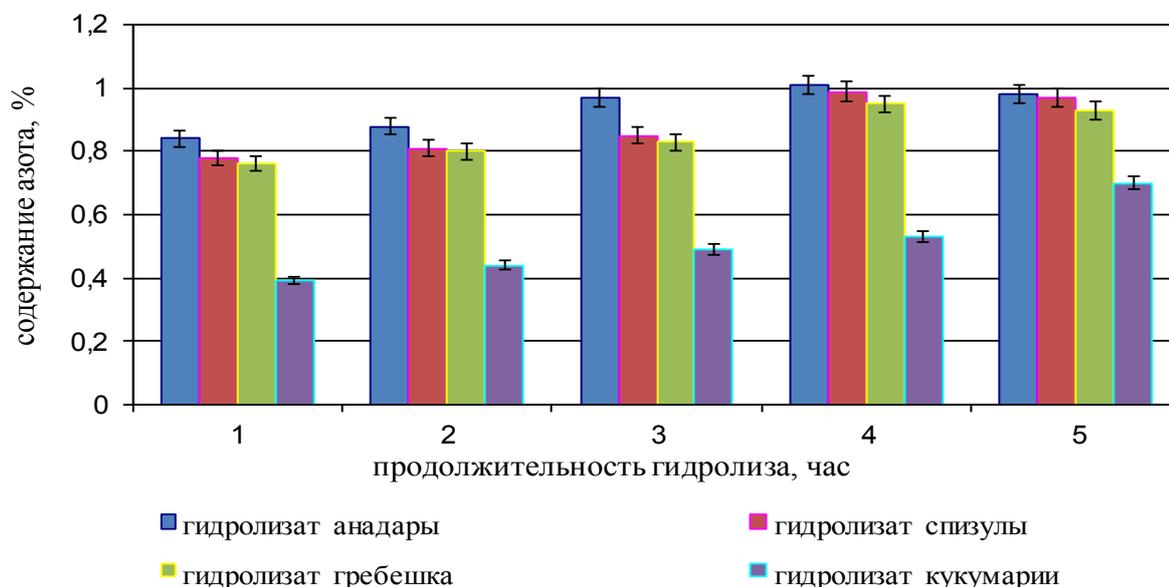


Рисунок 2 - Динамика изменения содержания азота в гидролизатах из животных нерыбных объектов от времени гидролиза

Для гидролизатов из двустворчатых моллюсков наблюдается накопление азота в течение 6 часов гидролиза. Для гидролизата из кукумарии увеличение содержания азота наблюдается в течение 8 часов и максимально этот процесс протекает при гидролизе 6-8 часов.

Максимальное содержание азота отмечено для гидролизата из анадары, минимальное – для гидролизата из кукумарии, что объясняется содержанием азотсодержащих веществ в нативном сырье и степенью их конверсии в процессе кислотного гидролиза.

После проведения обработки результатов и отсева незначимых коэффициентов получены уравнения регрессии, адекватно описывающие изменение содержания сухих растворимых веществ и азота в гидролизатах из животных нерыбных объектов в ходе процесса гидролиза при различных условиях, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Уравнения регрессии, описывающие зависимость содержания сухих веществ и азота в гидролизатах от концентрации лимонной кислоты и времени

Гидролизат из	уравнение регрессии	коэффициент аппроксимации
мантии анадары	$Y_1=0,5487X_1+2,0243X_2-0,0097X_1^2+0,0037X_1X_2-0,0512X_2^2-9,3865$	$R^2 = 0,84$
	$Z_1=0,0232X_1+0,051X_2-0,0006X_1^2-0,0001X_1X_2-0,0015X_2^2+0,3694$	$R^2 = 0,89$
мантии спизулы	$Y_2=0,3769X_1+2,4703X_2-0,0039X_1^2+0,003X_1X_2-0,0673X_2^2-12,144$	$R^2 = 0,87$
	$Z_2=0,0318X_1+0,065X_2-0,0003X_1^2-0,0009X_1X_2-0,0015X_2^2+0,1047$	$R^2 = 0,84$
мускула	$Y_3=0,0709X_1+1,3703X_2-0,0019X_1^2+0,005X_1X_2-0,0772X_2^2-2,044$	$R^2 = 0,83$

спизулы	$Z_3=0,0183X_1+0,079X_2-0,0001X_1^2-0,0005X_1X_2-0,0035X_2^2+0,0741$	$R^2 = 0,88$
мускула анадары	$Y_4=0,3014X_1+3,1512X_2-0,0091X_1^2+0,004X_1X_2-0,0451X_2^2-5,097$	$R^2 = 0,85$
	$Z_4=0,0404X_1+0,052X_2-0,0002X_1^2-0,0006X_1X_2-0,0211X_2^2+0,3159$	$R^2 = 0,82$
гонад гребешка	$Y_5=1,4992X_1+0,4473X_2-0,0317X_1^2+0,0135X_1X_2-0,0067X_2^2-3,4566$	$R^2 = 0,83$
	$Z_5=0,0139X_1+0,1291X_2-0,0002X_1^2-0,0001X_1X_2-0,0032X_2^2+0,0334$	$R^2 = 0,85$
мантии гребешка	$Y_6=0,7176X_1+0,8643X_2-0,0136X_1^2+0,0053X_1X_2-0,0198X_2^2-3,4449$	$R^2 = 0,86$
	$Z_6=0,0316X_1+0,0853X_2-0,0003X_1^2-0,0008X_1X_2-0,0022X_2^2-0,0316$	$R^2 = 0,86$
мускула кукумари	$Y_7=0,5154X_1+0,6907X_2-0,0091X_1^2-0,0019X_1X_2-0,0169X_2^2-3,2978$	$R^2 = 0,87$
	$Z_7=0,0769X_1+6,9235X_2-0,0031X_1^2+0,0015X_1X_2+0,0007X_2^2+0,3293$	$R^2 = 0,84$
венчика и щупалец кукумари	$Y_8=0,1522X_1+0,9074X_2-0,0021X_1^2-0,0009X_1X_2-0,0343X_2^2-1,0797$	$R^2 = 0,85$
	$Z_8=0,0309X_1+7,4268X_2-0,0008X_1^2+0,0025X_1X_2+0,0001X_2^2+0,5271$	$R^2 = 0,85$

Y (%) – содержание сухих веществ в гидролизате,

X_1 (час) – продолжительность гидролиза,

X_2 (%) – концентрация кислоты,

Z (%) – содержание азота в гидролизате

Данные регрессивные уравнения позволили определить рациональную концентрацию кислоты и продолжительность гидролиза, при которых в гидролизатах обеспечивается максимальное содержание азота: концентрация кислоты 2-6%, время процесса 4-8 часов.

Еще одним важным фактором, формирующим количественный состав получаемых гидролизатов является гидромодуль. Изучение зависимости содержания азота от используемого гидромодуля показало, что рациональным для гидролизатов из мантии двустворчатых моллюсков и гонад гребешка является гидромодуль 1:1, мускула моллюсков гидромодуль 1:1,5, из органов кукумари гидромодуль 1:2. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 -Зависимость содержания азота в гидролизатах из животных нерыбных объектов от гидромодуля

Гидролизат из	гидромодуль		
	1:1	1:1,5	1:2
	содержание общего азота, %		

мантии анадары	1,05±0,05	0,93±0,04	0,61±0,03
мантии спизулы	0,97±0,04	0,80±0,03	0,55±0,02
мускула анадары	1,31±0,06	1,06±0,05	0,83±0,04
мускула спизулы	1,36±0,06	1,11±0,05	0,79±0,03
гонад гребешка	1,44±0,07	1,12±0,05	0,95±0,04
мантии гребешка	1,07±0,05	0,89±0,04	0,64±0,03
мускула кукумарии	0,63±0,003	0,42±0,02	0,33±0,01
венчика и щупалец кукумарии	0,79±0,003	0,60±0,03	0,51±0,02

Таким образом, рациональными условиями для получения из отходов переработки нерыбных объектов Дальневосточного региона кислотных гидролизатов являются: концентрация лимонной кислоты 2-6%, продолжительность гидролиза 4-8 часов, гидромодуль 1:1-2.

Литература

- 1.Алексеев Л.П. Современные методы в биохимии. М.: - Медицина. – 1968. Т.2. – 112с.
- 2.Новикова М.В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки: автореферат дисс... докт. техн. наук. Москва, 2003 – 45с.
- 3.Терентьев В.А. Разработка технологии производства мидийного гидролизата лечебно-профилактического применения: Автореф. дис. канд. техн. наук, Москва, 2002.- 26с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шокина Ю. В., Обухова Н. Е., Щетинский В.В., Порцель М.Н. (г. Мурманск, МГТУ кафедра Технологии пищевых производств)

Functional and technological properties of meat of a slope prickly are studied, features of its application in technology of enriched culinary fish products – fishes jellied, in jelly, fish jellies and zelets, and also fish baked with a garnish in sauce are considered, the assessment of biological value of new culinary products, the comparative analysis of its consumer properties is carried out. The analysis showed that the greatest biological value and equation of structure production made of a cod of Atlantic and a slope of prickly in equal shares possesses functional and technological properties

Главным фактором, определяющим здоровье населения, начиная с детского возраста, является питание. По данным руководителя Управления Роспотребнадзора по Мурманской области, доложенным на совещании, посвященном исполнению законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия при организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях региона, состояние здоровья детского населения области (0-17 лет) за период с 2008 по 2010 год ухудшилось. Так, общая заболеваемость на 1000 человек выросла с 2745,1 до 3056,6; увеличилось количество детей (0-17 лет), страдающих ожирением с 15,6 до 16,0 на 1000 человек, в том числе детей (0-14 лет) страдающих ожирением с 14,1 до 14,3 на 1000 человек при среднем по Российской Федерации показателе 9,6 на 1000 человек; наблюдается рост заболеваний органов пищеварительной системы у детей (0-17 лет) с впервые установленным диагнозом – со 103,1 до 105,2 на 1000 человек, в том числе детей (0-14 лет) со 192,8 до 192,9 на 1000 человек при среднем по Российской Федерации показателе – 148,8 на 1000 человек. При этом заболеваемость анемией в Мурманской области у детей (0-17 лет) меньше на 19,7 %, чем в среднем по Российской Федерации, и неуклонно снижается год от года. В целом эти данные свидетельствуют о плохом качестве и несбалансированности питания наиболее чувствительной части населения страны – подрастающего поколения, определяющего здоровье нации уже в ближайшем будущем. У взрослого населения области ситуация со здоровьем не лучше, с той лишь разницей, что основной прирост заболеваемости происходит за счет болезней органов кровообращения (30,7 % в структуре общей заболеваемости), органов пищеварения и опорно-двигательной системы человека. Налицо необходимость принятия срочных мер по улучшению ситуации с качеством питания населения Мурманской области, при этом под качеством питания следует понимать совокупность свойств, обеспечивающих определенные потребности населения в питании, необходимые для нормального функционирования организма человека.

Основы 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, а также включены в «Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 года № 120 (далее Доктрина). В качестве приоритетной в этих документах формулируется задача развития производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических пищевых продуктов, в том числе для питания в организованных образовательных коллективах.

В рамках реализации указанной Доктрины применительно к рыбоперерабатывающей отрасли одним из наиболее перспективных направлений представляется разработка и совершенствование технологий рыбной кулинарной продукции, пользовавшейся в недалеком прошлом стабильно высоким спросом у российского потребителя.

Использование для изготовления кулинарной продукции биологического сырья водного происхождения, богатого микро- и макроэлементами, витаминами, биологически-активными веществами, содержащего полноценный белок и полиненасыщенные жирные кислоты, в сочетании с традиционными и новыми способами кулинарной обработки максимально сохраняющими питательную ценность продукта, позволяет рассматривать это направление как одно из приоритетных для решения поставленных Доктриной задач.

На кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ в течение последних трех лет активно ведутся исследования по изучению возможности переработки ската колючего на пищевые цели [1-5]. В конце 90-х годов под руководством профессора Ершова А.М. была разработана технология, позволяющая эффективно удалять мочевины из мяса ската колючего путем достаточно длительного отмачивания в воде. Однако проведенными позднее исследованиями [1,2] было установлено, что не менее эффективным, но при этом более экономичным и позволяющим в большей степени сохранить функционально-технологические свойства мяса ската колючего является применение для удаления мочевины непродолжительного бланширования в горячей воде. По итогам исследований разработаны технологические режимы предварительной подготовки сырья, позволяющие получать полуфабрикат высокого качества, а также рецептуры и технологии изготовления кулинарной рыбной продукции широкого ассортимента – рыбы заливной, в желе, рыбных студней и зельцев, а также вторых рыбных обеденных блюд (ризотто, лазаньи, рыба, запеченная с гарниром в соусе и т.д.) в потребительской упаковке [3,4,5]. Все указанные технологии вошли в разработанную и утвержденную техническую документацию – ТУ 9266-018-00471633-2012 «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» и ТУ 9266-019-00471633-2012 «Вторые рыбные обеденные блюда охлажденные и замороженные».

Проведенными исследованиями также установлено содержание в готовой кулинарной продукции, изготовленной с использованием мяса ската колючего хондроитинсульфата в количестве от 22 до 24 мг на 100 г продукта [3,4], что позволяет характеризовать ее как обогащенную компонентом, в отношении которого доказаны профилактические и лечебные эффекты – противоопухолевый и противовоспалительный соответственно.

Следующим этапом работ стала характеристика показателей биологической ценности новой кулинарной продукции с использованием мяса ската колючего – ключевой группы показателей, определяющих ее потребительские свойства и конкурентоспособность на рынке продуктов «здорового питания». Согласно теории адекватного питания пищевой продукт должен содержать эссенциальные нутриенты и балластные вещества в физиологически целесообразных соотношениях. При этом приоритетное внимание должно уделяться незаменимым аминокислотам, которые обуславливают уровень полноценности белоксодержащих систем [6]. С учетом вышеизложенного биологическую ценность новой кулинарной продукции исследовали по следующим показателям:

- содержание белка, %;
- содержание жира, %;
- содержание углеводов, %;
- 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, %;
- коэффициент различия аминокислотного скора, %;
- содержание хондроитинсульфата (ХС), мг/100 г продукта.

Результаты исследований на примере трех ассортиментов продукции «Вторые рыбные обеденные блюда» представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Калорийность и общий химический состав 100 г продукции «Вторые рыбные обеденные блюда»

Продукция	Содержание, г			Калорийность, ккал	Содержание ХС, мг/100 г продукта
	белки	жиры	углеводы		
«Скат запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе»	8,5	8,1	9,4	144,5	24,0
«Треска запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе»	8,2	8,2	9,0	142,6	-
«Треска запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»	8,4	8,2	9,2	144,2	22,0

Таблица 2 – Аминокислотный состав кулинарной продукции «Скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе»

Незаменимая аминокислота (НАМК)	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г продукта	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г белка A_j	Аминокислотный скор, д. е. C_j	Коэффициент утилитарности НАМК в белке $a_j = \frac{C_{мин}}{C_j}$
Валин	5,0	0,5409	6,36	1,27	0,92
Изолейцин + лейцин	4,0+7,0= 11,0	1,2529	14,73	1,34	0,87
Метионин + цистин	3,5	0,3933	4,63	1,32	0,89
Треонин	4,0	0,4611	5,42	1,36	0,86
Лизин	5,5	0,9508	11,18	2,03	0,58
Триптофан	1,0	0,0998	1,17	1,17	1,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	0,7433	8,74	1,46	0,80
Итого:	36,0		52,23	НАМК-триптофан, $C_{мин.}=1,17$	-

Таблица 3 – Аминокислотный состав кулинарной продукции «Треска, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе»

Незаменимая аминокислота (НАМК)	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г продукта	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г белка A_j	Аминокислотный скор, д. е. C_j	Коэффициент утилитарности НАМК в белке $a_j = \frac{C_{мин}}{C_j}$
Валин	5,0	0,5168	6,70	1,34	0,92
Изолейцин + лейцин	4,0+7,0=11,0	1,1289	14,64	1,33	0,93
Метионин + цистин	3,5	0,3345	4,34	1,24	1,00
Треонин	4,0	0,4194	5,44	1,36	0,91
Лизин	5,5	0,6865	8,90	1,62	0,77
Триптофан	1,0	0,1266	1,64	1,64	0,76
Фенилаланин + тирозин	6,0	0,7727	10,02	1,67	0,74
Итого:	36,0		51,68	НАМК-метионин + цистин, $C_{мин.}=1,24$	-

Таблица 4 – Аминокислотный состав кулинарной продукции «Треска, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»

Незаменимая аминокислота (НАМК)	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г продукта	Содержание НАМК в готовой продукции, г/100 г белка A_j	Аминокислотный скор, д. е. C_j	Коэффициент утилитарности НАМК в белке $a_j = \frac{C_{мин}}{C_j}$
Валин	5,0	0,5508	6,554	1,31	0,95
Изолейцин + лейцин	4,0+7,0=11,0	1,2201	14,519	1,32	0,95

	11,0				
Метионин + цистин	3,5	0,3676	4,375	1,25	1,0
Треонин	4,0	0,4545	5,408	1,35	0,74
Лизин	5,5	0,8413	10,012	1,82	0,69
Триптофан	1,0	0,1166	1,387	1,39	0,90
Фенилаланин + тирозин	6,0	0,7865	9,359	1,56	0,80
Итого:	36,0	4,3374	51,614	НАМК-метионин+цистин, $C_{\text{мин.}}=1,25$	-

Таблица 5 – Показатели биологической ценности кулинарной продукции «Вторые рыбные обеденные блюда»

Продукция	Показатели биологической ценности				
	Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка, доли единицы U , (д.е.)	Показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка	Коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка	Биологическая ценность, %	Коэффициент различия аминокислотного сора, %
«Скат запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе»	0,81	10,12	8,65	78,0	22,00
«Треска запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе»	0,86	8,73	7,04	84,75	15,25
«Треска запеченная»					

с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»	0,85	7,57	6,06	85,62	14,38
--	------	------	------	-------	-------

Как показали исследования образцов продукции «Скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе», «Треска, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе», «Треска, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе» кулинарная продукция, приготовленная из мяса ската колючего имеет показатели биологической ценности сопоставимые с продукцией, приготовленной из трески, а продукт из мяса трески и ската колючего имеет более сбалансированный состав, о чем свидетельствуют высокие показатели утилитарности аминокислотного состава, минимальные значения показателей избыточности и сопоставимой избыточности белка, высокая биологическая ценность и минимальное значение КРАС.

Литература:

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.

Шокина, Ю.В. Технологии переработки объектов аквакультуры Кольского Заполярья / А. М. Ершов, Ю. В. Шокина, В. А. Гроховский, В. В. Беспалова, О. А. Кирилюк, 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.

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.

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.

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.

Зубарева, Е.Н. Оценка качества рубленых полуфабрикатов с пшеничным зародышем / Е.Н. Зубарева, И.С. Патракова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междун. Науч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. /Дальрыбвтуз, 2011. – С. 106-106.

РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шокина Ю. В., Обухова Н. Е., Щетинский В. В. (г. Мурманск, МГТУ кафедра Технологии пищевых производств)

The scale of consumer properties of fish culinary products «Fish jellied, in jelly, fish jellies and zelets» is developed. On the basis of principles of a kvalimetriya the scale of a complex assessment of quality of production on the basis of an integrated (complex) indicator of quality (IPK) that will allow to optimize quality of finished goods with application of methods of mathematical planning of experiment is developed.

Качество и безопасность пищевых продуктов являются важнейшими факторами, определяющими здоровье нации. В настоящее время, когда Президент и Правительство страны поставили задачу постоянного роста внутреннего валового продукта, повышение качества продукции и качества жизни населения становится задачей государственной. Производство кулинарной продукции высокого качества при рациональном использовании сырьевых ресурсов – одна из главных задач, указанных в Концепции государственной политики в области здорового питания населения.

Проблема качества продукции имеет множество аспектов: философский, технический, правовой, социологический и экономический [1]. Согласно международной системе качества ИСО 9000 : 2001 качество – степень соответствия присущих характеристик требованиям, то есть совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Качество пищевых продуктов является комплексным показателем, который отличается многоуровневой структурой и в которой поставщик сырья, производители продукции, гигиенисты, органы здравоохранения вкладывают не всегда одинаковое содержание.

Одним из решающих критериев в оценке качества является потребительская стоимость или полезность рыбных продуктов пищевого назначения, которая обуславливается степенью возможной эффективности их использования человеком, или биологической ценностью, энергетической ценностью, а также усвояемостью продукта. Качество рыбных продуктов определяется пищевым достоинством, безвредностью и органолептическими свойствами, в том числе отсутствием признаков, предопределяющих отрицательные эмоции со стороны потребителей с преобладающими традиционными вкусами и требованиями [3].

Значение рыбы и рыбных продуктов как источника животного белка рыбы очень велико. Однако ошибочно рассматривать рыбу и пищевые рыбные продукты только как средство белкового питания. Рыба является не только полноценным продуктом питания, но и существенной составной частью лечебного питания при многих заболеваниях, в частности при атеросклерозе. Рыбные блюда рекомендуются Институтом питания пожилым людям.

В современной рыночной экономике качество пищевой продукции, как любого другого товара, является важнейшим фактором в конкурентной борьбе. В условиях рыночных отношений, научно-технического прогресса, способствующих непрерывному расширению номенклатуры продуктов питания, технологий и диверсификации производства, решать проблему повышения качества возможно только на научной основе, на принципах системного подхода.

На этапе разработки технической документации на новую рыбную кулинарную продукцию «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» и «Вторые обеденные блюда охлажден-

ные и замороженные» с использованием мяса ската колючего [1,2] необходимо обосновать номенклатуру её потребительских свойств.

Современные требования к качеству рыбной кулинарной продукции заключаются в обеспечении необходимых органолептических показателей, калорийности, усвояемости, хорошей сохраняемости, а также в обеспечении определенных санитарно-гигиенических норм. Изменения, возникающие в продукции в процессе изготовления и последующих хранения, транспортирования и реализации, имеют множественный характер, что объясняется сложностью их химического состава.

При разработке номенклатуры потребительских свойств кулинарной продукции - на примере продукции - «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» с использованием мяса ската колючего [1,2] были использованы как объективные, так и субъективные показатели.

Для изучения сложного механизма формирования потребительских свойств рыбной кулинарной продукции «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» и «Вторые рыбные обеденные блюда охлажденные и замороженные» наиболее целесообразно использовать интегральный (обобщенный) показатель качества (ИПК). Данная методология полностью соответствует принципам современной квалиметрии, методу комплексной оценке уровня качества продукции, который предполагает использование обобщенного показателя, характеризующего функциональные возможности и назначение продукции [3].

Достоинством данного методологического подхода является:

1. возможность одновременного учета влияния многих процессов (физических, химических, микробиологических), протекающих в продукции на разных этапах её жизненного цикла (производство, хранение, реализация) на уровень качества;
2. максимальная объективизация оценки качества пищевой продукции (исключено искажение оценки качества продукции в целом за счет завышения или занижения оценки какого-либо одного отдельного признака качества).

При обосновании ИПК новой кулинарной продукции учитывали единичные показатели, свидетельствующие, в том числе, о глубине протекающих в ней физико-химических и микробиологических процессов под действием ступенчатой тепловой обработки на разных этапах технологического процесса производства, которые формируют в продукции основные потребительские свойства.

Таким образом, для характеристики потребительских свойств новой кулинарной продукции предлагаем использовать следующие показатели:

- безопасности;
- показатели пищевой ценности и биологической эффективности (перевариваемость, коэффициент утилитарности аминокислот, коэффициент избыточности белка и др.);
- энергетической ценности;
- показатели, применяемые для оценки способности продукта к хранению;
- показатели, характеризующие органолептические свойства продукции;
- показатели, характеризующие структурно-механические свойства продукции.

Необязательно, чтобы все перечисленные потребительские свойства продукции были закреплены в разрабатываемой технической документации, но желательно, чтобы все эти свойства были учтены при оптимизации технологического процесса и процесса хранения новой продукции. Разработка номенклатуры потребительских свойств новой кулинарной продукции «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» включала следующие этапы.

Этап 1: определение номенклатуры конкретных свойств ассортимента разрабатываемой продукции, способных достоверно и полно охарактеризовать его качество и потребительские свойства.

Предложена следующая группировка свойств:

Группа А – группа свойств, характеризующих безопасность продукции в соответствии с действующими нормативами для кулинарной рыбной продукции по СанПиН 2.3.2.1078 (КМА-ФАНМ, БГКП, Salmonellae, СРК, золотистый стафилококк, а также показатели безопасности, контролируемые по сырью).

Группа Б – группа свойств, характеризующих органолептические свойства продукции (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция).

Группа В – группа свойств, характеризующих пищевую, биологическую ценность (массовая доля белка, %; массовая доля жира, %; массовая доля углеводов, %; калорийность 100 г продукта; массовая доля хондроитинсульфата, мг в 100 г продукта; 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, %; коэффициент различия аминокислотного скора, %; перевариваемость).

Группа Г – группа свойств, характеризующих физико-химические изменения на этапах производства и хранения новой продукции (температура плавления геля, град С; прочность геля, г/см²; массовая доля мочевины, % - показатель полноты удаления мочевины на этапе предварительной тепловой обработки полуфабриката мяса ската).

Группа Д – группа эстетических свойств, наличие которых желательно, но необязательно (вид упаковки – потребительские формочки из полимерных материалов различной формы с крышкой емкостью от 100 до 300 см³).

Этап 2: Установление весомости (важности, значимости, степени влияния) как отдельных групп свойств, так и отдельных показателей внутри каждой группы, определенных на первом этапе. При этом сумма всех коэффициентов групповых и внутригрупповых должна составлять 1. Исключение составляет коэффициент весомости группы А – он должен составлять 1, так как если показатели безопасности пищевого продукта соответствуют установленным нормативным требованиям и приравниваются к нулю, если хотя бы один из критериев безопасности не выполняется.

Результаты работы на втором этапе исследований представлены в виде таблицы.

Таблица 1 – Шкала потребительских свойств новой рыбной кулинарной продукции «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы»

Группа свойств	Коэффициент весомости 1-го уровня (групповой) M_i	Показатель из группы	Коэффициент весомости 2-го уровня (внутригрупповой) m_i
1	2	3	4
А	1,00	КМАФАнМ, КОЕ в 1 г продукта	1,0
		БГКП, отсутствие в 1 г	1,0
		Salmonellae, отсутствие в 25 г	1,0
		СРК, отсутствие в ..г	1,0
		золотистый стафилококк, отсутствие в ... г	1,0
		химические показатели безопасности (контроль по сырью, согласно СанПиН 2.3.1078)	1,0 по каждому показателю
Б	0,4	внешний вид	0,30
		цвет	0,10
		запах	0,10
		вкус	0,20
		консистенция	0,30
В	0,3	массовая доля белка, %	0,05

		массовая доля жира, %	0,05
		массовая доля углеводов, %	0,05
		калорийность 100 г продукта	0,05
		массовая доля хондроитинсульфата, мг в 100 г продукта	0,10
		коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка, доли единицы (д.е.)	0,15
		показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка	0,15

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
В	0,3	коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка	0,10
		биологическая ценность, %	0,15
		коэффициент различия аминокислотного сора, %	0,05
		перевариваемость	0,10
Г	0,2	температура плавления геля, град С	0,4
		прочность геля, г/см ²	0,4
		массовая доля мочевины, %	0,2

Д	0,1	форма и вид упаковки	0,5
		емкость упаковки, см ³	0,5

В тоже время из интегральной оценки были исключены показатели безопасности, отклонение фактических значений которых в исследуемой продукции от нормируемого автоматически сводит её качество к нулю. По этой же причине кроме указанных показателей, из интегральной оценки качества исключены массовая доля влаги и поваренной соли в продукции.

Этап 3: Выбор эталона или базового образца продукции. В качестве эталонных значений показателей качества и потребительских свойств используем значения, установленные нормативной документацией (группа А потребительских свойств продукции), полученные экспериментальным путем значения (группы Б, Г и Д), рекомендуемые современной наукой о питании с учетом требований теории об адекватном питании и медициной (группа В).

Этап 4: приведение значений отдельных показателей качества и потребительских свойств к безразмерному виду, что возможно в рамках одной математической модели при соблюдении условия

$$k_i = \frac{P_i^n}{P_i^{\text{эталон}}}, \quad (1)$$

где k_i - безразмерное значение i -го показателя качества или потребительского свойства продукции;

P_i^n - фактическое значение i -го показателя качества или потребительского свойства продукции;

$P_i^{\text{эталон}}$ - эталонное значение i -го показателя качества или потребительского свойства продукции.

Обоснованная номенклатура показателей, наиболее объективно характеризующая качество продукции «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы» с использованием мяса ската колючего, включая их потребительские свойства, представленная в таблице 1 учтена при разработке технической документации ТУ 9266-018-00471633-2012 «Рыба заливная, в желе, рыбные студни и зельцы. Технические условия».

Оценивая изменение качества и безопасности продукции в динамике хранения при помощи безразмерной численной характеристики (ИПК) возможно, используя методы математического моделирования, получить уравнение регрессии, описывающее изменение функции отклика (ИПК) в зависимости от выбранных основных влияющих факторов, при этом последние определяют в зависимости от особенностей технологии изготовления и условий хранения, имеющихся консервирующих факторов, их интенсивности и устойчивости в хранении. После получения математического описания процесса изменения качества продукции в зависимости от сроков и условий хранения, становится доступной оптимизация последних.

Литература

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.

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.

Шокина, Ю.В. Разработка универсальной методики оценки качества новых видов рыбной продукции на основе интегрального показателя / Ю. В. Шокина, О. В. Мартыненко, Ю. Ф. Файзуллова, Н. С. Сергеева // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, Мурманск, 24-25 апреля, 2008 г. / МГТУ. - Мурманск, 2008. - С. 52-66.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ В ВАКУУМНОЙ УПАКОВКЕ

Шокина Ю. В., Апарин В. В., Божовская Я. И. Казакова С. И., Кирсанова А. К. (Г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

In this report the actuality and practical significance of researches are substantiated. The improvement of cooled fish technology is the purpose of the re-search. The presented results of the research of microbiological and biochemical changes in cooled fish tissue (cod, rainbow trout, carp) are achieved by the improved technology of keeping and transporting for three temperature regimes. The analysis of this experiment results allowed to confirm the expediency and possibility to improve the technology of keeping and transporting cooled fish on a shore in vacuum packing with adding conserving agent/

По инициативе прибрежного добывающего сообщества и при поддержке региональных властей в рамках реализации Программы по улучшению качества питания и укрепления здоровья населения осуществляется обеспечение жителей Мурманской области напрямую через городские торговые сети охлажденной рыбой по схеме: борт судна - прилавок. Мурманская область является первооткрывателем в принятии такого важного и ответственного социального решения. Со дня действия указанного регионального документа добывающими прибрежными предприятиями Мурманской области поставлено населению через торговые сети без каких-либо посредников около 4 тысяч тонн свежей и свежеохлажденной рыбы различных донных видов. Поставками охвачено порядка 15-17 муниципальных образований Мурманской области, а также Санкт-Петербург, города Республики Карелии, Москва [1].

В результате прямого поступления охлажденной рыбы на прилавки торговых точек города Мурманска и области значительно снизилась розничная цена и на мороженую рыбу (от 20 до 30%). Появилась возможность у большинства населения (особенно с малым достатком) приобретать рыбу по доступным для них ценам. Так, в Москве, Санкт-Петербурге 1 кг охлажденной трески стоит от 120 до 130 рублей, а в Мурманске - от 85 до 100 рублей, причем в муниципальных торговых предприятиях продукцию отпускают по цене от 80 до 85 рублей [1].

Успехи региональной программы отметил штаб рыбного хозяйства Российской Федерации (Федеральное Агентство по рыболовству). В своем заявлении Агентство отметило, что опыт работы Мурманской области по поставкам населению напрямую продукции морского промысла в свежем и свежеохлажденном виде может быть принят за основу для его распространения на другие регионы. Одновременно сообщается, что на соответствующем уровне принято решение о возложении на Росрыболовство ряда дополнительных функций, в том числе по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере производства рыбной и иной продукции из водных биоресурсов и обеспечения её качества и безопасности [1].

В этих условиях особую актуальность приобретают исследования, посвященные совершенствованию технологии охлажденной рыбы с целью максимального сохранения ее качества при хранении, транспортировании и реализации, а также повышению санитарной безопасности продукции.

Ранее проведенными исследованиями была обоснована целесообразность упаковывания охлажденной рыбы в полипакеты под вакуумом [2]. Охлажденная продукция (треска б/г по-

трошенная, треска филе с кожей, форель радужная кусок, крап б/г потрошенный) изготавливалась по следующей технологической схеме: (1) прием и кратковременное хранение до ботки охлажденной рыбы на береговом предприятии → (2) мойка → (3) разделка (при необходимости) и мойка → (4) стекание излишней влаги → взвешивание и фасование в полипакеты → (5) упаковывание под вакуумом → (6) маркирование → (7) хранение и реализация. Затем в процессе хранения (от 0 до 13 суток, соответствует нормативному сроку хранения охлажденной рыбы 10 суток) изучали показатели качества охлажденной рыбы при трех температурных режимах хранения: от минус 2 до минус 5 °С; от минус 5 до минус 8 °С; нормативный режим хранения являлся контрольным (ГОСТ 816, ТИ № 109 по хранению рыбы, рыбных продуктов и морепродуктов на береговых холодильниках и рефрижераторных судах) и составлял от 0 до минус 2 °С.

В продукции контролировали изменение органолептических показателей, биохимических показателей - массовой доли азота летучих оснований (АЛО, %) и аминного азота (АА, %), а также микробиологических показателей – КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов), и др. (по СанПиН 2.3.2.1078). Анализ результатов позволил обосновать температуру хранения охлажденной рыбы в вакуумной упаковке от минус 2 до минус 5 °С в качестве оптимальной с целью обеспечения приемлемого и достаточно высокого качества продукции [2] со средней и высокой жирностью. В треске наблюдалось частичное промерзание (подмораживание) мышечной ткани, вызванное ее хорошими теплопроводящими свойствами, что недопустимо для охлажденной рыбы. Очевидно, что для сохранения надлежащих органолептических свойств и качества охлажденной трески, упакованной в полипакет под вакуумом, не допустимо понижение температуры до указанного значения (от минус 2 до минус 5 °С), и требуется другое технологическое решение с целью формирования в рыбе достаточного консервирующего эффекта.

За последние несколько лет активизировались исследования по совершенствованию технологии охлажденной рыбы. Сотрудниками ФГУП «ПИНРО» предложен способ изготовления охлажденного филе тресковых видов рыб [3] при котором добиваются существенного увеличения сроков годности продукции (до 20 суток против нормативных 24 часов) за счет использования озонированной воды в качестве бактерицидной среды для обработки (мойки) сырья. Там же разработан способ охлаждения рыбы во льду, приготовленной из озонированной воды [4]

Учеными Дальрыбвтуза предложен способ увеличения сроков годности охлажденной рыбы путем использования для охлаждения так называемого бактерицидного льда с хитозаном, что позволило достигать предельно допустимого нормативного значения КМАФАнМ в 1,5 раза дольше, чем при охлаждении рыбы по традиционной технологии [5].

Для предупреждения микробиологической порчи охлажденной рыбы применяют также жидкий, биомициновый и хлорный лед, хранение в полимерной упаковке в модифицированной газовой среде, комбинирование подмораживания с охлаждением, антисептики и антибиотики. Для разработанной технологии наиболее перспективным представляется применять непродолжительную (экспозиция не более 1 минуты) выдержку рыбы перед упаковыванием в водном растворе консерванта – бензоата натрия (БКН) - в концентрации от 3 до 5 %. Хранение охлажденной продукции из рыбы жирной и среднежирной – при температуре от минус 2 до минус 5 °С. Продукцию из тощего сырья (треска, пикша, сайда) хранили при температуре от 0 до минус 2 °С.

Экспериментально установлено, что исходная обсемененность рыбы КМАФАнМ, КОЕ/г, в образцах трески, обработанных 3,0; 5,0 и 7,0 %-ным раствором БКН составила $7,9 \cdot 10^2$; $5,4 \cdot 10^3$; $8,5 \cdot 10^3$ КОЕ/г соответственно. Анализ динамики показателя КМАФАнМ при хранении продукции показал, что на протяжении первых 5 суток исследований общая численность

микроорганизмов возросла незначительно у трески обработанной раствором БКН 3 %-ной концентрации и составила $8,9 \cdot 10^3$ КОЕ/г. У рыбы, обработанной раствором БКН более высокой концентрации (5 и 7 %-ным) показатель даже снизился до значений $4,8 \cdot 10^3$ и $5,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г соответственно. Уменьшение величины КМАФАнМ объясняется диффузией консерванта с поверхности в толщу рыбы.

Таким образом, сочетание упаковки охлажденной рыбы малой жирности в полипакет под вакуумом с кратковременной обработкой водным раствором БКН показало хорошие результаты по улучшению санитарно-микробиологических показателей продукции и перспективность данного комбинированного способа для продления гарантированных сроков ее годности.

Литература:

Евенко, А.А. О месте и роли Мурманского прибрежного рыбодобывающего сообщества в реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и последующих за ней государственных решений / <http://helion-ltd.ru/place-role-murmansk-coastal-communities>

Шокина, Ю.В. Совершенствование технологии охлажденной рыбы с гигиеническим обоснованием сроков годности продукции / Ю.В. Шокина, В.В. Апарин // 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. НТИЦ «Информрегистр» № 0321100504.- С. 960-965.

Степаненко, В.В. Способ изготовления охлажденного филе тресковых видов рыб // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междунар. Науч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. /Дальрыбвтуз, 2011. – С. 215-217.

Голикова, Л.Н. Санитарно-микробиологическая оценка рыбопродукции, охлажденной в антисептическом льду / Л.Н. Голикова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междунар. Науч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. /Дальрыбвтуз, 2011. – С. 64-67.

Суровцева, Е.В. Возможности применения хитозана в производстве охлажденных гидроубионтов / Е.В. Суровцева, С.Н. Максимова, А.Г. Ким, Т.М. Сафронова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междунар. Науч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. /Дальрыбвтуз, 2011. – С. 219-221.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР РЫБНЫХ МУЧНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шокина Ю. В., Шлапак С. В. (г. Мурманск, МГТУ кафедра ТПП)

Questions of production of flour culinary products and semi-finished products from the guide-robiontov are considered. Possibility of use of meat of a slope prickly in technology of flour culinary fish products is considered.

Долю производства кулинарных рыбных изделий в общем производстве пищевой рыбной продукции сегодня можно оценить как ничтожно малую, в то время как в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого столетия кулинарное производство наряду с производством консервов и копченой продукции являлось основным в рыбной промышленности по выпуску пищевой продукции. Для рыбокулинарного производства, сосредоточенного на крупных рыбоперерабатывающих комплексах в крупных городах и промышленных центрах Советского Союза (Москва, Минск, Донецк, Кемерово, Ленинград, Волгоград, Иваново, Тольятти, Мурманск, Воронеж, Липецк, Владивосток и др.) был характерен широчайший, постоянно расширяющийся ассортимент, включавший отварную, жареную и печеную рыбу, рыбные заливные и зельцы, фаршевые и рыбомучные изделия, пастообразные продукты, изделия из морепродуктов и замороженные вторые рыбные блюда, а также охлажденные полуфабрикаты, маринады и различные соусы [1].

Для выработки рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий на крупных рыбоперерабатывающих комплексах использовали промышленные методы обработки сырья на поточных и комплексно-механизированных линиях [1]. Такая организация рыбокулинарного производства позволяла экономить общественный труд, повышать производительность труда, внедрять комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, постоянно повышать качество готовой продукции. За счет этого затраты труда на предприятиях общественного питания, в особенности на предприятиях, организующих питание организованных учебных и трудовых коллективов, спецконтингентов сокращались в несколько раз. Кроме того, развитое рыбокулинарное производство положительным образом влияло на качество питания населения страны в целом и сокращало затраты времени работающих женщин на приготовление пищи в домашних условиях, что способствовало подлинному социальному равенству между мужчиной и женщиной [2].

В настоящее время очевидны негативные последствия для здоровья населения Российской Федерации кризиса рыбоперерабатывающего производства, длившегося долгие годы с конца 90-х вплоть до середины нулевых годов [3]. Решение поставленных в Концепции развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года задач в сочетании с задачами по обеспечению продовольственной безопасности страны, сформулированными в «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации» [4, 5], требуют скорейшего и масштабного возрождения рыбокулинарного производства, актуальность которого за последние десятилетия с учетом изменившейся роли женщины в экономике современной России только возросла.

В Мурманской области производство рыбной кулинарии в настоящее время сосредоточено на прекрасно оснащенных всем необходимым оборудованием фабриках-кухнях и в кулинарных цехах крупных торговых сетей «О-кей», «Евророс», «Сити-Гурмэ», располагающих собственной разветвленной торговой сетью супер- и гипермаркетов, а также предприятий общественного питания (сеть трактиров «Кружка»). Проведенные маркетинговые исследования

позволили установить наличие высокого неудовлетворенного потребительского спроса на рыбную кулинарную продукцию. Среди наиболее востребованных продуктов посетители крупных торговых центров – приезжие и жители областного центра, опрошенные путем анкетирования, назвали рыбу печеную, в маринадах, рыбные заливные и зельцы, рыбомучные изделия и салаты. Исследования показали рост широты ассортимента рыбной кулинарной продукции в супер- и гипермаркетах «О-кей», «Евророс» и «Сити-Гурмэ» с 2008 года (первые наблюдения) по 2011 год более чем в 3,5 раза [6]. При сохраняющемся высоком неудовлетворенном потребительском спросе и недостаточной полноте и глубине ассортимента рыбной кулинарной продукции, разработка и совершенствование технологии ее изготовления с применением новых видов сырья представляет собой весьма актуальную задачу.

На кафедре технологий пищевых производств МГТУ в конце 90-х годов была разработана технология переработки ската колючего сырца на пищевые, по которой получали мороженый полуфабрикат для промпереработки. Однако дальнейшая более глубокая переработка ската колючего ограничилась разработкой технологии изготовления консервов «Скат натуральный» и «Скат копченый в масле». Между тем крылья ската, содержащие полноценный белок, хондроитинсульфат в составе хрящей можно рассматривать как ценное пищевое сырье для производства рыбных кулинарных изделий. С учетом проведенных исследований [6, 7, 8] расширен ассортимент рыбной кулинарной продукции из ската колючего.

Разработаны рецептуры мучных рыбных кулинарных изделий с добавлением мяса ската колючего – «Пельмени рыбные из ската колючего мороженые», «Пельмени рыбные из трески и ската колючего мороженые», «Пельмени рыбные из пангасиуса и ската колючего мороженые», Пирог «Рыбацкий» из трески и ската колючего, Пирог «Рыбацкий» из форели и ската колючего, Пирог «Рыбацкий из палтуса и ската колючего». Технология изготовления перечисленных рыбомучных изделий и рецептура теста соответствует традиционной [9]. Вся продукция обладает прекрасными органолептическими качествами, в настоящее время продолжаются работы над оптимизацией рецептур с целью повышения биологической ценности и сбалансированности химического состава новой продукции, а также уточнению сроков ее годности.

Литература

Борисочкина, Л.И. Производство рыбных кулинарных изделий / Л.И. Борисочкина, А.В. Гудович. – М. Агропромиздат, 1989, 312 с.

Фурс, И.Н. Технология производства продукции общественного питания Минск, Новое знание, 2002, 799 с.

Крайний, А.Н. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2010 году и задачи на 2011 год / А.Н. Крайний // Доклад руководителя Росрыболовства на заседании Коллегии Росрыболовства 16 марта 2011 года, г. Москва. - <http://www.fishnews.ru/rubric/ofitsialno/3528>.

Доктрина продовольственной безопасности РФ // Указ Президента Российской Федерации - <http://www.rg.ru/2010/02/03/prod-dok.html>.

Евенко, А.А. О месте и роли Мурманского прибрежного рыбодобывающего сообщества в реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и последующих за ней государственных решений / <http://helion-ltd.ru/place-role-murmansk-coastal-communities>.

Шокина, Ю.В. Исследование рынка кулинарной рыбной продукции в г. Мурманске Разработка универсальной методики оценки качества новых видов рыбной продукции на основе интегрального показателя / Ю.В. Шокина, Л.М. Третьякова, Ю. Ф. Файзуллова, Н. С.

Сергеева // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, Мурманск, 24–25 апреля, 2008 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2008. – С. 68-71.

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.

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.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР РЫБНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ «САЛАТЫ ЗАПРАВЛЕННЫЕ И НЕЗАПРАВЛЕННЫЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шокина Ю.В., Саенкова И.В. (ФГБОУВПО МГТУ кафедра ТПП)

Questions of production of flour culinary products and semi-finished products from the guide-robiontov are considered. Possibility of use of meat of a slope prickly in technology of salads filled and not filled is considered.

Употребление в пищу мяса ската колючего, освобожденного от мочевины и подвергнутого тепловой кулинарной обработке, в составе кулинарной продукции широкого ассортимента способствует удовлетворению потребности организма человека в полноценном белке, полиненасыщенных жирных кислотах. Кулинарная продукция из мяса ската колючего может рассматриваться как источник хондроитинсульфата – ценного компонента, обладающего мощным профилактическим действием в отношении воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата человека [1, 2].

Салаты заправленные и незаправленные из рыбы и морепродуктов традиционно пользуются спросом. Проведенные маркетинговые исследования [3] показали, что в Мурманске имеется значительный неудовлетворенный потребительский спрос на эту кулинарную продукцию, а представленный ассортимент характеризуется низкими показателями полноты и глубины. На полках отделов кулинарии в супер- и гипермаркетах крупнейших торговых сетей областного центра («О-кей», «Евророс», «Сити-Гурмэ») в широком ассортименте представлены мясные салаты, а рыбные представлены 1-2 наименованиями.

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка рецептур и технологии изготовления широкого ассортимента разнообразных рыбных салатов, которые можно было бы в силу особенностей химического состава (полноценность, сбалансированность, содержание эссенциальных пищевых веществ, микро- макроэлементов, биологически-активных веществ) относить к категории продуктов «здорового питания».

Разработаны рецептуры и технология изготовления широкого ассортимента салатов (заправленные и незаправленные, теплые, холодные) на основе использования трески, форели радужной, пикши, сайды, морского гребешка, креветки северной и другого сырья Северного бассейна с добавлением ската колючего. Проведена оценка химического состава новой кулинарной продукции, а также ее биологической ценности по следующим показателям – утилитарность аминокислотного состава, избыточность аминокислотного состава, сопоставимая избыточность аминокислотного состава. Полученные результаты свидетельствуют о высокой сбалансированности состава продукции. Органолептические свойства салатов были высоко оценены на XIII Международной специализированной выставке «Море. Ресурсы. Технологии. 2012», г. Мурманск, 13-17 марта 2012 г., где продукция была удостоена диплома победителя дегустационного конкурса в номинации «За разработку обогащенной пищевой продукции».

Литература

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.

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.

Шокина, Ю.В. Исследование рынка кулинарной рыбной продукции в г. Мурманске Разработка универсальной методики оценки качества новых видов рыбной продукции на основе интегрального показателя / Ю.В. Шокина, Л.М. Третьякова, Ю. Ф. Файзуллова, Н. С. Сергеева // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, Мурманск, 24–25 апреля, 2008 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2008. – С. 68-71.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Шаповалова Л. А., Федотова М.В. (г. Мурманск, Федеральное государственное унитарное предприятие ПИПРО)

The paper provides the assessment of standardization as the most important tool of technical regulations in fisheries industry. The reference is made to the legal aspects of developing essential requirements for fish products and technologies of their production under the establishment of the common customs space within the territory of Member-States of the Customs Union. The paper includes a brief description of the legal basis to serve as evidence to evaluate the compliance of the products with the provisions and requirements of the technical regulations.

В настоящее время рыбоперерабатывающий комплекс России находится в стадии выхода из депрессивного состояния, характеризующегося тенденцией становления и постепенного развития отечественного производства рыбной продукции. Одним из главных факторов стабилизации производства является повышение конкурентоспособности рыбной продукции, в первую очередь, за счёт улучшения ее качества.

При этом важнейшим фактором в обеспечении качества и безопасности рыбной продукции была и остается стандартизация - один из главных инструментов технического регулирования. С вступлением России в 2010 г. в Таможенный союз (ТС) и, как следствие, необходимостью внесения изменений в порядок применения санитарных, ветеринарных, фитосанитарных мер и обращения продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия на таможенной территории, было принято решение о разработке и принятии единых технических регламентов ТС.

В рыбной отрасли продолжается разработка проекта технического регламента (ТР) «О безопасности рыбы и рыбной продукции». В соответствии с решением Комиссии ТС от 8 декабря 2010 г. № 492 разработка и администрирование проекта поручены Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан. Проект ТР ТС неоднократно рассматривался на заседаниях рабочей группы в г. Астана. Также проводились широкие публичные обсуждения в Российской Федерации, организованные в целях оценки регулирующего воздействия документа и выявления положений, вводящих избыточные административные и иные ограничения и обязанности для субъектов предпринимательской деятельности. В обсуждении принимали участия специалисты Росрыболовства, отраслевых институтов, технических комитетов и подкомитетов по стандартизации, органов контроля (надзора), представители промышленности и бизнес-сообщества. В настоящее время проект находится в стадии доработки и согласования по ключевым позициям с остальными государствами-членами ТС для принятия единых требований, устраивающих Россию, Казахстан и Беларусь.

Всего на данный момент принято и утверждено десять технических регламентов Таможенного союза. Среди них в сфере регулирования пищевой продукции ТР ТС: «О безопасности пищевой продукции», «Пищевая продукция в части её маркировки», «О безопасности зерна», «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей», «Технический регламент на масложировую продукцию». Новые технические регламенты имеют прямое действие на территории государств ТС и вступают в силу с 1 июля 2013 года.

Первые два из вышеперечисленных регламентов имеют непосредственные отношения к пищевой рыбной продукции. В частности, в регламенте «О безопасности пищевой продукции» для рыбной продукции установлены паразитологические показатели безопасности, допустимые уровни радионуклидов цезия-137 и стронция-90, диоксинов (определяются в случае

обоснованного предположения о наличии их в сырье), токсичных элементов, и микробиологические нормативы безопасности.

Согласно этому документу к обращению не допускается мороженое рыбное сырье, имеющее температуру в толще продукта выше минус 18 °С. Оно также не должно содержать антибиотики и гормональные вещества. При производстве пищевой продукции для детского питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста не допускается использовать рыбу и нерыбные объекты, подвергнутые повторному замораживанию. При производстве пищевой продукции для детей раннего возраста не допускается использовать сырье, полученное из рыбы садкового содержания и придонных видов рыб.

Данным регламентом также вводится процедура государственной регистрации производственных объектов, на которых планируется изготавливать пищевую продукцию животного происхождения.

Не менее важны изменения, которые произойдут в маркировке пищевой продукции после вступления в силу соответствующего технического регламента. В частности, появится ряд запретов, которые осложнят жизнь недобросовестному производителю и облегчат её потребителю. Например, запрещается указывать в наименовании товара компоненты, если они или продукты их переработки не входят в его состав, что сегодня довольно широко практикуется, вводя в заблуждение потребителей. В том же регламенте изложены новые для государств-членов ТС требования - в обязательном порядке указывать компоненты (в том числе пищевые добавки, ароматизаторы), употребление которых может вызвать аллергические реакции или они противопоказаны при отдельных видах заболеваний. Причем независимо от их количества.

В целом, принятие технического регламента на маркировку пищевой продукции решит, наконец, проблему доступности обязательных требований на маркировку, как для предпринимателей, так и для потребителей.

Выполнение требований технических регламентов неотъемлемо связано с применением стандартов, роль которых существенно возросла в условиях реформирования национальной системы стандартизации. Межгосударственные и национальные стандарты, гармонизированные с соответствующими международными стандартами, составляют основу для разработки технических регламентов и выступают в качестве доказательной базы соответствия продукции их положениям и требованиям. Стандарты способствуют созданию конкурентоспособной продукции, повышению экспортного потенциала страны, расширению взаимовыгодного сотрудничества между партнерами.

С вступлением России в ВТО остро встает проблема качества продукции, которая приобретает стратегическое значение. Необходимо прийти к пониманию, что качество - один из основных аспектов продовольственной безопасности. Необходимо иметь систему продовольственной безопасности, позволяющую воспринимать «качество», как «безопасность», особенно в пищевой промышленности. Безопасность не может самостоятельно определять свойства пищевых продуктов. При этом трудно переоценить роль стандартизации, воздействующей на этот показатель, так как именно стандарты устанавливают требования и методы контроля продукции по основным потребительским свойствам, а также требования к условиям и правилам транспортирования, хранения, применения и утилизации.

Особая роль отводится межгосударственным стандартам (МГС), применение которых направлено на устранение административных барьеров и разногласий в торговле и создание благоприятных условий для продвижения отечественной продукции не только на всём пространстве СНГ, но и за его пределами. Учитывая направленность экономики на глобализа-

цию, эти документы приобретают ещё большую значимость среди документов в области стандартизации.

В рыбной отрасли также четко прослеживается тенденция увеличения нормативной базы МГС, в том числе путем перевода отраслевых и национальных стандартов в межгосударственные. В частности, в межгосударственные переведены стандарты, устанавливающие требования на продукцию пряного посола, капусту морскую мороженую, лососей тихоокеанских с нерестовыми изменениями мороженых и др. Обновление фонда межгосударственных стандартов происходит и путем актуализации устаревших стандартов. В настоящее время в разработке межгосударственных комитетов/подкомитетов по стандартизации рыбной и рыбодобывающей продукции находится 14 проектов стандартов.

Подкомитет по стандартизации Северного бассейна ПК 5, функционирующий на базе ФГУП «ПИНРО», занимается сейчас разработкой следующих МГС: «Рыба мороженая. ТУ», «Сельди горячего копчения. ТУ», «Тугун, ряпушка и пелядь пряного посола. ТУ», «Тунец, парусник, макрель и меч-рыба мороженые. ТУ».

В настоящее время определенная часть национальных и межгосударственных стандартов имеет в качестве основы международные стандарты. Для этого разработан и введен в действие основополагающий стандарт ГОСТ Р 1.7- 2008 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила оформления и обозначения при разработке на основе применения международных стандартов». Данный стандарт устанавливает правила оформления и обозначения национальных стандартов РФ, разрабатываемых на основе применения международных и региональных стандартов, национальных стандартов других стран и международных документов, не являющихся международными стандартами. К международным документам относятся: технические требования, общедоступные технические требования, технический отчет, руководство, оценка тенденций развития технологий, промышленное техническое соглашение и соглашение международного семинара.

Разработка национальных стандартов РФ на основе применения международных и региональных стандартов осуществляется в целях устранения технических барьеров в международной торговле. В зависимости от степени гармонизации различают национальные стандарты РФ: идентичные, модифицированные и не эквивалентные по отношению к международным стандартам. С их помощью на предприятиях отрасли можно добиться решения задач, направленных на повышение качества и безопасности продукции и привлекательности для зарубежных потребителей.

Примером такого стандарта в рыбной отрасли служит разрабатываемый в настоящее время проект национального стандарта ГОСТ Р ИСО 7088- «Мука кормовая. Термины и определения», идентичный международному стандарту ISO 7088:1981 «Мука кормовая рыбная. Словарь». Целесообразность его разработки диктуется необходимостью расширения круга понятий в области технологии кормовой рыбной муки, установления гармонизированных терминов, позволяющих использовать единый технический язык для идентификации продукции, ее производства и оборота.

Однако кардинальное решение проблем качества, безопасности и конкурентоспособности рыбопродукции предприятиями отрасли возможно только при использовании системных методов менеджмента. Их применение сопряжено со значительными затратами, поэтому выбор той или иной системы для внедрения определяется стратегическими целями развития и финансовыми возможностями предприятия.

В пищевой промышленности РФ для управления качеством и безопасностью производимых продуктов на добровольной основе могут быть разработаны и внедрены:

- система менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000;
- система безопасности продуктов питания на основе принципов НАССР (ХАССП -анализ рисков и критические контрольные точки) в соответствии с ГОСТ Р 51705.1-2001;
- система экологического менеджмента по ИСО 14000 (ГОСТ Р ИСО 14001-2007);
- система менеджмента безопасности пищевых продуктов по всей цепочке поставки в соответствии с требованиями стандарта ISO 22000:2005 (ГОСТ Р ИСО 22000-2007).

Наиболее используемой в отечественной и мировой практике моделью управления является система безопасности продуктов питания на основе принципов НАССР. Разработка данной системы более экономична по сравнению с другими системами менеджмента. Пройдя проверку в системе добровольной сертификации «ХАССП» либо в других соответствующих органах по сертификации, предприятия получают сертификаты соответствия требованиям НАССР. Это облегчает им экспорт продукции в страны, в которых сертификация систем НАССР является обязательной. К сожалению, российская рыбопереработка практически не знает стандартов НАССР и будет переходить на них в обязательном порядке до 2015 года.

С расширением внешнеэкономической деятельности особо актуальными становятся торговые стандарты качества ЕЭК ООН (Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций), принятие и применение которых для торгующих стран является добровольным. Данные стандарты используются как общий язык торговли для покупателей и продавцов и как рекомендация для проверки качества. В стандартах ЕЭК ООН заложены более расширенные характеристики потребительских свойств продукции, у них более широкая сфера применения, в отличие от наших стандартов. Как правило, в торговом стандарте качества предусмотрен предельный срок реализации и рекомендованный срок потребления продукции, в то время как в отечественных стандартах – срок годности. В целом, они содержат более высокие требования, соблюдение которых позволяет выпускать продукцию отличного качества и осуществлять прослеживаемость партии продукции.

В области создания таких стандартов в России накоплен определенный опыт. Российские специалисты принимали участие в разработке торговых стандартов качества ЕЭК ООН на мясо птицы и яйцо. В рыбной отрасли такого опыта пока нет.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что необходимо активизировать работу всех структур, связанных с техническим регулированием в сфере производства качественной и безопасной рыбной продукции, создавать национальные документы, максимально учитывающие мировой передовой опыт, защищающие внутренний рынок от недоброкачественной продукции и повышающие конкурентоспособность отечественных производств. Только неукоснительное соблюдение требований нормативной документации, внедрение различных системных методов менеджмента будет способствовать выпуску высококачественной и безопасной продукции.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Бражная И. Э., Быкова А. Е., Корчунов В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых производств)

The results of studies of the mineral composition and environmental Safety of wild mushrooms of the Kola Peninsula, collected at different distances to the south of the mill "Severonikel," a comparative analysis of the results obtained with the regulations, set the recommended areas for commercial purposes.

Важнейшим элементом здоровья человека на Крайнем Севере является фактор питания. У жителей северных районов формируется так называемый «полярный метаболический тип», при котором повышается роль жиров и белков в пищевом рационе. Для восполнения потребности в белках и минорных компонентах можно использовать плодовые тела дикорастущих грибов. По оценкам специалистов, запас грибов в Северном и Северо-Западном регионе России составляет более 60% общих запасов европейской части и находится на уровне 879,1 тыс.тонн [1, 2]. Организация сбора и переработки дикорастущих грибов на территории Мурманской области является одной из важных задач, указанных в «Стратегии социально-экономического развития Мурманской области до 2025 года». Однако в настоящее время это сырье Кольского полуострова еще недостаточно используется в пищевой промышленности и общественном питании области. Одной из причин, сдерживающих промышленный сбор и заготовку дикоросов, является фактор антропогенного воздействия на природу. Известно, что в Мурманской области приоритетными загрязнителями почв и растительности являются тяжелые металлы: никель и медь, поступающие в воздушный бассейн в результате деятельности комбинатов ОАО «Кольская горно-металлургическая Компания» [3]. Ранее проведенные исследования грибов, произрастающих в непосредственной близости от комбината «Североникель», показали в них высокое содержание меди и никеля [4]. За последнее десятилетие в связи со снижением объемов производства и модернизацией технологий в ОАО «КГМК» произошло уменьшение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы является исследование минерального состава и показателей безопасности дикорастущих грибов Кольского полуострова с целью установления рекомендованных районов промышленной заготовки и изучения возможности использования на пищевые цели. Объектами исследований были выбраны грибы, наиболее популярные у местного населения: березовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*(Fr.) S.F.Gray), подосиновик красный (*Leccinum aurantiacum* (Fr.) S.F.Gray), сыроежка пищевая (*Russula vesca* (Fr.)), моховик желто-бурый (*Suillus variegatus* (Fr)). На формирование свойств грибной продукции влияют природные, техногенные и антропогенные факторы. Повышение кислотности почв, вследствие аэротехногенного загрязнения, снижает обменную емкость коллоидов почвы и увеличивает миграционную способность некоторых элементов по почвенным горизонтам. Степень поглощения тяжелых металлов растениями зависит от биохимических особенностей культур, типа и свойств почв, концентрации металлов в почве. Длительное техногенное загрязнение Мурманской области привело к деградации растительности на обширных территориях. В настоящее время на комбинате «Североникель» внедряются новые природоохранные технологии, сокращающие техногенные выбросы в атмосферу. Суммарные выбросы всех предприятий ОАО КГМК за период с 1990 по 2009 годы уменьшились: никеля в 4,2 раза, меди – в 3,3 раза [5]. Промывной характер подзолистых почв, типичных для Кольского полуострова, способствует выносу подвижных форм тяжелых метал-

лов из корнеобитаемых горизонтов. Так, в последние годы произошло достоверное снижение содержания никеля, меди и железа в некоторых растениях, находящихся в зоне воздействия комбината «Североникель» [6].

В ходе работы были проведены исследования минерального состава съедобного дикорастущего растительного сырья, собранного на различном удалении от медно-никелевого предприятия в период с 2003 по 2010 г.г. Ввиду того, что аэротехногенные загрязнения, согласно розе ветров, разносятся в основном в меридиональном направлении от источника выбросов, для сбора образцов были выбраны территории, расположенные в южном направлении от комбината «Североникель». Сбор плодовых тел дикорастущих грибов осуществлялся на территориях, подверженных воздействию промышленных эмиссий, которые условно подразделили на 3 типа: импактная (зона нарушения экосистем), буферная (зона повреждения экосистем) и фоновая (ненарушенные лесные экосистемы). Место отбора проб фиксировалось на карте и таким образом устанавливалось расстояние от медно-никелевого комбината. В результате исследования минерального состава съедобных грибов, произрастающих на территории Мурманской области, отмечена закономерность повышения концентраций тяжелых металлов: меди и никеля в растительных объектах при приближении к источнику загрязнения. Термин тяжелые металлы используется, если речь идет об опасных для живых организмов концентрациях этих элементов. Если же они находятся в почве, растениях, организме человека и животных в нетоксичных концентрациях, то их считают микроэлементами. В последнее время взгляд специалистов на токсичность меди и никеля для организма человека претерпел изменения. Так, в действующих ранее СанПиН 2.3.2.560 [7] была определена предельно-допустимая концентрация (ПДК) меди в пищевых продуктах и сырье, то настоящими СанПиН 2.3.2.1078 [8] концентрация меди в грибах и ягодах не регламентируется. Современной наукой медь рассматривается как незаменимый микроэлемент и при ее поступлении с пищевым рационом считается микронутриентом [9]. По данным НИИ питания РАМН содержание никеля в пищевых продуктах до 0,95 мг/кг с токсикологических позиций не является опасным. Адекватное ежедневное потребление никеля составляет 100-300 мкг.

Результаты исследования минерального состава дикорастущих съедобных грибов, произрастающих на территории Мурманской области, представлены в таблицах 1 – 3. Результаты исследований выявили изменения в содержании тяжелых металлов, макро- и микроэлементов в телах грибов, собранных на различном расстоянии от источника загрязнения. Было зарегистрировано, что в грибах, произрастающих недалеко от комбината, концентрации меди, никеля, железа выше, а магния, кальция, натрия и калия ниже, чем в грибах, собранных далее 40 км от источника загрязнения. В почвах исследователи отмечают такие же закономерности [10].

Таблица 1 - Содержание элементов в плодовых телах {*Suillus variegatus* (Sow.: Fr.) Kuntze} на различном удалении от комбината «Североникель» в южном направлении, мг/кг на сырой вес продукта

Элемент	Моховик желто-бурый ($\bar{X} \pm \Delta x$, n= 35)		
	Импактная зона	буферная	Фоновая юг
	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=7)	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=17)	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=11)
Медь	4,2 ±0,6	1,9 ±0,3	1,3 ±0,2

Никель	4,6 ±0,8	0,88 ±0,15	0,23 ±0,03
Железо	100 ±18	155 ±28	165 ±33
Цинк	7,2 ±1,3	5,5 ±1,0	5,8 ±1,1
Марганец	0,52 ±0,1	1,0 ±0,2	1,28 ±0,24
Магний	63,5 ±11,3	71,2 ±13,6	75,1 ±14,9
Кальций	4,0 ±0,7	20,7 ±3,9	28,3 ±5,3
Натрий	4,8 ±0,8	5,5 ±0,9	6,2 ±1,2
Калий	1300 ± 234	1400 ±245	1500 ± 288

Таблица 2 - Содержание элементов в плодовых телах {*Leccinum scabrum* (Fr.) S. F. Gray} на различном удалении от комбината “Североникель” в южном направлении, мг/кг на сырой вес продукта

Элемент	Подберезовик обыкновенный ($\bar{X} \pm \Delta x$, n= 49)		
	Импактная зона ($\bar{X} \pm \Delta x$, n=7)	буферная ($\bar{X} \pm \Delta x$, n=27)	Фоновая юг ($\bar{X} \pm \Delta x$, n=15)
Медь	2,8 ±0,52	2,17 ±0,35	1,8 ±0,31
Никель	3,02 ±0,51	0,40 ±0,06	0,20 ± 0,03
Железо	9,13 ±1,75	8,20 ±1,34	7,28 ±1,26
Цинк	9,90 ±1,77	8,97 ±1,68	8,65 ±1,65
Марганец	1,13 ± 0,20	0,84 ±0,13	0,69 ±0,11
Магний	60,2 ±11,9	70,1 ±12,5	73,3 ±13,3
Кальций	19,1 ± 3,6	23,6 ±4,3	31,4 ±5,7
Натрий	15,3 ±2,9	18,8 ±3,4	19,1 ±3,1
Калий	1038 ±195	-	-

Таблица 3 - Содержание элементов в плодовых телах {*Leccinum aurantiacum* (Fr.) S. F. Gray} на различном удалении от комбината “Североникель” в южном направлении, мг/кг на сырой вес продукта

	Подосиновик красный ($\bar{X} \pm \Delta x$, n= 42)
--	---

Элемент	Импактная зона	буферная	Фоновая юг
	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=5)	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=19)	($\bar{X} \pm \Delta x$, n=18)
Медь	5,5 ±0,46	4,7 ±0,33	3,95 ±0,28
Никель	4,81 ±0,36	1,28 ±0,18	0,25 ±0,05
Железо	18,7±3,6	5,83 ±1,2	4,20 ±0,81
Цинк	7,22 ±1,32	6,91 ±1,21	6,15 ±1,12
Марганец	0,82 ±0,07	1,72 ±0,11	1,35 ±0,09
Магний	62,12±9,8	70,21±9,6	71,11±5,8
Кальций	26,5±3,5	42,2±4,5	45,6±3,8
Натрий	6,35±1,3	7,1±1,3	6,9±1,5
Калий	1445±245	-	-

Особенность аккумуляции меди и никеля зависят от их видовой принадлежности. Наиболее богаты медью подосиновики, при этом подберезовики содержат медь в количествах, не превышающих 3 мг/кг даже в зоне «техногенной пустоши». В моховиках содержание меди возрастает при приближении к источнику загрязнений в 5 раз, в подосиновиках и подберезовиках - в 1,5 – 2 раза. Количество никеля, обнаруженного в грибах в зоне влияния промышленных выбросов медно-никелевого комбината, выше, чем меди. Так максимальные концентрации никеля обнаружены в образце грибов сыроежек, что составляет 8,7 мг/кг. Моховики и подосиновики содержат никель примерно в одинаковых количествах, а в подберезовиках никеля обнаружено меньше. По сравнению с фоновыми концентрациями, содержание никеля в грибах на расстоянии менее 10 км от комбината «Североникель», увеличивается более, чем в 20 раз. Концентрации никеля ниже 0,5 мг/кг фиксировались в подберезовиках при удалении от комбината на 25 и более километров в южном направлении; в моховиках и подосиновиках – более 35 километров.

Среди макроэлементов максимальное количество кальция зарегистрировано в подосиновиках, магния – в сыроежках, натрия – в подберезовиках. Концентрации калия во всех грибах высоки, особенно им богаты подосиновики и сыроежки. Среди макроэлементов максимальное количество кальция зарегистрировано в подосиновиках, а магния достаточно много во всех грибах. Концентрации калия во всех грибах высоки, особенно им богаты подосиновики и сыроежки. В моховиках желто-бурых отмечается очень большое содержание железа. Для удовлетворения суточной потребности в меди и никеле достаточно всего 20 грамм грибов, собранных на расстоянии менее 10 км, и 500 грамм грибов, собранных на 40-километровом расстоянии от медно-никелевого предприятия. Расчет показал, что 100 г подберезовиков, подосиновиков и сыроежек из удаленной (более 40 км) территории, могут удовлетворить суточную потребность взрослого человека в железе примерно на 2,5%, в калии на 5,0%, в магнии на 1,8%, в кальции на 0,4%, в цинке на 0,6%, в марганце на 0,5%. Моховик желто-бурый содержит около 150 мг/кг железа, что позволяет использовать его в качестве источника этого эссенциального элемента.

Безопасность дикорастущих съедобных грибов должна соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 (пункт 1.6.1.). Результаты исследования сырья по гигиеническим показателям приведены в таблице 3.15 .

Таблица 4 – Результаты исследования плодовых тел грибов Мурманской области по показателям безопасности

Наименование показателей	Допустимые уровни по СанПиН 2.3.2.1078	Сыроежка	Подберезовик	Подосиновик
Свинец, мг/кг	0,5	0,03	0,02	0,03
Ртуть, мг/кг	0,05	0,005	0,04	0,03
Кадмий, мг/кг	0,1	0,03	0,09	0,04
Мышьяк, мг/кг	0,5	0,01	0,03	0,01
Цезий 137, Бк/кг	500			1,4±0,3
Стронций 90, Бк/кг	50			1,0±0,2
Пестициды, не более: ГХЦГ α,β,γ-изомеры, мг/кг	0,5			<0,001
ДДТ и его метаболиты, мг/кг	0,1			< 0,002

Анализ полученных результатов показал, что в образцах съедобных грибов Мурманской области, собранных в буферных и фоновых зонах по отношению к комбинату «Североникель», содержание тяжелых и токсичных элементов, радионуклидов и пестицидов ниже допустимого уровня, регламентируемого СанПиН 2.3.2.1078 (пункт 1.6.1.). Таким образом, съедобные грибы Мурманской области можно рассматривать как безопасные с точки зрения гигиены питания. Современная наука о питании рассматривает пищу не только как источник пластического материала и энергии, но и как комплекс биологически активных веществ, регулирующих отдельные функции организма [11]. Потребление съедобных грибов, как источника необходимых веществ, в дополнение к основному рациону питания оправдано с научной точки зрения.

Литература

Николаев, Г. В. Освоение недревесных ресурсов леса на севере и северо-западе европейской части России/ Г. В.Николаев, Ю. А.Кукуев, Н. А. Паукова // Лесное хозяйство, 1999. - № 1.- с. 44-46.

Егошина, Т. Л. Современное состояние недревесных растительных ресурсов России/ Т. Л. Егошина, А.В.Лузина, М.Г.Шатров, Г.М. Лавров. – Киров.: ВНИИОЗ, 2003. –263 с.

Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2010 году.- Мурманск: ООО «Рекламное агентство XXI век», 2011.- 152 с.

Баркан, В. Ш. Накопление никеля и меди лесными ягодами и грибами, произрастающими в окрестностях комбината Североникель / В.Ш. Баркан, Р. П. Панкратова, А. В.Силина //Растительные ресурсы, 1990.- вып.4. - С. 507-508.

Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу на территории деятельности ГУ «Мурманское УГМС» в 2009 году., Мурманск, 2010. электронный ресурс <http://www.kolagmk.ru/ecology/monitoring>

Лянгузова, И.В. Мониторинг компонентов северотаежных экосистем при аэротехногенном загрязнении/ И. В. Лянгузова// Мониторинг и оценка состояния растительного мира : материалы Междунар. научн. конференции.- Минск, 2008. - С. 328–330.

СанПиН 2.3.2.560–96 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. - Изд. офиц. - М.: Изд-во стандартов, 1997.

СанПин 2.3.2.1078-2001 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. - Изд. офиц. - М.: Изд-во стандартов, 2002.

Тутельян, В.А. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне: Руководство для врачей / В. А. Тутельян, Г.Г.Онищенко, Б.П.Суханов, М.Г.Керимова, А.К.Батулин, А.В.Васильев . – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 288 с.

Лукина, Н.В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения/ Н. В. Лукина, В.В. Никонов, Л.Г. Исаева, Т.Т. Горбачева, Е.А. Белова. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996.- 286 с.

[Покровский, В. И. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев .- Новосибирск, 2002.- 334с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ ИЗ МОЙВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ

Николаенко О. А., Куранова Л. К., Уманец Ю. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Анализируя сырьевую базу Северного бассейна можно отметить, что за последние два года значительно увеличился вылов мойвы. Динамика вылова мойвы представлена в таблице 1.

Таблица 1. Динамика вылова мойвы, тыс. тонн

Виды рыб	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Всех видов рыб	564	529	579	607	550	928	1052	1122
Мойва	60	0,004*	0,411	-	2	7	73	77

*выловлено для ведения исследовательских работ

Одним из перспективных направлений пищевого использования мойвы является производство консервов. Целью данной работы является разработка технологии консервов типа «Рыба копченая в масле» из мойвы.

Химический состав мышечной ткани баренцевоморской мойвы зависит от сезона вылова: наименьшая обводненность тканей и наибольшее содержание жира отмечаются в конце нагула, наибольшее количество влаги и наименьшее количество жира - в нерестовый и посленерестовый периоды (табл.2). Поэтому очень важно проследить, как химический состав влияет на технологические свойства сырья при разработке новых видов продукции.

Таблица 2- Химический состав мышечной ткани мойвы

Содержание в мышеч. ткани, %	Период								
	нагула		зимовки		преднерестовый			посленерестовый	
	самки	самцы	самки	самцы	самки		самцы	самки	самцы
					IV ст.зр.	V ст.зр.			
Влаги	69,9	69,2	69,2	71,0	78,1	80,2	79,4	82,7	82,8
Жира	14,0	14,3	13,5	11,8	5,4	3,3	3,9	1,9	1,8
Белка	14,9	15,2	16,1	15,9	15,3	15,3	15,4	14,2	14,2
Золы	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2

Были проведены работы по изучению изменения влагосодержания мойвы при предварительной термической обработке в зависимости от размеров, химических свойств, сроков хранения сырья до обработки и температуры предварительной термической обработки (рис.1). В качестве предварительной обработки полуфабриката применяли холодное копчение, которое

позволяет получить продукты с меньшим содержанием бенз(а)пирена, нитрозаминов и фенолов, а это соответствует современным требованиям безопасности продуктов питания.

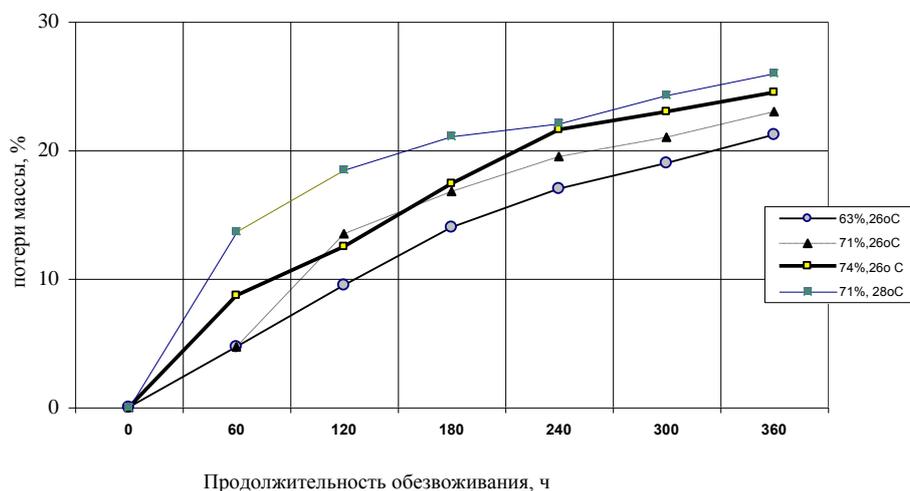


Рис.1 Изменение потерь массы полуфабриката в зависимости от химического состава

Выбор режима предварительной тепловой обработки производили как на основании органолептической оценки копченого полуфабриката, так и готовых консервов (рис. 2). Анализируя опытные данные было выявлено, что для консервов «Мойва копченая в масле» потеря массы в процессе предварительной тепловой обработки должны составлять не менее 25%.

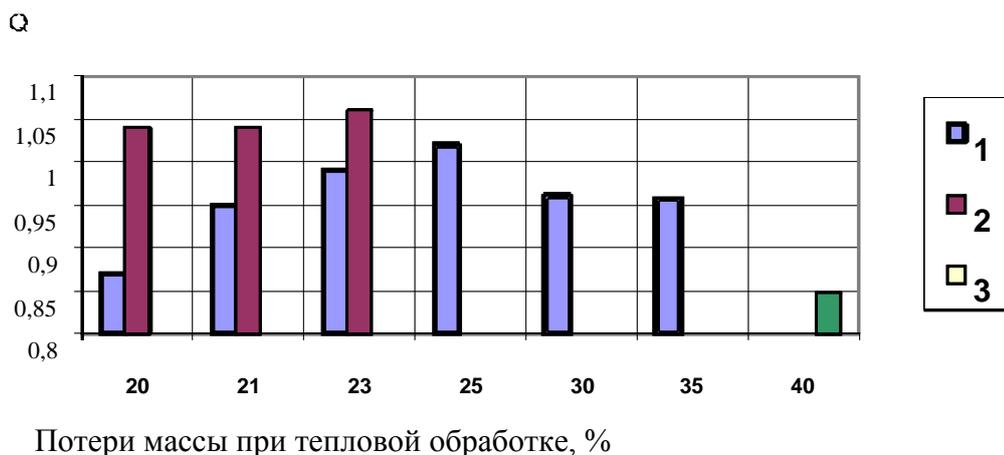


Рисунок 2 -Изменение обобщенного коэффициента качества консервов из мойвы в зависимости от потерь массы полуфабриката при ПТО: 1 - 9 мес. хранения сырья, 2-1 мес хранения сырья; 3 - п/ф г,к

На основании проведенных исследований были предложены режимы предварительной обработки, указанные в таблице 3.

Таблица 3- Режимы предварительной тепловой обработки мойвы при производстве консервов «Мойва копченая в масле»

Характеристика сырья	Продолжительность, час		
	подсушка	копчение	досушивание
Мойва:	0,5	1	
крупная			2,5 - 3,5
средняя			2,5 –3,0
мелкая			1,5-2,0

При подборе режима стерилизации варьировали температурой греющей среды стерилизации (112 и 120 °С) и длительностью стерилизации (от 40 до 55 минут). В качестве определяющего показателя при оптимизации использовали значение величины фактической летальности ($F_{\text{факт}}$). В ходе исследований было выявлено, что $F_{\text{факт}}$ для консервов «Мойва копченая в масле» при стерилизации в течение 45 минут при температуре 120°С составляла 8,0 условных минуты.

В консервах, изготовленных по разработанным режимам, были определены органолептические и физико-химические показатели (табл. 4). Установлено, что консервы соответствуют требованиям, предъявляемым к данному виду продукции, они одобрены дегустационным советом МГТУ.

Таблица 4 - Показатели качества консервов «Мойва копченая в масле»

Срок хранения сырья до обработки	Потери массы при ПТО, %	Массовая доля, %			ВУС, %	Число пенетрации	Уровень качества, %
		воды	отстоя	АЛО, мг %			
1 мес	23	74	7,0	29,4	70,6	234	100
9 мес	25	71	10,5	44,2	67,5	292	97.4

В результате проведенных работ:

1. Изучено влияние свойств сырья и режимных параметров на продолжительность процесса обезвоживания при подготовке копченого полуфабриката из мойвы. На основании обобщенного показателя качества консервов определены близкие к оптимальным потери массы полуфабриката при предварительной тепловой обработке, которые составили 25%.

2. Разработаны режимы стерилизации консервов - для консервов «Мойва копченая в масле»

5-15-45-20 $F_{\phi} = 8,0$ усл. мин

120

3. Разработаны изменения №1 к ТУ 9271-004-00471633-2006 «Консервы из копченой рыбы. Технические условия».

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ РЫБ СЕМЕЙСТВА ТРЕСКОВЫХ

Куранова Л. К., Николаенко О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

This article observes the questions of the sterilization regimes development for canned food from different cod family fishes. The ability of making works on the sterilization regimes for a fish specie, with minimal water content was proved due to researches carried on the cod family fishes.

Семейство тресковых насчитывает 22 рода с 58 видами. Все тресковые – морские рыбы, за исключением налима – постоянного обитателя пресных вод. Тресковые считаются традиционными объектами промысла Северного бассейна, уловы которых на протяжении последних лет сохраняются на стабильно высоком уровне. Они представлены, в основном, треской, пикшей, сайдой, путассу. В последнее время наметилась тенденция к увеличению вылова сайки (полярной тресочки), в приловах часто встречается мольва (голубая щука).

Производство стерилизованных консервов традиционно является одним из ведущих направлений пищевого использования уловов, так как позволяет сохранять питательные вещества сырья в течение длительного времени. Для производителя сегодня предпочтителен выпуск натуральных консервов, позволяющий снизить энергетические и временные затраты, использовать минимальный набор технологического оборудования и, таким образом, уменьшить себестоимость продукции. Основное назначение стерилизации – обеспечение гибели микроорганизмов, поэтому одним из условий гарантии качества консервов является правильно подобранный режим их стерилизации. Режимы стерилизации разрабатывают специалисты

в области термической стерилизации, разработанные режимы должны пройти экспертизу и утверждение. В рыбной отрасли осуществляется научный подход к разработке новых режимов стерилизации консервов, основные принципы которого нашли отражение в соответствующих инструктивных документах [1,2].

Внедрение в практику рыбоконсервных предприятий оптимальных режимов стерилизации не только улучшает качество консервов, но и даёт промышленности определенный экономический эффект, так как позволяет интенсифицировать процесс производства. Оптимальные режимы стерилизации консервов устанавливают, учитывая многие факторы: теплопроводность продукта, активную кислотность (рН), жирность, степень обсемененности, термоустойчивость спор, размер тары и др. Поэтому разработка оптимальных режимов стерилизации – затратный, трудоёмкий научно-исследовательский процесс, требующий проведения комплекса микробиологических, биохимических, теплофизических и технологических исследований.

На сегодняшний день затрачивается много средств и усилий при проверке и внедрении режимов стерилизации на практике. Нашей задачей остается упрощение методики разработки режимов. По требованиям инструкции по разработке режимов стерилизации необходимо для каждого вида рыбы разрабатывать свой режим. По нашему мнению, это не рационально.

Разрабатываемый режим стерилизации консервов должен обеспечить стерильность продукции, о чём можно судить по фактическому эффекту стерилизации, зависящему от прогреваемости продукта в банке. Скорость прогревания тем выше, чем выше содержание в продукте воды, при прочих равных условиях (в консервах одного и того же наименования, когда рецептура консервов не зависит от вида используемого сырья). По нашему мнению, химический состав рыб одного семейства может определить тот вид рыбы (с минимальным содер-

жанием воды), прогреваемость которого будет минимальной (значение фактически достигнутого эффекта стерилизации, соответственно, тоже минимально). В таблице 2 приведён химический состав мяса рыб семейства тресковых, для которых нами разрабатывались режимы стерилизации.

Таблица 1. Химический состав мяса рыб семейства тресковых

Вид рыбы	Массовая доля, %				Примечание
	воды	жира	белка	мин. веществ	
Сайка	80,7	1,9	15,6	1,5	
Треска	80,4	0,2	17,8	1,2	крупная
Пикша	80,8	0,2	17,2	1,3	
Путассу	80,2	0,3	18,1	1,4	
Мольва	79,1	0,3	19,2	1,2	Морская щука
Сайда	79,0	0,4	19,0	1,2	

Исходя из данных химсостава, можно предположить, что хуже всего должны прогреваться консервы из сайды,

Нами проведены работы по определению прогреваемости консервов из различных видов тресковых (сайда, треска, пикша, путассу, мольва) различного ассортиментного ряда («... натуральная с добавлением масла», («... натуральная с добавлением масла «Ароматная», «... по-поморски») в разнообразной металлической таре (жестяных банках 3 и 6, в алюминиевой банке Ханса) [3]. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2. Режимы стерилизации консервов из рыб семейства тресковых

№ п.п.	Вид рыбы	Ассортимент	Номер банки	Режим стерилизации	Прогреваемость (летальность, усл. мин)
1	Пикша	Натуральная по-поморски	6	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	9,2
2	Треска	Натуральная по-поморски	6	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	8,8

3	Сайда	Натуральная по-поморски	6	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	8,7
4	Пикша	Натуральная по-поморски	3	$\frac{5-15-50-20}{120^{\circ}C}$	7,4
5	Треска	Натуральная по-поморски	3	$\frac{5-15-50-20}{120^{\circ}C}$	7,3
6	Сайда	Натуральная по-поморски	3	$\frac{5-15-50-20}{120^{\circ}C}$	7,2
7	Пикша	Натуральная с добавлением масла	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	10,0
8	Треска	Натуральная с добавлением масла	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}\tilde{N}}$	9,0
9	Мольва	Натуральные с добавлением масла	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	8,7
10	Сайда	Натуральная с добавлением масла	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	7,8
11	Пикша	Натуральная с добавлением масла «Ароматная»	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	11,5
12	Треска	Натуральная с добавлением масла «Ароматная»	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	10,4
13	Мольва	Натуральная с добавлением масла «Ароматная»	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	9,5
14	Сайда	Натуральные с добавлением масла «Ароматная»	3	$\frac{5-15-55-20}{120^{\circ}C}$	9,3

15	Путассу филе	Натуральная по-поморски	Ханса	$\frac{30-20-30}{120^{\circ}C}$	9,6
16	Сайда филе	Натуральная по-поморски	Ханса	$\frac{30-20-30}{120^{\circ}C}$	8,5

Результаты, представленные в таблице 2, подтверждают идентичность прогреваемости консервов из рыб одного и того же вида соответствующего ассортимента в соответствующих банках. Значения средних фактических эффектов стерилизации в консервах по-поморски из сайды, трески, пикши в банках 3 составляют соответственно 7,2, 7,3, 7,4 усл. мин; в банках 6 – 8,7, 8,8, 9,2 усл. мин; в банках Ханса для филе сайды и филе путассу – 8,5 и 9,6 усл. мин. В натуральных консервах с добавлением масла (банка 3) – 7,8, 8,7, 9,0, 10,0 - соответственно из сайды, мольвы, трески, пикши; в консервах с добавлением масла «Ароматные» (банка 3) – 9,3, 9,5, 10,4, 11,5 - соответственно из сайды, мольвы, трески, пикши. Т.е., прогреваемость консервов из трески, пикши, путассу, мольвы не ниже прогреваемости консервов из сайды и коррелирует со значением массовой доли влаги в рыбе.

Разрабатываемый режим стерилизации консервов должен обеспечить, кроме промышленной стерильности консервов, требуемое качество готовой продукции: нежную консистенцию мяса рыбы и мягкую – костей. У сайды самое жесткое мясо и твёрдые кости, что требует более длительной, по сравнению с другими видами рыб, тепловой обработки для разваривания. В этой связи, по нашему мнению, логично работы по выбору режима стерилизации консервов из тресковых проводить, используя в качестве сырья именно сайду.

Таким образом, для разработки режима стерилизации консервов (при создании нового ассортиментного ряда консервов, либо того же ассортимента в новом виде упаковки, в новых условиях стерилизации и т.п.) из рыб семейства тресковых можно ограничиться проведением в полном объёме научного обоснования режима стерилизации сайды и распространить разработанный режим на этот же ассортимент консервов, изготавливаемых из других видов: трески, пикши, мольвы, путассу, сайки.

Литература

Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.- СПб: Гипробыбфлот, 1996, 42 с.

РД 10.03.02-88 "Система технологической документации. Порядок разработки режимов стерилизации и пастеризации консервов и консервируемых полуфабрикатов"

Николаенко О.А., Куранова Л.К., Петрова И.Б. К вопросу разработки новых видов натуральных консервов из рыб Северного бассейна. Наука и образование – 2009 [Электронный ресурс]: материалы межд. науч. конф., Мурманск, 1-9 апреля 2009. / МГТУ. – Электрон. текст дан. (181 Мб). – Мурманск: МГТУ, 2009. – С1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0320900170.

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНЫХ ОТХОДОВ ПОСРЕДСТВОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ КОСТНОЙ ПАСТЫ

Малышева Е. В., Куранова Л. К., Гроховский В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Современный уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности страны, а также состояние её сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования сырьевых ресурсов. Рациональное и наиболее полное использование пищевых ресурсов является одной из основных задач рыбоперерабатывающей отрасли.

Производство различных видов кулинарных изделий из рыбного фарша отвечает требованиям комплексного и полного использования сырья. Значительную перспективу имеет создание комбинированных продуктов.

Новым и интересным решением в создании комбинированных продуктов с использованием костной пасты, полученной из ликвидных рыбных отходов, представляющих собой остатки после разделки обезглавленной и потрошенной рыбы, содержащие позвоночные кости с прирезами мяса, хвостовые плавники и кожу.

Кости, кожа, плавники моются, измельчаются на волчке или куттере, варятся в течении 3-4-ех часов при соотношении рыба:вода 1:1,5. Бульон отделяется, а рыбная масса направляется на тонкое измельчение. Тонкое измельчение проводится на супермассколлоидере с зазорами между дисками 0,02 мм. Изготовленная таким образом паста упаковывается и направляется на изготовление продуктов.

Химический состав и пищевая ценность пасты характеризуется следующими показателями: 75-80 % воды, 16-17% белка, 2,5% кальция, 1,5% фосфора, 0,05 процентов магния и около 1 мг/кг меди. Хотя белка в костной пасте содержится столько же, сколько и в мороженной рыбе, однако белок этот имеет низкую биологическую ценность. Но биологическая ценность белка конечного продукта сохраняется без значительных изменений при введении в фаршевую смесь костной пасты до 30%. Дальнейшее повышение доли костной пасты приводит к понижению биологической ценности белка. Усвояемость рыбных продуктов, с добавлением костной пасты до 300% остаётся на уровне контроля.

Фосфора и кальция костная паста содержит гораздо больше, чем мышечная ткань рыбы. Повышение их содержания в конечном продукте можно считать положительным для него, а костную пасту можно рассматривать как источник кальция и фосфора.

Содержание токсичных элементов, таких как свинец, мышьяк, ртуть - в несколько раз ниже максимальных уровней.

Кроме того, использование отходных материалов при изготовлении пасты, приводит к экономии пищевых ресурсов до 30 %

Фаршевые продукты, с включением костной пасты, можно рекомендовать в качестве диетического продукта и использовать её в рационах при гипокинезии, массивных переломах костей, остеопорозах и при других состояниях, требующих в организм поступления повышенных количеств кальция.

Литература

Кухаренко А. А. Некоторые аспекты рационального использования вторичных сырьевых ресурсов на предприятиях агропромышленного комплекса /А. А. Кухаренко// Хранение и переработка сельхозсырья, № 10, 2004. С. 7.

Доценко С. М. Разработка рецептур и технологии кулинарных изделий на основе комбинированного рыбного фарша /С. М. Доценко, Е. С. Стаценко// Хранение и переработка сельхозсырья, № 10, 2004, с. 7

Заключение о возможном использовании продукции в питании населения по согласованию НТД с органами госсанадзора по теме «Токсико-гигиенические исследования продукции с добавлением тонкоизмельченной костной пасты из рыбного сырья и рекомендации по её использованию в питании населения» Москва, 1991,14 С.

ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ

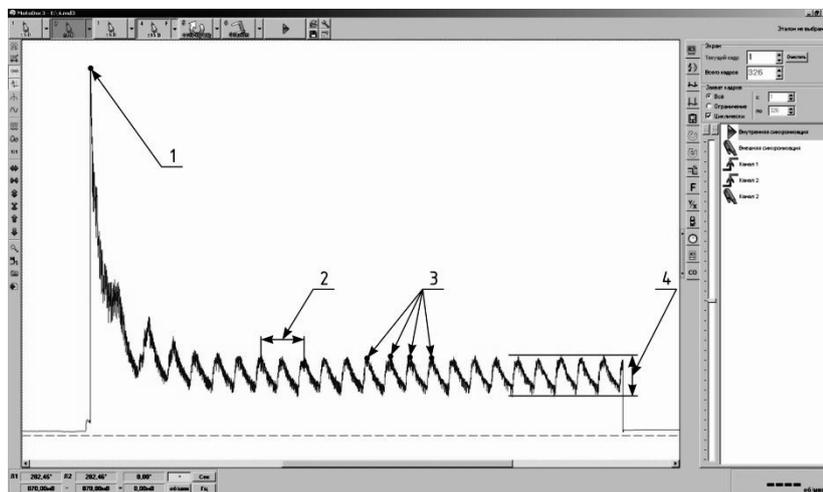
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ТОКУ, ПОТРЕБЛЯЕМОМУ СТАРТЕРОМ ПРИ ПРОКРУТКЕ ДВИГАТЕЛЯ

Бабошин А.А., Малышев В.С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Abstract. The paper presents the results of the method of diagnosing engine current, consumed the starter when scrolling engine.

В процессе прокрутки двигателя стартером (без запуска двигателя) регистрируется осциллограмма потребляемого стартером тока (см. рис. 1). Чем герметичнее надпоршневое пространство цилиндра, тем больше максимальное давление сжимаемого при прокрутке двигателя стартером воздуха (смеси), тем больше сопротивление вращению двигателя, когда данный цилиндр находится в фазе сжатия, и тем больший ток потребляет стартер для проворачивания коленчатого вала. Для цилиндров двигателя с одинаковой компрессией, характерна одинаковая амплитуда пульсаций стартерного тока. При снижении компрессии в отдельных цилиндрах, наблюдается соответственное уменьшение амплитуды пульсаций тока [1, 2].

Анализ осциллограммы начинается с определения значения пусковой частоты вращения (см. рис. 1, поз. 2) и амплитуды колебания тока (см. рис. 1, поз. 4). При исправном двигателе и системе пуска, а также при окружающей температуре около 20°C стартер раскручивает коленчатый вал двигателя до, примерно, 200÷350 об/мин и ток потребления стартера составляет 80÷250 А.



1 – максимальное значение тока (соответствует началу вращения коленчатого вала ДВС); 2 – период времени, соответствующий одному обороту коленчатого вала (зная время одного оборота можно рассчитать пусковую частоту вращения коленчатого вала); 3 – значения токов, потребляемых стартером для отдельных цилиндров в моменты достижения поршнями ВМТ на такте сжатия (чем лучше герметичность камеры сгорания, тем больше ток, потребляемый стартером; при исправном состоянии ДВС и одинаковой герметичности камер сгорания ток будет находиться на одном уровне, что видно на представленной осциллограмме); 4 – амплитуда колебания тока

Рис. 1. Осциллограмма тока, потребляемого стартером при прокрутке двигателя

Повышенная частота вращения коленчатого вала и пониженное потребление тока стартером указывают на одинаково плохую компрессию во всех цилиндрах. Показания частоты вращения менее 150÷200 об/мин указывает на возможную неисправность аккумуляторной батареи (возможно низкая степень заряда аккумулятора) или стартера, либо повышенное сопротивление вращению механической части двигателя.

Если потребляемый стартером ток меньше указанных выше величин, то причиной может быть неисправность стартера: сильный износ щеток или снижение упругости их пружин, заклинивание щеток в щеткодержателях, окисление или подгорание контактных болтов втягивающего реле и др. Если сила тока выше 300 А, то причиной этого может быть межвитковое замыкание в обмотках стартера или замыкание обмоток на массу.

После анализа пусковой частоты вращения и амплитуды колебания тока проводится анализ значения токов, потребляемых стартером для отдельных цилиндров в моменты достижения поршнями ВМТ на такте сжатия (см. рис. 1, поз. 3). Неисправным считается цилиндр, у которого значение тока потребляемого стартером менее 90% (за 100% принимается значение тока лучшего цилиндра) [3]. Кроме того, при анализе осциллограммы тока необходимо обращать внимание на изменения потребляемого тока стартером для каждого цилиндра от цикла к циклу; значительные колебания тока могут свидетельствовать о нарушении правильной работы деталей газораспределительного механизма (клапанов, гидрокompенсаторов и др.).

Методика диагностирования ДВС по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя была отработана на десятках автомобилей. В качестве примеров на рисунке 2 приведены осциллограммы тока потребляемого стартером при прокрутке двигателей.

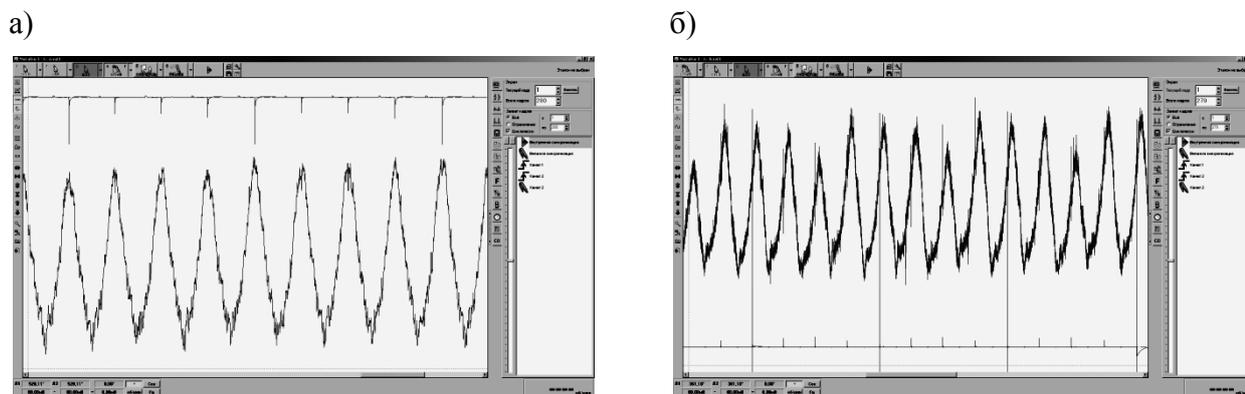


Рис. 2. Осциллограммы тока, потребляемого стартером при прокрутке двигателей:

а) Двигатель автомобиля ВАЗ-21093; амплитуда тока 80÷130А, 215 об/мин, синхронизация по первому цилиндру (рядок работы 1-3-4-2); цилиндры находятся в примерно одинаковом техническом состоянии (компрессия по цилиндрам: 1 цилиндр – 11,4 атм; 2 – 11,8 атм; 3 – 11,4 атм; 4 – 11,9 атм); б) Двигатель автомобиля ВАЗ-21053; амплитуда тока 110÷180А, 215 об/мин, синхронизация по первому цилиндру (рядок работы 1-3-4-2); состояние четвертого цилиндра хуже остальных (компрессия по цилиндрам: 1 цилиндр – 11,8 атм; 2 – 11,9 атм; 3 – 12,3 атм; 4 – 10,6 атм); данные, подтверждающие худшее техническое состояние четвертого цилиндра, получены при использовании других методов диагностирования; ток стартера показывает примерно одинаковое состояние 1, 2 и 3 цилиндров, четвертый цилиндр находится в относительно худшем техническом состоянии (94% по сравнению с лучшим цилиндром)

Основной целью метода диагностирования ДВС по току стартера является экспресс-оценка механической части двигателя, поэтому в качестве имитируемой неисправности было выбрано нарушение герметичности камеры сгорания двигателя ВАЗ-2111.

Для реализации данного исследования было изготовлено устройство, позволяющее имитировать негерметичность камеры сгорания различной величины. Схема для имитации негерметичности камеры сгорания представлена на рис. 3. Переходник 8 устанавливается вместо свечи зажигания одного из цилиндров (в нашем случае это первый цилиндр). С обратной стороны переходника 8 установлен датчик давления 7, который используется для регистрации давления в камере сгорания, а также в качестве датчика синхронизации. Болт 5 вкручивается в переходник 8 и фиксируется гайкой 4. Как видно по схеме имеется связь камеры сгорания с атмосферой посредством отверстия в теле переходника 8, отверстия в теле болта 5 через калибровочное отверстие 6. Для имитации различной негерметичности камеры сгорания имеется набор болтов с различным диаметром калибровочного отверстия 6.

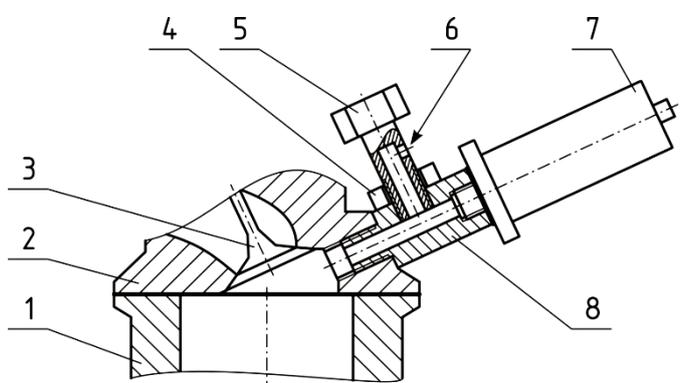


Рис. 3. Схема для имитации негерметичности камеры сгорания: 1 – блок цилиндров; 2 – головка блока цилиндров; 3 – клапан; 4 – гайка; 5 – болт; 6 – калибровочное отверстие; 7 – датчик давления; 8 – переходник

Проводилась регистрация тока, потребляемого стартером при прокручивании двигателя с различной величиной негерметичности камеры сгорания (с отверстиями различного диаметра, см. рис. 3, поз. 6).

Результаты обработки осциллограмм тока представлены в таблице 1. На рисунке 4 показана зависимость изменения тока стартера (выраженная в процентах от наилучшего цилиндра) от величины негерметичности камеры сгорания (от площади проходного сечения). При полностью исправном техническом состоянии двигателя ток, потребляемый стартером в момент достижения поршнем первого цилиндра ВМТ на такте сжатия составляет 168,5 А, и отличается от тока, соответствующего третьему цилиндру (173,0 А) на 2,6% (третий цилиндр является лучшим). При имитации негерметичности камеры сгорания первого цилиндра с увеличением площади проходного сечения ток, потребляемый стартером в момент достижения поршнем первого цилиндра ВМТ на такте сжатия, уменьшается, и как следствие, процент расхождения (относительно лучшего цилиндра) увеличивается.

В третьем столбце таблицы 1 представлены значения компрессии в цилиндре при различной негерметичности камеры сгорания; на рисунке 5 представлена зависимость изменения компрессии от величины негерметичности камеры сгорания.

Таблица 1

Площадь проходного сече-	Ток стартера при увеличе-	Максимальное значение
--------------------------	---------------------------	-----------------------

ния отверстия (см. рис. 3, поз. б), мм ²	нии негерметичности камеры сгорания в первом цилиндре, в процентах от наилучшего цилиндра	давления в камере сгорания (величина компрессии), атм
0,00	97,4	13,29
0,39	95,6	12,32
0,79	91,9	11,32
0,98	90,9	10,79
1,27	89,8	10,36

Известно, что неисправным является цилиндр, у которого значение тока потребляемого стартером, выраженное в процентах, менее 90% (за 100% принимается лучший цилиндр). Негерметичность камеры сгорания первого цилиндра проходным сечением 1,27 мм² привела к разнице в токах стартера на 7,6% по сравнению с полностью исправным цилиндром. Компрессия в первом цилиндре от полностью исправного состояния до негерметичности проходным сечением 1,27 мм² уменьшилась на 2,9 атм (с 13,3 атм до 10,4 атм). При таком состоянии одного из цилиндров двигатель имеет нестабильную работу, пропуски воспламенения (или вообще нерабочий цилиндр), потерю мощности, повышенный расход топлива, экологичность двигателя не соответствует требованиям законодательства.

Однако также известно, что допустимая разница в значениях компрессии между цилиндрами двигателя не должна превышать 1 атм; в данном случае разница в 1 атм достигается при негерметичности проходным сечением 0,41 мм², и при такой негерметичности камеры сгорания ток, потребляемый стартером на 2% отличается от исправного цилиндра. Разница в 2 атм достигается при негерметичности проходным сечением 0,79 мм², и ток, потребляемый стартером на 5,5% отличается от исправного цилиндра.

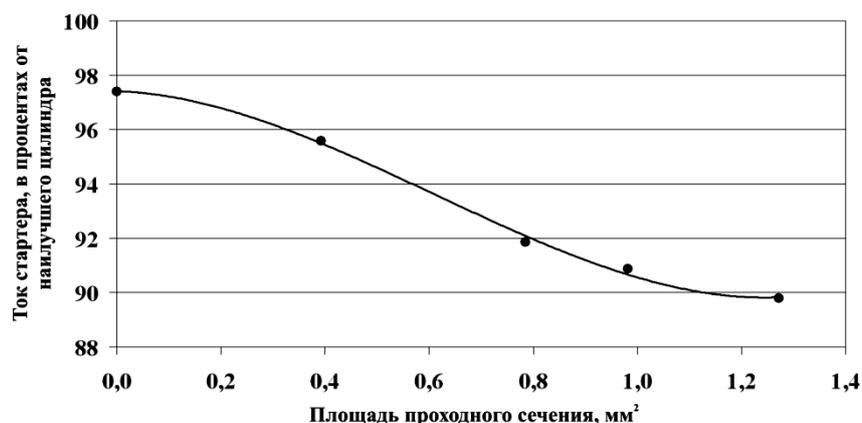


Рис. 4. Изменение тока стартера (в процентах от наилучшего цилиндра) при увеличении негерметичности камеры сгорания в первом цилиндре

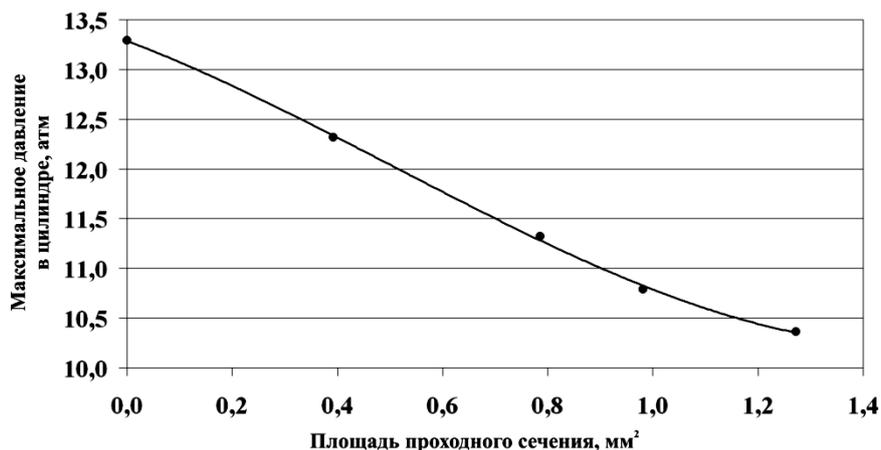


Рис. 5. Изменение компрессии при увеличении негерметичности камеры сгорания

Таким образом, авторами рекомендуется считать неисправным тот цилиндр, у которого значение тока потребляемого стартером, выраженное в процентах, менее 95% (за 100% принимается лучший цилиндр). При разнице в значениях токов потребляемых стартером между цилиндрами в 3÷5% рекомендуется проводить углубленную диагностику.

Литература

Гюнтер, Г. Диагностика дизельных двигателей: серия «Автомеханик». Пер. с нем. Ю.Г. Грудского. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулём», 2007, – 176 с.

Клюев, В.В. Технические средства диагностирования: справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.

Методики диагностики. Относительная компрессия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ardio.ru/relkompr.php>. – Загл. с экрана, 2002.

Quantex Laboratory. Мотор-тестер MotoDoc III [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.quantexlab.ru/>. – Загл. с экрана, 2010.

ZETLab. Испытательное измерительное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zetms.ru/>. – Загл. с экрана, 2010.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ ВО ВПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

Бабошин А. А., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Аннотация. В статье представлены результаты разработки метода диагностирования двигателей внутреннего сгорания по давлению во впускном коллекторе. Представлено описание данного метода, определены информативные режимы диагностирования.

Abstract. The paper presents the results of the development of method of diagnosing the internal combustion engine by the pressure in the intake manifold. The description of these method, defined informative modes of diagnosis.

Ключевые слова (key words): автомобильные двигатели, диагностика, средства диагностики, методы диагностирования, давление во впускном коллекторе, automobile engines, diagnostics, diagnostic tools, methods and technology of diagnostics, intake manifold pressure.

Разрежение во впускном трубопроводе и его постоянство зависят от скоростного напора воздуха и потерь напора, обусловленных:

- сопротивлением воздушного фильтра;
- нарушением герметичности впускного коллектора;
- состоянием герметичности камер сгорания двигателя;
- неплотностью прилегания клапанов к седлам клапанов;
- правильностью установки фаз газораспределения и др.

Разрежение во впускном трубопроводе измеряют с помощью вакуумметра, подсоединяемого к впускному коллектору. По показаниям вакуумметра можно определить относительное разрежение, которое сравнивается с аналогичной величиной, установленной для исправного двигателя при том же режиме работы, и оценить общее состояние двигателя. Более полную информацию можно получить по результатам регистрации кривой пульсирующего разрежения во впускном трубопроводе с использованием датчика давления.

При анализе осциллограмм давления во впускном коллекторе (см. рис. 1) важно понимать, что форма осциллограмм у различных двигателей и на различных режимах работы различна, однако при исправном состоянии ДВС колебания давления от каждого цилиндра одинаковые (низы и верха зарегистрированной осциллограммы находятся на одном уровне).

а)

б)

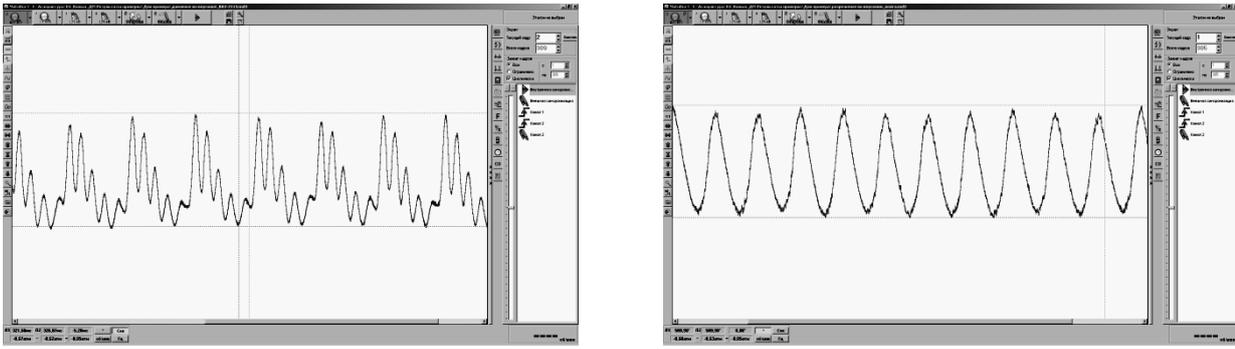


Рис. 1. Осциллограммы давления во впускных коллекторах исправных двигателей при работе на холостом ходу:

а) автомобиль ВАЗ-2115 с двигателем ВАЗ-2111; разрежение во впускном коллекторе $(-0,62) \div (-0,67)$ атм; б) автомобиль ГАЗ-3110 с двигателем ЗМЗ-402; разрежение во впускном коллекторе $(-0,63) \div (-0,68)$ атм

Результаты исследований показывают, что информативными режимами проверки являются следующие: 1) прокрутка двигателя стартером с закрытой дроссельной заслонкой (см. рис. 2); 2) прокрутка двигателя стартером с открытой дроссельной заслонкой (см. рис. 3); 3) работа двигателя на холостом ходу (см. рис. 4, а); 4) работа двигателя на холостом ходу с дополнительной нагрузкой (в виде включенного дальнего света фар и обогрева заднего стекла, см. рис. 4, б); 5) работа двигателя на повышенной частоте вращения.

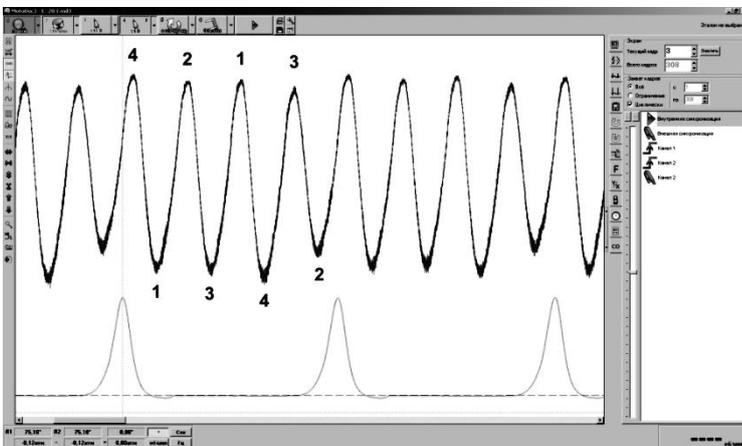


Рис. 2. Осциллограмма давления во впускном коллекторе при прокрутке двигателя ВАЗ-2111 стартером с закрытой дроссельной заслонкой: синхронизация по первому цилиндру; порядок работы 1-3-4-2; на осциллограмме заметно, что герметичность камеры сгорания второго цилиндра хуже, чем остальных цилиндров

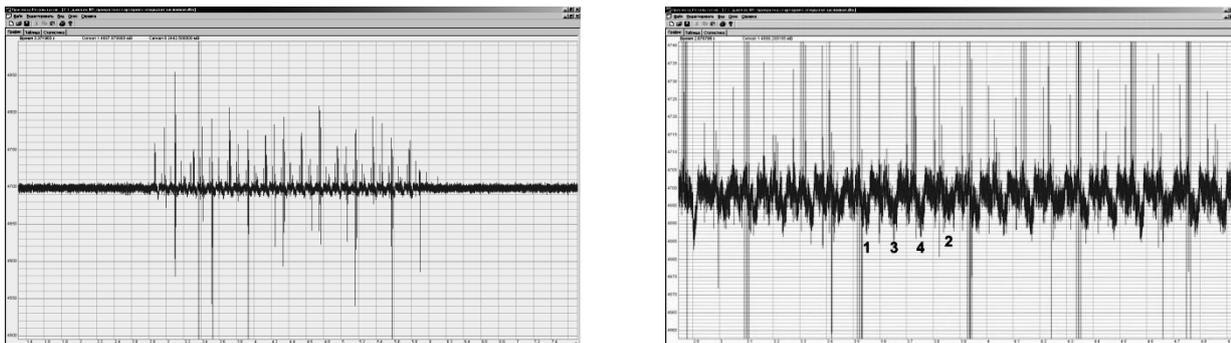


Рис. 3. Осциллограмма давления во впускном коллекторе

при прокрутке двигателя ВАЗ-2111 стартером с открытой дроссельной заслонкой:

наблюдаются незначительные колебания давления во впускном коллекторе (около атмосферного давления); большая величина разрежения на данном режиме говорит о повышенном сопротивлении впускного коллектора; на осциллограмме заметно, что герметичность камеры сгорания второго цилиндра хуже, чем остальных цилиндров, эти данные подтверждают и другие проверки, в частности компрессия по цилиндрам составляет: 1 – 12,3 атм; 2 – 11,8 атм; 3 – 12,2 атм; 4 – 12,5 атм

Осциллограммы давления во впускном коллекторе на режиме прокрутки двигателя стартером с открытой или закрытой дроссельной заслонкой анализируются следующим образом:

вершины кривой давления во впускном коллекторе дают информацию о моменте закрытия выпускных клапанов (о правильности установки теплового зазора в клапанном механизме или о правильной работе гидрокompенсаторов), при этом если синхронизация осуществляется по первому цилиндру, то вершины соответствуют цилиндрам 4-2-1-3 (см. рис. 2); при исправном состоянии двигателя вершины будут на одном уровне;

впадины кривой давления во впускном коллекторе дают информацию о герметичности камер сгорания; при этом если синхронизация осуществляется по первому цилиндру, то впадины соответствуют цилиндрам 1-3-4-2 (см. рис. 2 и 3); при исправном состоянии двигателя впадины будут на одном уровне.

Давление во впускном коллекторе при работе двигателей на холостом ходу находится в пределах $(-0,60) \div (-0,70)$ атм (относительно атмосферного давления). Малая величина разрежения свидетельствует о нарушении герметичности впускного коллектора, повышенное разрежение – о повышенном сопротивлении впускного коллектора (засорении воздушного фильтра). При негерметичности впускного коллектора проверяется весь впускной коллектор: все соединения, шланги, вакуумный усилитель тормозов, регулятор давления на топливной рампе, карбюратор, вакуумный корректор угла опережения зажигания, в т.ч. возможное наличие прогара прокладки головки блока и прогар выпускных клапанов.

а)

б)

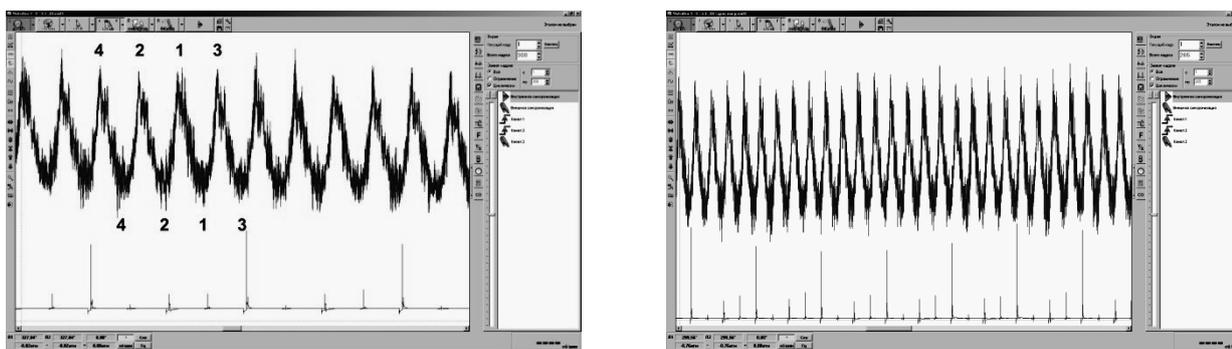


Рис. 4. Осциллограммы давления во впускном коллекторе двигателя VAZ-2111:

синхронизация по первому цилиндру, момент искрообразования в первом цилиндре соответствует четвертому цилиндру; порядок работы 1-3-4-2; а) работа на режиме холостого хода; б) работа на режиме холостого хода с дополнительной нагрузкой

Осциллограммы давления во впускном коллекторе, при работе двигателя на холостом ходу и повышенной частоте вращения, анализируются следующим образом:

вершины кривой давления во впускном коллекторе дают информацию о моменте закрытия выпускных клапанов, при этом если синхронизация осуществляется по первому цилиндру, то вершины соответствуют цилиндрам 4-2-1-3 (см. рис. 4); при исправном состоянии двигателя вершины будут на одном уровне;

впадины кривой давления во впускном коллекторе дают информацию о состоянии герметичности камер сгорания; при этом если синхронизация осуществляется по первому цилиндру, то впадины соответствуют цилиндрам 4-2-1-3 (см. рис. 4); при исправном состоянии двигателя впадины будут на одном уровне.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала разрежение во впускном коллекторе увеличивается, форма осциллограмм давления изменяется, однако анализ осциллограмм проводится аналогично.

При регистрации давления во впускной системе совместно с моментами искрообразования и сигналом датчика положения коленчатого вала (ДПКВ) по фазовому сдвигу можно выявить неправильную установку распределительного вала (РВ) относительно коленчатого вала ДВС. Нарушение фаз газораспределения может быть вследствие неправильной установки ремня привода газораспределительного механизма (ГРМ), износа кулачков РВ, неверно выставленных тепловых зазоров в клапанном механизме или неисправности гидрокомпенсаторов.

Результаты диагностирования различных двигателей в различном техническом состоянии позволяют сделать заключение о том, что данный метод диагностирования, несмотря на простоту реализации, является достаточно информативным и чувствительным.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ В ВЫПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

Бабошин А.А., Малышев В.С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Энергетики и транспорта)

Аннотация. В статье представлены результаты разработки метода диагностирования двигателей внутреннего сгорания по давлению в выпускном коллекторе.

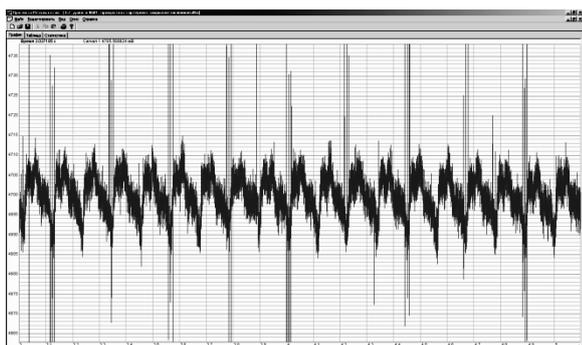
Abstract. The paper presents the results of the development of method of diagnosing the internal combustion engine by the pressure in the exhaust manifold.

Ключевые слова (key words): автомобильные двигатели, диагностика, средства диагностики, методы диагностирования, давление в выпускном коллекторе, automobile engines, diagnostics, diagnostic tools, methods and technology of diagnostics, exhaust manifold pressure.

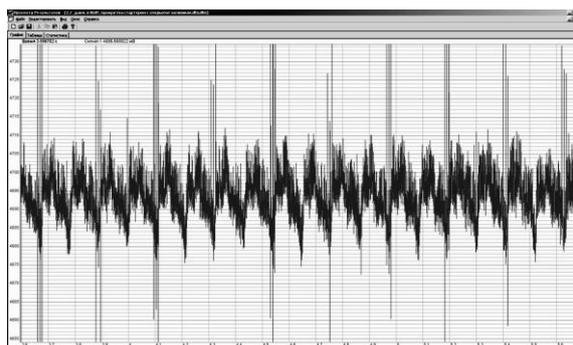
Данный метод относится к методам экспресс-диагностирования ДВС, позволяет оценить общее техническое состояние двигателя, а при наличии неисправностей позволяет локализовать неисправный цилиндр.

Для регистрации осциллограммы давления датчик устанавливается в выпускную трубу глушителя. При анализе осциллограмм давления в выпускном коллекторе необходимо руководствоваться тем же принципом, который используется при анализе осциллограмм давления во впускном коллекторе: при одинаковой герметичности камер сгорания и процессах сгорания колебания давления, соответствующие каждому цилиндру, будут одинаковыми. При исправном состоянии двигателя давление, регистрируемое датчиком, колеблется в небольших пределах относительно атмосферного давления и по форме напоминает синусоиду (см. рис. 1).

а)



б)



в)

г)

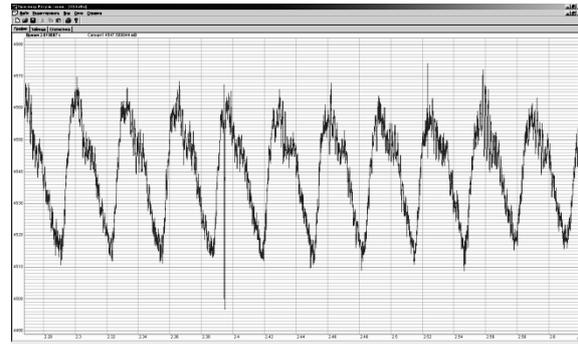
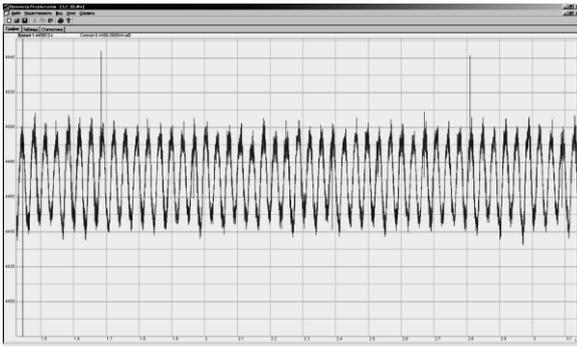


Рис. 1. Осциллограммы давления в выпускном коллекторе ДВС:

режим прокрутки двигателя стартером с закрытой (а) и открытой (б) дроссельной заслонкой, а также при работе ДВС на режиме холостого хода (в, г)

Неисправностями, оказывающими влияние на осциллограмму давления в выпускной системе, являются:

пропуски воспламенения в цилиндрах ДВС;

неисправности выпускных клапанов: прогар, неплотное прилегание к седлу клапана, «подвижение» клапанов;

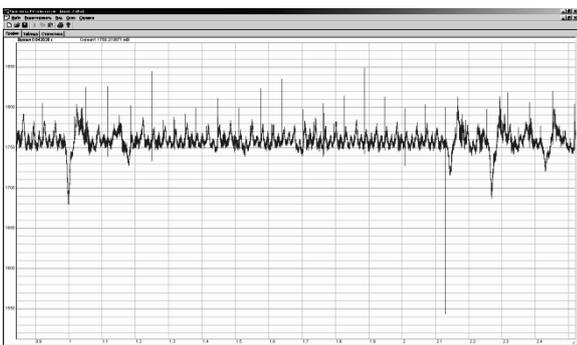
нарушение состава смеси: неисправности в системе воздухообеспечения, неисправности форсунок;

нарушение процесса сгорания (например, из-за низкого качества искры);

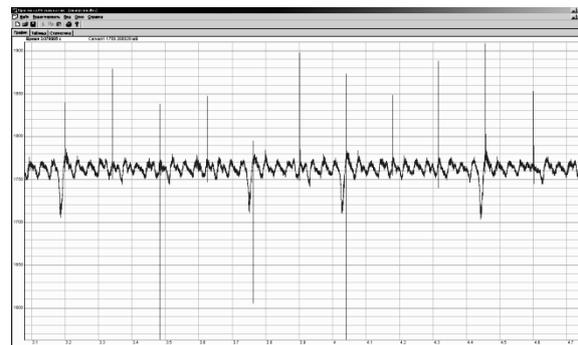
нарушение фаз процесса сгорания (из-за неисправностей ГРМ) и др.

На рисунке 2 представлены осциллограммы давления в выпускных коллекторах ДВС при различных неисправностях.

а)



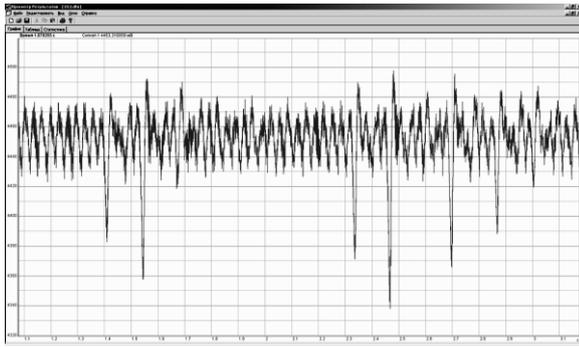
б)



в)

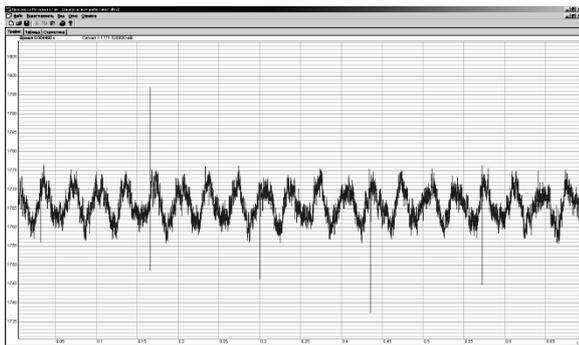
Рис. 2. Осциллограммы давления

в выпускных коллекторах двигателей при различных неисправностях:



а) неисправность деталей ГРМ; б) пропуски воспламенения во 2 цилиндре, причина – нарушение герметичности камеры сгорания (компрессия во 2-м цилиндре 9,4 атм (у других цилиндров – 10,1÷11,5 атм), показания пневмотестера – более 40%); в) значительные нарушения в процессе сгорания четвертого цилиндра, причина – нарушение герметичности камеры сгорания (износ ЦПГ)

а)



б)

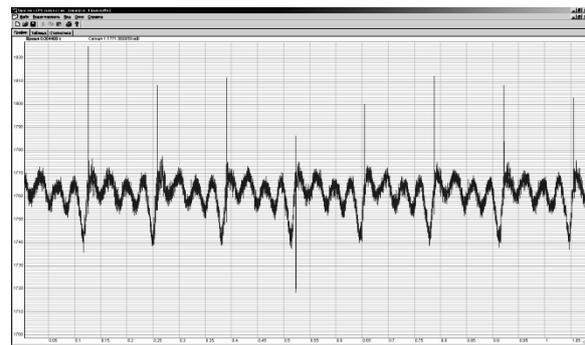


Рис. 3. Осциллограммы давления в выпускной системе исправного двигателя при работе на холостом ходу (а) и с имитацией неисправности (б) (отключение четвертого цилиндра)

На рисунке 3 представлены осциллограммы давления в выпускной системе исправного двигателя (см. рис. 3, а) и при имитации полностью неработающего одного из цилиндров (отключена топливоподача в цилиндр, см. рис. 3, б). Как показывают исследования, при отключении цилиндра амплитуда колебаний давления возрастает в 2÷3 раза. При работе двигателей с нарушением процессов сгорания в цилиндрах осциллограммы давления приобретают аналогичную форму, однако амплитуда колебаний давления меньше чем при полностью неработающем цилиндре.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ДАВЛЕНИЕ ВО ВПУСКНОМ И ВЫПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРАХ ДВИГАТЕЛЯ

Бабошин А. А., Малышев В. С. (г. Мурманск МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния различных неисправностей на давление во впускном и выпускном коллекторах, определены предельные значения диагностических параметров.

Abstract. The paper presents the results of the development of methods of diagnosing the internal combustion engine by the pressure in the intake and exhaust manifolds, defined limit values of diagnostic parameters.

Ключевые слова (key words): автомобильные двигатели, диагностика, средства диагностики, методы диагностирования, давление во впускном коллекторе, давление в выпускном коллекторе, automobile engines, diagnostics, diagnostic tools, methods and technology of diagnostics, intake manifold pressure, exhaust manifold pressure

Целью статьи является представление результатов исследования влияния различных неисправностей на давление во впускном и выпускном коллекторах двигателя (ДВС).

1. Исследование влияния нарушения

герметичности впускного коллектора на работу ДВС

Для реализации данного исследования было изготовлено устройство, позволяющее имитировать негерметичность впускного коллектора различной величины (см. рис. 1).

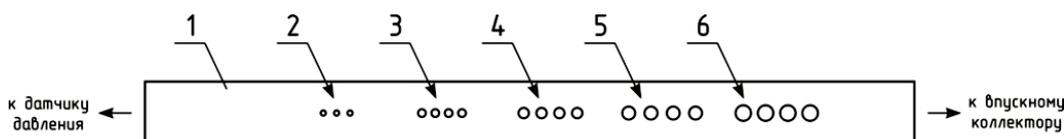


Рис. 1. Устройство для имитации негерметичности впускного коллектора: 1 – металлическая трубка; 2, 3, 4, 5 и 6 – отверстия диаметром 0,5, 1, 2, 3 и 4 мм соответственно

Устройство представляет собой металлическую трубку диаметром 10 мм. По ее периметру выполнены отверстия различного диаметра: 3 отверстия диаметром 0,5 мм и по 4 отверстия с диаметрами 1, 2, 3 и 4 мм. С одной стороны трубка соединена с датчиком давления, с другой – с впускным коллектором. Устройство позволяет имитировать нарушение герметичности впускного коллектора проходным сечением от 0,2 до 78,5 мм² при открытом состоянии различных отверстий.

В этом и других исследованиях объектом являлся двигатель ВАЗ-2111 автомобиля ВАЗ-2115.

Результаты исследования влияния нарушения герметичности впускного коллектора на давление в нем при работе ДВС на холостом ходу приведены на рисунке 2.

Результаты исследования показывают следующее:

- 1) негерметичность во впускном коллекторе суммарной площадью до $1,37 \text{ мм}^2$ практически не оказывает никакого воздействия на разрежение во впускном коллекторе;
- 2) при негерметичности во впускном коллекторе суммарной площадью $3,14 \text{ мм}^2$ наблюдается неравномерность в процессах сгорания от цикла к циклу (что видно на осциллограммах давления в выпускном коллекторе);
- 3) при негерметичности во впускном коллекторе суммарной площадью $3,93 \text{ мм}^2$ визуально наблюдается повышенная вибрация двигателя, имеются явные нарушения процессов сгорания в цилиндрах, регистрируются редкие пропуски воспламенения (что видно на осциллограммах давления в выпускном коллекторе);
- 4) при негерметичности во впускном коллекторе суммарной площадью $4,71 \text{ мм}^2$ имеются существенные нарушения процессов сгорания в цилиндрах, регистрируются частые пропуски воспламенения в цилиндрах.



Рис. 2. Изменение среднего значения давления во впускном коллекторе при увеличении его негерметичности

Таким образом, негерметичность во впускном коллекторе суммарной площадью $3,93 \text{ мм}^2$ значительно влияет на работу двигателя. При данном проходном сечении разрежение во впускном коллекторе уменьшилось на $0,09 \div 0,10 \text{ атм}$.

Можно заключить, что уменьшение разрежения во впускном коллекторе на $0,1 \text{ атм}$ является предельным для исправного состояния ДВС.

2. Исследование влияния нарушения герметичности камеры сгорания на давление во впускном коллекторе ДВС при прокрутке двигателя стартером с закрытой дроссельной заслонкой

Для реализации данного исследования было изготовлено устройство, позволяющее имитировать негерметичность камеры сгорания различной величины. Схема для имитации негерметичности камеры сгорания представлена на рис. 3. Переходник 8 устанавливается вместо свечи зажигания одного из цилиндров (в нашем случае это первый цилиндр). С обратной

стороны переходника 8 установлен датчик давления 7, который используется для регистрации давления в камере сгорания, а также в качестве датчика синхронизации. Болт 5 вкручивается в переходник 8 и фиксируется гайкой 4. Как видно по схеме имеется связь камеры сгорания с атмосферой посредством отверстия в теле переходника 8, отверстия в теле болта 5 через калибровочное отверстие 6. Для имитации различной негерметичности камеры сгорания имеется набор болтов с различным диаметром калибровочного отверстия 6.

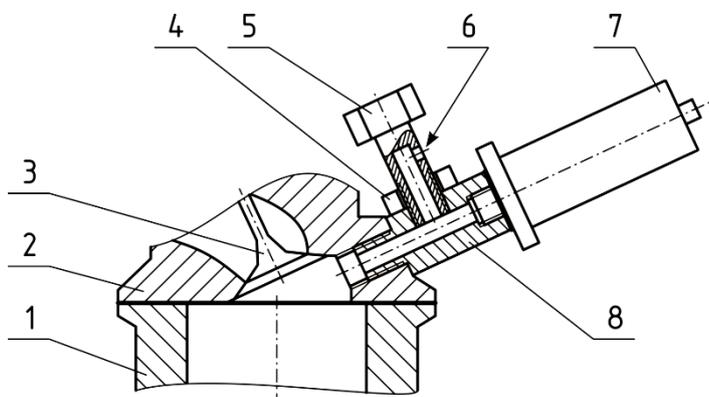


Рис. 3. Схема для имитации негерметичности камеры сгорания: 1 – блок цилиндров; 2 – головка блока цилиндров; 3 – клапан; 4 – гайка; 5 – болт; 6 – калибровочное отверстие; 7 – датчик давления; 8 – переходник

Проводилась регистрация осциллограмм давления во впускном коллекторе при прокручивании двигателя стартером с различной величиной негерметичности камеры сгорания первого цилиндра (с отверстиями различного диаметра, см. рис. 3, поз. 6).

Результаты исследования приведены в таблице 1 и на рисунках 4 и 5.

Таблица 1

Площадь проходного сечения отверстия (см. рис. 3, поз. 6), мм ²	Величина впадины на осциллограмме давления во впускном коллекторе, соответствующая первому цилиндру, в процентах от наилучшего цилиндра	Максимальное значение давления в камере сгорания (величина компрессии), атм
0,00	96,34	13,29
0,39	89,29	12,32
0,79	87,80	11,32
0,98	87,80	10,79
1,27	87,18	10,36

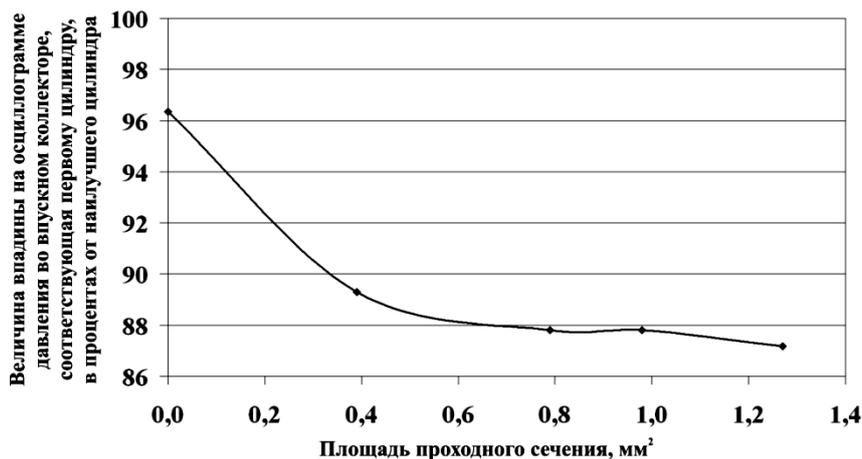


Рис. 4. Изменение величины впадины на осциллограмме давления во впускном коллекторе, соответствующей первому цилиндру (в процентах от наилучшего цилиндра) при увеличении негерметичности камеры сгорания в первом цилиндре

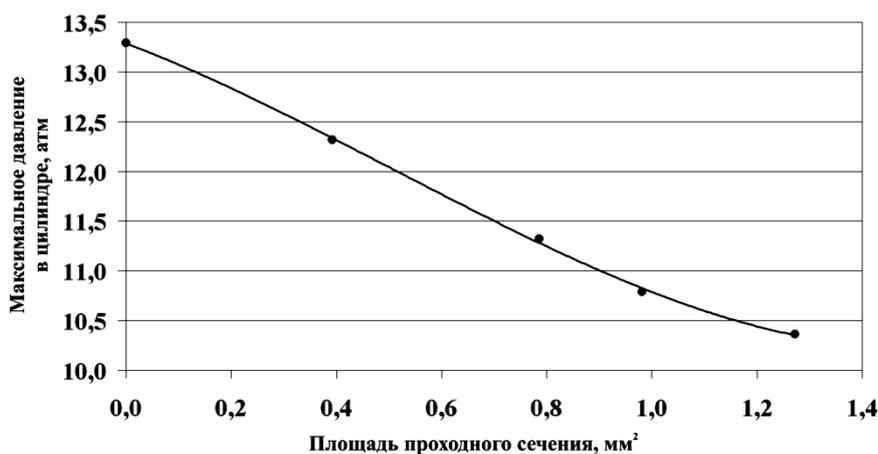


Рис. 5. Изменение компрессии при увеличении негерметичности камеры сгорания

Компрессия в первом цилиндре от полностью исправного состояния до негерметичности проходным сечением 1,27 мм² уменьшилась на 2,9 атм (с 13,3 атм до 10,4 атм). Известно, что допустимая разница в значениях компрессии между цилиндрами двигателя не должна превышать 1 атм; в данном случае разница в 1 атм достигается при негерметичности проходным сечением 0,41 мм², и при такой негерметичности камеры сгорания различия в величинах впадин на осциллограмме давления во впускном коллекторе при прокрутке ДВС стартером с закрытой дроссельной заслонкой составляет 7,1% (по сравнению с исправным цилиндром). Разница компрессии в 2 атм достигается при негерметичности проходным сечением 0,79 мм², и величина впадины на 8,5% отличается от величины впадины соответствующего исправному цилиндру.

Таким образом, для двигателя ВАЗ-2111 неисправным можно считать ДВС, у которого различие в величинах впадин на осциллограмме давления во впускном коллекторе при прокрутке ДВС стартером с закрытой дроссельной заслонкой составляет более 7÷8%. При такой разнице рекомендуется проводить углубленную диагностику (проверка компрессии, плотности и т.д.).

3. Исследование влияния нарушения герметичности камеры сгорания на давление во впускном коллекторе ДВС при работе на холостом ходу

Проводилась регистрация осциллограмм давления во впускном коллекторе при работе двигателя на холостом ходу с различной величиной негерметичности камеры сгорания первого цилиндра (с отверстиями различного диаметра, см. рис. 3, поз. 6). Результаты исследования приведены в таблице 2 и на рисунке 6.

Таблица 2

Площадь проходного сечения отверстия (см. рис. 3, поз. 6), мм ²	Величина впадины на осциллограмме давления во впускном коллекторе, соответствующая первому цилиндру, в процентах от наилучшего цилиндра
0,00	98,43
0,39	88,83
0,79	91,14
0,98	86,08
1,27	89,98

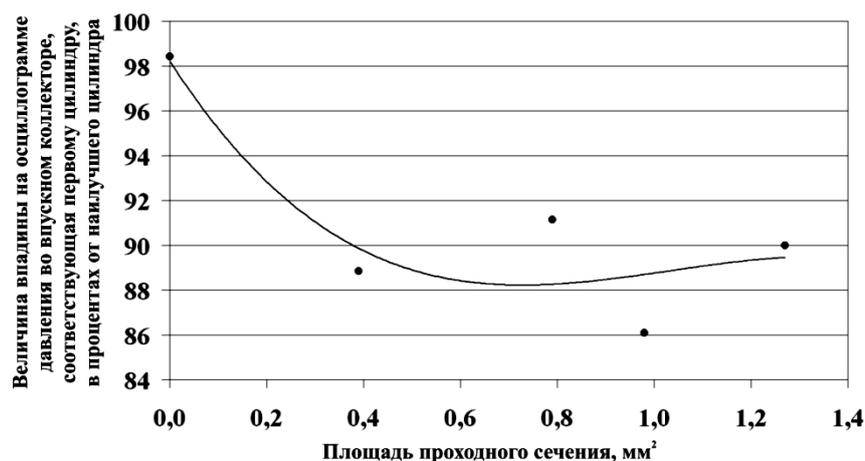


Рис. 6. Изменение величины впадины на осциллограмме давления во впускном коллекторе, соответствующей первому цилиндру (в процентах от наилучшего цилиндра) при увеличении негерметичности камеры сгорания в первом цилиндре

При увеличении негерметичности камеры сгорания первого цилиндра до проходного сечения 0,39 мм² величина впадины уменьшается; при дальнейшем увеличении негерметичности камеры сгорания осциллограмма давления во впускном коллекторе практически не изменяется.

С учетом представленных выше результатов исследований, а также данных в таблице 2 и на рисунке 6 можно заключить, что для двигателя ВАЗ-2111 неисправным можно считать ДВС, у которого различие в величинах впадин на осциллограмме давления во впускном коллекторе при работе ДВС на холостом ходу составляет более 7÷8% (компрессия отличается более чем на 1 атм относительно исправного цилиндра). При такой разнице рекомендуется проводить углубленную диагностику.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить следующее:

уменьшение разрежения во впускном коллекторе на 0,1 атм является предельным для исправного состояния ДВС;

неисправным можно считать ДВС, у которого различие в величинах впадин на осциллограмме давления во впускном коллекторе при прокрутке ДВС стартером с закрытой дроссельной заслонкой и при работе ДВС на холостом ходу составляет более 7÷8% (при такой разнице рекомендуется проводить углубленную диагностику).

НЕОБХОДИМОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ЕГО ИССЛЕДОВАНИИ

Ветлужских С. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетика и транспорта)

Автомобиль (от греч. *autos* – сам и лат. *mobilis* – подвижный, легко двигающийся) – транспортная безрельсовая машина на колесном или полугусеничном ходу, приводимая в движение собственным двигателем. [1]

История развития автомобилестроения насчитывает более 200 лет и в настоящее время в зависимости от назначения автомобиля их принято разделять на:

автомобили общего назначения;

автомобили специального назначения;

автомобили специализированного назначения.

Несмотря на большое разнообразие выпускаемых автомобилей, конструктивно все они представляют сложные системы, состоящие из набора следующих элементов:

агрегаты;

системы;

узлы;

механизмы;

детали.

При этом количество перечисленных элементов в зависимости от конструкции автомобиля по данным [2] достигает:

агрегаты, системы – 15-20 единиц;

узлы, механизмы – 70-90 единиц;

детали – 15-25 тысяч единиц.

Современное представление конструкции автомобиля описывается несколькими вариантами структурных схем (моделей). Например, общепринятая структурная модель автомобиля, встречающаяся в работах В. К. Вахламова [3], Е. Я. Тура с соавторами [4], Ю. М. Рудникова с соавторами [5] и Г. А. Гаспарянца [6], представлена на рис. 1.

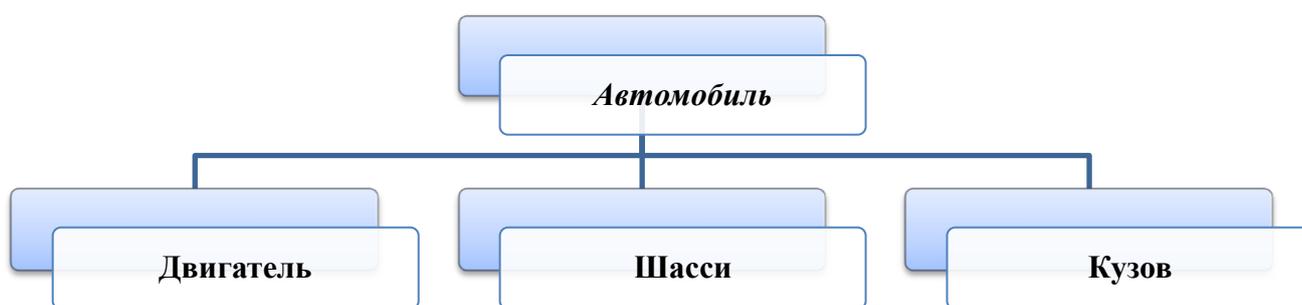


Рисунок 3 - Общепринятая структурная модель автомобиля [3] – [6]

Отличия в представленной модели у авторов наблюдаются в дальнейшей стратификации подсистемы шасси. Так В. К. Вахламов и Е. Я. Тур к ней относят трансмиссию, несущую систему, переднюю и заднюю подвески, рулевое управление, тормозные системы, колеса и мосты, а Ю. М. Рудников и Г. А. Гаспарянц – трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления.

А. М. Иванов с соавторами [7] выделяют семь основных подсистем автомобиля представленных на рис. 2.

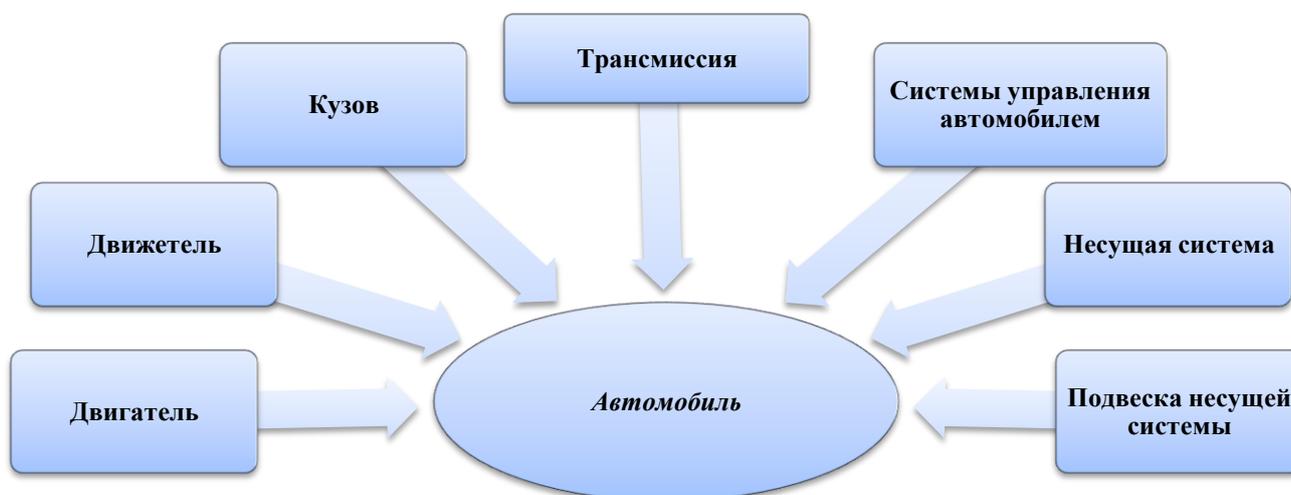


Рисунок 4 - Основные структурные подсистемы автомобиля [7]

Ю. Г. Котиков и В. Н. Ложкин [8] выделяют семь подсистем:

двигатель;

трансмиссию;

ходовую часть;

механизмы управления;

кузов;

электрооборудование;

спецоборудование.

При этом авторы предлагают объединять двигатель и трансмиссию в силовой привод, а также трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления в шасси.

Н. Я. Яхьяев и А. В. Кораблин [9] предлагают структурную модель автомобиля, представленную на рис. 3.

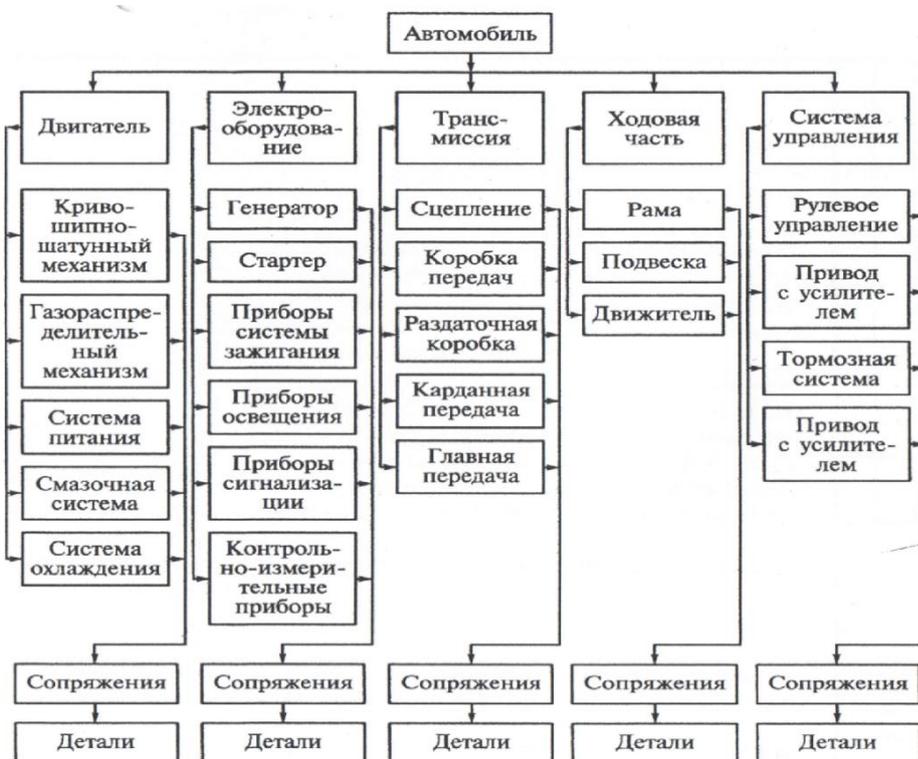


Рисунок 5 – Структурная модель автомобиля [9]

Нормативно-правовые документы регламентирующие процедуру проведения государственного технического осмотра автотранспортных средств (АТС) [10, 11] выделяют следующие семь конструктивных элементов автомобиля, требующие особого внимания при допуске транспортного средства к эксплуатации:

двигатель и его системы;

тормозные системы;

рулевое управление;

внешние световые приборы;

стеклоочистители и стеклоомыватели;

шины и колеса;

прочие элементы конструкции;

Ранее автором также были предложены два варианта структурно-функциональных схем автомобиля представленных в работах [12, 13] с разделением на девять и шесть подсистем представленных на рис. 4 и 5 соответственно.

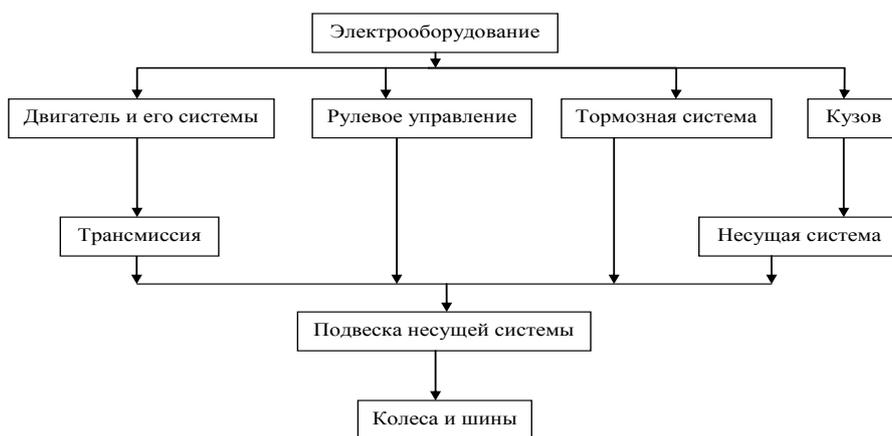


Рисунок 6 – Структурно-функциональных схем автомобиля вариант 2009 г. [12]

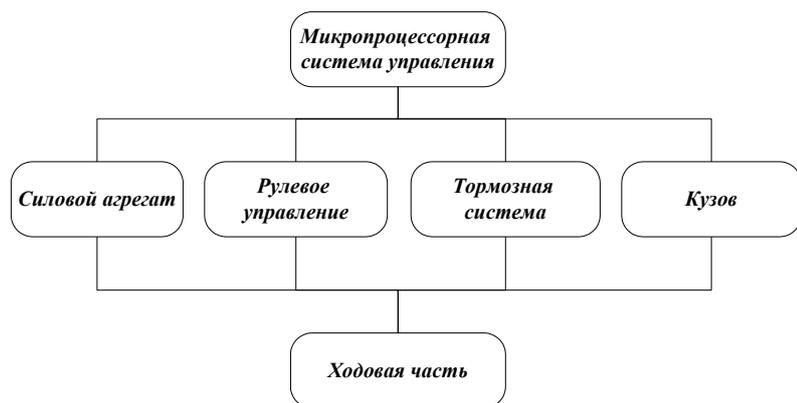


Рисунок 7 – Структурно-функциональных схем автомобиля вариант 2011 г. [13]

На основании проведенного обзора можно сделать следующие выводы:

Несмотря на общий единый подход к изучению конструкции автомобиля и его элементов существует множество разных вариантов структурных схем АТС, которые, как правило, сводятся к описанию взаимосвязи агрегатов и систем автомобиля при этом, не учитывая их дальнейшее деление на узлы и механизмы, а тем более на детали.

Некоторые варианты моделей не учитывают современный уровень развития конструкции автомобилей, в результате может образоваться неправильная интерпретация его устройства, которая приводит к ошибочной установке причинно-следственных связей между структурными элементами АТС и выводам, основанных на этих связях.

Таким образом, для качественного исследования автомобиля необходимо разрабатывать его структурную модель, не только учитывающую деление на узлы и механизмы, а по возможности и на детали, но и отвечающую современному уровню развития АТС.

Реализация проектируемой структурной модели автомобиля позволит решать следующие задачи:

структурированное изучение конструкции автомобиля и его элементов;

установка причинно-следственных связей между его структурными элементами модели (построение функциональной модели);

оценка надежности автомобиля с большей точностью, так как структурная модель позволит разделять производственные и эксплуатационные причины отказов и неисправностей;

мультимедийное имитационное моделирование процесса эксплуатации автомобиля.

Литература

Политехнический словарь / Редкол.: А. Ю. Ишлинский (гл. ред.) и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 656 с. с ил.

Российская автомобильная энциклопедия. Т. 3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств : справ. и науч.-практ. пособие для специалистов отрасли "Автомобильный транспорт", студентов и науч. сотрудников профильных учеб. заведений, НИИ. – М. : РБООИП "Просвещение", 2001. – 456 с.

Вахламов В. К. Техника автомобильного транспорта: Подвижной состав и эксплуатационные свойства: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.

Тур Е. Я. и др. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. Я. Тур, К. Б. Серебряков, Л. Я. Жолобов. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил.

Рудников Ю. М. и др. Автомобиль категории D: Учебник водителя. Учебник для проф. подготовки рабочих на производстве / Ю. М. Рудников, Ю. Л. Засорин, В. М. Дагович. – М. : Транспорт, 1986. – 319 с., ил., табл.

Гаспарянц Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля: Учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение». – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с., ил.

Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.: ил.

Котиков Ю. Г. Транспортная энергетика : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Г. Котиков, В. Н. Ложкин ; под ред. Ю. Г. Котикова. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

Яхьяев Н. Я. Основы теории надежности и диагностика : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 256 с.

ГОСТ Р 51709 – 2001.– Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.

Постановление Правительства Российской Федерации №1008 от 05.12.2012 г. «Правила проведения технического осмотра транспортных средств». // Приложение к журналу «Автотранспортное предприятие» №2, февраль 2012 г.

Ветлужских С. Ю. Расчетная оценка надежности транспортных средств при выборе их оптимального состава / С. Ю. Ветлужских, В. С. Малышев // Наука и образование-2009 : материалы междунар. науч.-техн. конф. (1-9 апреля 2009 г.) [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст дан. (181 Мб) Мурманск : МГТУ, 2009. – (НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0320900170. – С. 850-854.

Ветлужских С. Ю. Алгоритм оценки надежности транспортных средств / С. Ю. Ветлужских, В. С. Малышев // Наука и образование-2011 : материалы междунар. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс] / ФГОУВПО «МГТУ». Электрон. текст дан. (30 Мб) Мурманск : МГТУ, 2011. – (НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321100504. – С. 991-998.

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Милякова Л. В. (г. Мурманск, кафедра экономики и управления Мурманский гуманитарный институт) Смирнова Н. В. (г. Мурманск, кафедра менеджмента, коммерции, маркетинга и рекламы Мурманский государственный технический университет)

Аннотация:

Существует ряд факторов, которые сдерживают развитие транспортной логистики в Мурманской области

Abstract. There is a number of factors which constrain development of transport logistics in Murmansk region

Анализ статистических данных показывает, что за последние 3-5 лет в Мурманской области и странах БЕАР сложилась сеть горизонтальных связей и контактов, обеспечивающая взаимодействие между отдельными организациями, региональными правительственными структурами, представителями органов местного самоуправления и негосударственными организациями, и способствующая дальнейшему развитию международных отношений. Сотрудничество в данной области является важнейшим фактором активизации экономического развития, а использование преимуществ трансграничного положения Мурманской области позволит дать толчок для регионального развития в разных областях деятельности, в том числе и развитии транспортной системы региона.

Значимым элементом системы трансграничного сотрудничества являются компании, осуществляющие пассажирские и грузоперевозки. Однако, существует ряд сдерживающих факторов, влияющих на развитие транспортной логистики в системе сотрудничества стран БЕАР. Выявление факторов, сдерживающих экономическое и социо – культурное взаимодействие, и их постепенное устранение позволят повысить эффективность контактов в области международного сотрудничества.

Выявление и анализ барьеров на пути развития трансграничных логистических операций среди компаний Мурманской области в первую очередь связано с описанием сферы деятельности организаций, осуществляющих трансграничные бизнес-операции, и заинтересованных в развитии горизонтальной логистики на рынке Мурманской области. Проведенное исследование транспортной логистической системы и детальный анализ перевозок, осуществляемых на территории Мурманской области и приграничных территориях, а также анализ полученных данных показал, что наиболее интенсивно трансграничные процессы развиваются с Норвегией, Финляндией и Швецией, что определено спецификой географического положения Мурманской области. Объектом данного исследования стали организации и предприятия – перевозчики, компании, осуществляющие ВЭД, но не имеющие особых условий ведения бизнеса (см. табл. 1).

Таблица 1

Перечень предприятий и организаций, принявших участие в исследовании

№ п/п	Наименование предприятия	Сфера деятельности
1	Ассоциации «Кольский союз перевозчиков»	Транспортно-экспедиторские услуги, пассажирские перевозки
2	Норд Лайн Холдинг	Транспортно-экспедиторские услуги, пассажирские перевозки, хранение, транспортировка, фрахт
3	Компания OOCL (RUSSIA) LTD	Перевозки грузов морским транспортом
4	Союз промышленников и предпринимателей Мурманской области	Координация деятельности руководителей предприятий всех видов собственности в целях повышения экономической эффективности
5	Северная торгово-промышленная палата	
6	ОАО «Ковдорслюда»	Добыча минерального сырья, перевозки
7	Рыбодобывающая компания	Добыча рыбы и морепродуктов, перевозки
8	Компания «Континент»	Услуги таможенного брокера
9	ИП Полянская	Торговля непродовольственными товарами (одежда)
10	Компания автоимперия	Перевозки
11	ЗАО Контрол Юнион	Перевозки
12	Экипаж АКС	Перевозки
13	Vorodin Bus	Пассажирские перевозки
14	ADRcargo	Грузовые перевозки
15	Компания ...	Грузовые перевозки
16	Компания ...	Грузовые перевозки
17	Компания ...	Добыча рыбы и морепродуктов
18	Компания ...	Добыча рыбы и морепродуктов

19	Компания ...	Пассажи́рские и грузо́вые перевозки
20	Компания ...	Пассажи́рские перевозки
21	Компания ...	Пассажи́рские и грузо́вые перевозки

Следует особо отметить, что не все участники опроса готовы открыто обсуждать проблемы, связанные с барьерами грузоперевозок. Ряд представителей компаний открыто рассказывают о проблемах во внешне – экономической деятельности, но просят не указывать названия организации по субъективным причинам. В целом, все без исключения представители компаний – перевозчиков отметили значимость своевременного удовлетворения потребностей заказчиков, требующих гарантированной доставки грузов и в соответствие с заявленным расписанием.

Анализ результатов проведенного исследования показал, что с проблемами, влияющими на развитие бизнес-операций и транспортной логистики сталкиваются практически все представленные выше организации. К наиболее значимым барьерам развития транспортной логистической системы представители компаний – перевозчиков в Мурманской области относят таможенные барьеры, в частности проблемы с декларированием в период перехода на электронные носители и соответственно, связанные с этим процессом бюрократические барьеры и т.д.

Особое внимание представители компаний - перевозчиков уделяют вопросам развития транспортно - логистической системы. Многие руководители компаний отмечают плохое развитие, а фактически отсутствие транспортно-логистических центров в г. Мурманске и Мурманской области.

Еще одной серьезной проблемой, по мнению представителей транспортных компаний, при осуществлении грузоперевозок является плохая оснащенность складов временного хранения современными погрузо-разгрузочными механизмами и долгое оформление прибывших товаров. Ряд представителей компаний перевозчиков отмечают необоснованно завышенные тарифы на складские услуги из-за монополизации рынка складов временного хранения (СВХ).

Несовершенство законодательства РФ и его значительная усложненность в сравнении с европейскими странами в данной сфере деятельности значительно снижает уровень развитие бизнес-процессов транспортной логистической системы на территории Российской Федерации.

Однако необходимо отметить и положительные тенденции в развитии транспортной логистической системы Мурманской области. Одним из серьезных шагов стала консолидация сил компаний, осуществляющих транспортные перевозки, а именно, как один из шагов - создание Ассоциации «Кольского союза перевозчиков», позволяющей решать совместно серьезные проблемы, связанные с грузоперевозками и оказывать компаниям партнерскую помощь.

Развитие бизнес-процессов транспортной логистической системы в Мурманской области является важным звеном в развитии Северо-западного региона. Обобщая вышесказанное, можно выделить ключевые направления действий по повышению эффективности развития бизнес – операций и горизонтальной транспортной логистики:

1) Представляется целесообразным активизировать работу по унификации национальных законодательств государств-участников приграничной торговли, в том числе по обеспечению общих стандартов и условий ведения хозяйственной деятельности в приграничных областях, единых принципов налогообложения, социальных гарантий.

- 2) Кроме экономических вопросов необходимо заниматься созданием условий, способствующих прохождению экспортных и импортных товаров через приграничную территорию РФ, включая содействие обустройству пунктов пропуска через государственную границу, транспортной инфраструктуры, таможенных складов, терминалов и т.д.
- 3) Вступление РФ в ВТО предусматривает упрощение таможенного оформления. Следовательно, нужно использовать накопленный опыт в регионе для создания алгоритма действий для компаний, участвующих в трансграничном сотрудничестве

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗОВ В ПОРТУ МУРМАНСК

Фофанова А. Ю. (г. Мурманск, НОУ ВПО «Мурманский гуманитарный институт», кафедра экономики и управления)

The general scheme of development of the port of Murmansk at realization infringes on interests of a number of the federal ministries and departments, industrial corporations and banks. To realize projects, it is necessary to concentrate efforts of all interested persons and to conduct the uniform policy directed on creation of favorable investment climate for the purpose of research of financial resources.

Strategy of development of the port of Murmansk provides construction of the new pipeline from Western Siberia. In due time the Government of the Russian Federation gave an order of Ministry for the Power Generating Industry of Russia to develop the feasibility study on its construction together with JSC Transneft. The order of the Government is carried out very slowly, and the regional administration works with the oil and gas companies over development of large-scale deposits at the Arctic shelf – Shtokmanovsky gas-condensate and Prirazlomnogo oil.

Development of stocks of Shtokman is capable to make huge impact on development of power and other branches of economy in the Russian regions and, first of all, in Murmansk region, having completely provided her needs for energy carriers. These actions will provide a considerable gain of tax revenues in budgets of all levels, including local, it is a region guarantee of progress, increase of its investment appeal. The social party won't remain unaddressed also. The project will give new possibilities for the population. Including employment rate increase, growth of welfare and social security.

Генеральная схема развития порта Мурманск при реализации затрагивает интересы ряда федеральных министерств и ведомств, промышленных корпораций и банков. Для того чтобы реализовать проекты, необходимо сосредоточить усилия всех заинтересованных лиц и вести единую политику, направленную на создание благоприятного инвестиционного климата с целью изыскания финансовых ресурсов. Еще в январе 2003 г. председателем Правительства РФ Минтрансу, Минэкономразвития, Минфину, Минпрому и ОАО «Российские железные дороги» совместно с заинтересованными организациями поставлена задача определить источники финансирования по развитию порта Мурманск в системе международных транспортных коридоров и СМП. [1, с. 18] В итоге было решено государственное финансирование направить в инфраструктуру, частное – в создание специализированных высокотехнологичных терминалов с техникой, поскольку цель у бизнеса – организация эффективной работы по перевалке требуемых объемов экспортно-импортных грузов и каботаж.

В современной ситуации прохождение наших экспортных грузов через турецкие и датские проливы продолжает ухудшаться, а также велик соблазн у Европы навязать России свои условия, что может проявить важнейшее стратегическое положение порта Мурманск, откуда российская нефть будет свободно поставляться в зарубежные страны.

Стратегия развития порта Мурманск предусматривает строительство нового трубопровода из Западной Сибири. В свое время Правительство РФ дало поручение Минэнерго России совместно с ОАО «Транснефть» разработать технико-экономическое обоснование его строительства. При положительном решении предполагалось обеспечить сдачу пускового комплекса с объемом перевалки нефти 60-70 млн т в год, с дальнейшим увеличением объемов ее транспортировки до проектной – 120 млн т. Ориентировочная стоимость реализации проекта

– около 6 млрд долл. США. Ожидаемые налоговые поступления в федеральный бюджет составили бы около 1,4 млрд долл., в региональные бюджеты – 2,6 млрд, в том числе в бюджет Мурманской области – 700 млн. [1, с. 19]

Поручение Правительства выполняется очень неспешно, и областная администрация работает с нефтяными и газовыми компаниями над освоением крупных месторождений на Арктическом шельфе – Штокмановского газоконденсатного и Приразломного нефтяного.

Штокмановское (Штокманское, Штокман) газоконденсатное месторождение – одно из крупнейших месторождений в мире, было открыто в 1988 г. с борта судна «Профессор Штокман», в связи с чем и получило свое название. Оно расположено в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря в 600 км к северо-востоку от Мурманска. Ближайшая суша от него (около 300 км) – западное побережье архипелага Новая Земля. При обработке Штокмана техническим заданием предусмотрено 4 варианта переработки и транспортировки газа – таблица 1.

Таблица 1

Варианты схем подачи газа со Штокмановского месторождения [6]

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
1. Добыча газ на ШКГМ (млрд м ³)	71	71	94,6	94,6
2. Производство СПГ (млн т)	45	30	45	30
3. Подача для потребления Мурманской области (млрд м ³)	4,7	4,7	4,7	4,7
4. Подача на газопровод Видяево–Волхов (млрд м ³)	-	25,8	27	49,2

Проект предполагается реализовывать на условиях соглашения о разделе продукции (СРП). Из добываемого газа планируется производить сжиженный природный газ (СПГ) на экспорт в США. Завод по производству СПГ и терминал для его экспорта «Газпромом» будет построен в селе Териберка, на Кольском полуострове. Строительство в данном районе достаточно оптимальное: минимальная протяженность морского трубопровода от месторождения до берега, наиболее благоприятный для создания инфраструктуры рельеф прибрежной морской и сухопутной территорий. [5]

Проект разработки Штокмана предусматривает не только промышленное строительство и создание вспомогательных производств, но и развитие социальной сферы: возведение нового жилья, школ и дошкольных учреждений, культурных и спортивных объектов.

С экологической точки зрения производство сжиженного газа в поселке относительно безопасно, так как характер технологических процессов производства СПГ отличается от нефте- и газоперерабатывающих. На данном заводе технологически происходит охлаждение и перевод в жидкое состояние чистого природного газа (без вредных веществ и примесей). Аналогичное производство функционирует в Хаммерфесте. Норвежский завод построен на островах, в водоохранной зоне, более 20 лет назад. Его успешный опыт свидетельствует о том, что данное предприятие в области экологии отвечает всем предъявляемым требованиям.

Российские проектировщики завода СПГ в Териберке выбрали оптимальное место его расположения, не затрагивая село и не превышая нормативных значений шумового воздействия. Там создадут морской трубопровод и портовую систему. Таким образом, будет подготовлена транспортировка, как морская, так и сухопутная. По проекту, морской трубопровод планируется сдать в 2013 г., а портовую систему – в 2014 г.

От Териберки газопровод будет направлен на Волхов по территории Кольского полуострова, не нанося вреда главным областным рекам. Около каждого крупного населенного пункта будут предусмотрены врезки, чтобы перевести часть областных теплоэнергетических предприятий на природный газ, подключить отопление и газ населению. Это приведет к снижению стоимости тепловой энергии, подешевеет газ для потребителей.

Перспективы занятости населения области существенны. На период строительства общая численность работающих во всех сферах составит от 2 до 3 тыс. чел. На заводе СПГ после сдачи его в эксплуатацию будут трудиться примерно 400 чел., а в специализированном морском порту – около 600. «Газпром» планирует только жителям Териберки выделить 200 рабочих мест и обеспечить среднюю заработную плату около 24 тыс. руб. Будут параллельно возводиться 29 жилых домов по 48 квартир в каждом.

Мурманская область заинтересована в налоговых поступлениях, которые удастся получить.

Освоение Штокмана имеет стратегическое значение не только для компании «Газпром», но и для всей нашей страны, поскольку связано с обеспечением таких важнейших задач, как гарантированное газоснабжение регионов на ближайшие 50 лет и выполнением принятых Россией обязательств по поставкам газа в Европу. Уникальность Штокмановского месторождения предопределяет использование передовых технологий XXI века.

В мире действует 31 завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) суммарной производительностью 193,7 млн т в год. До конца 2009 г. планировалось запустить в эксплуатацию еще 22 завода, что позволит довести мировое производство примерно до 323,9 млн т. [5] Аналогичных темпов роста производства энергоносителей нет. Россия, желая занять одно из главных мест среди стран-поставщиков, не может не учитывать общемировые процессы. Реализация Штокмановского проекта поможет существенно упрочить позиции государства на мировом рынке.

Освоение запасов Штокмана способно оказать огромное влияние на развитие энергетики и других отраслей экономики в российских регионах и, прежде всего, в Мурманской области, полностью обеспечив ее потребности в энергоносителях. Данные мероприятия обеспечат значительный прирост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, в том числе местный, это залог успешного развития региона, повышение его инвестиционной привлекательности. Не останется без внимания и социальная сторона. Проект даст новые возможности для населения. В том числе повышение уровня занятости, рост благосостояния и социальной защищенности.

По расчетам департамента экономического развития Мурманской области, завод по производству СПГ практически удвоит промышленное производство области. Если предприятие заработает в 2013 г., то в 2014 г. объем ВРП вырастет больше чем вдвое. При этом налоговые поступления, т. е. доходная база бюджета, увеличатся на 40% и более. Главное – в регионе поднимается нетрадиционная отрасль, приходят передовые технологии, опыт и культура производства, современные формы управления...

Штокман поставит новые технические и технологические вопросы, но успешная его разработка для страны – это открытие дальнейшего освоения ресурсов Арктики. Специалисты «Штокман девелопмент АГ» ведут техническое проектирование и ТЭО проекта. Проводятся семинары и консультирование потенциальных подрядчиков, запущены тендерные комитеты.

Приоритетным направлением работы является обеспечение части российских подрядчиков в реализации первой фазы его освоения. «Штокман девелопмент АГ» объединяет опыт «Газпрома», «Тоталь», «Статойл-гидро». [2, с. 2]

В свою очередь, Приразломное нефтяное месторождение также расположено на шельфе Баренцева моря, лицензией на разведку и добычу углеводородов на нем владеет ЗАО «Севморнефтегаз» – 100-процентное дочернее общество ОАО «Газпром». Извлекаемые запасы нефти – составляют 46,4 млн т, что позволяет достичь годового уровня добычи около 6 млн т. [4]

Освоение месторождения для «Газпрома» является актуальной задачей, так как создаваемая для реализации проекта инфраструктура станет основой последующего освоения углеводородных ресурсов Баренцева и Карского морей.

С учетом возрастающего объема перевалки сырой нефти через порты Мурманской области обсуждается вопрос о необходимости строительства нефтеперерабатывающего завода, который обеспечил бы внутренние потребности области в нефтепродуктах и повысил эффективность их экспорта, что увеличит энергобезопасность региона и удешевит нефтепродукты за счет снижения транспортных расходов. [3]

Ускорение рассмотрения вопросов по созданию уникальной системы с перевалкой грузов через глубоководные заливы Кольского полуострова (реконструкция железнодорожной станции Мурманск и строительство трубопровода из Западной Сибири) наиболее полно учитывает интересы развития региона. Это подтверждают аналитические материалы с оценкой преимуществ данного нефтяного трубопровода с выходом на один из незамерзающих глубоководных заливов Кольского полуострова (Ура-Губа, Териберский, Кильдинский).

Литература

Евдокимов Ю. А. Мурманск как звено транспортной стратегии России // Морские порты России. 2004. № 4.– С. 17-22

Нергарарян П. Наша задача – привлечь сюда инвесторов и предпринимателей // Мурманский вестник 2009. № 195 (4588) – С. 2

Перспективы развития Мурманской области – Кольская энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://kolaenc.gov-murman.ru/future/>

Приразломное нефтяное месторождение. Проекты. Официальный сайт ОАО «Газпром» [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://old.gazprom.ru/articles/article22451.shtml>

Улыбнется «Газпрому» Териберка // Мурманский вестник. 2007. № 150. – С. 2

Экономический анализ грузопотоков углеводородного сырья на Арктическом направлении. Оценка состояния системы базирования (портов) : доклад [Текст] / А. М. Васильев. – Мурманск, 2009. – 12 с.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ Г. МУРМАНСК

Гусев Е. С., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Города возникли и развиваются, обеспечивая эффективное взаимодействие людей в процессах промышленного производства, общественно-политической, научной, учебной, религиозной и иной деятельности, в потреблении культурных и материальных ценностей. Самой общей характеристикой города является численность населения. (таблица 1).

Таблица 1 – Транспортная классификация городов Российской Федерации

Категория городов	Группа	Численность населения тыс. жителей	Число городов (в 2002 г.)	Доля общего числа городов, %
Гиганты	–	Свыше 2000	2	0,18
Крупнейшие	I	1001-2000	11	1,01
	II	5001-1000	20	1,83
Крупные	III	251-500	42	3,84
Большие	IV	101-250	93	8,49
Средние	V	51-100	143	13,06
Малые	–	50 и менее	784	71,59

Каждый город характеризуется градообразующей базой – совокупностью организаций и учреждений, выполняющих функции, общественно необходимые для государства, субъекта Российской Федерации и отдельного региона.

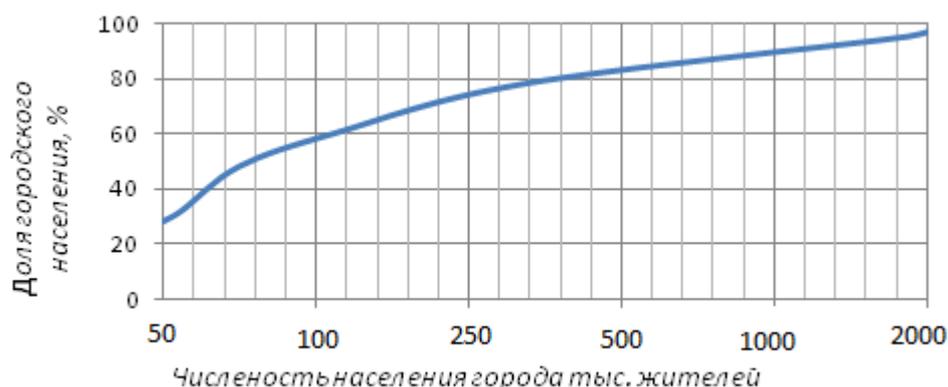


Рисунок 1 – Распределение численности городского населения России

Потребность нормального функционирования градообразующей базы обеспечиваются градообслуживающей базой (городской инфраструктурой) – совокупность отраслей городского

хозяйства и соответствующих организаций, обеспечивающих жизнедеятельность города. Одна из важнейших составляющих градообслуживающей базы – городской транспорт, осуществляющий перевозки пассажиров и грузов для нужд города и в пределах его территории.

Основными видами городского пассажирского транспорта (далее ГПТ) (по массовости осваиваемых перевозок) являются городской автобус, троллейбус, трамвай и метрополитен. При наличии метрополитена им осваивается основная доля внутригородских пассажирских перевозок. В городах, не имеющих метрополитена, ведущим видом ГПТ является автобус. Такое положение сохранится на обозримую перспективу вследствие ряда преимуществ автобуса перед другими видами наземного ГПТ.

Перевозки ГПТ организуются по маршрутам, формируемые на основе улично-дорожной сети (далее УДС) города. В последние выделяют магистральные улицы, составляющие основу планировочной структуры города. Характер планировочной структуры влияет на прямолинейность поездок пассажиров, определяя затраты времени на передвижение и потребность материальных и трудовых ресурсов на перевозки. Различные схемы планировки могут применяться совместно в различных частях города (городского района) в зависимости от сложившейся застройки соответствующих частей городской территории, рельефа местности, расположения объекта массового тяготения пассажиров. Однако всегда можно говорить о преобладании какой-то определенной планировочной схемы в городе или отдельной его части.

Пассажирский маршрут (маршрут) – установленный путь следования транспортного средства при осуществлении перевозок пассажиров. Муниципальный маршрут пассажирского транспорта – маршрут, организованный для перевозок в порядке предъявления государственного муниципального заказа (ГМЗ). Рейсы на маршрутах совершаются по расписанию движения.

Городские автобусные, троллейбусные и трамвайные маршруты организуются в административных границах города в соответствии с планами развития маршрутной сети (далее МС), разрабатываемыми транспортным органом городской администрации на пятилетку с разбивкой по годам. Пригородные автобусные маршруты организуются в пределах пригородной зоны (формальным ограничением является удаление таких маршрутов на расстояние до 50 км от города, однако в настоящих эксплуатационных условиях данный критерий не удовлетворяет реальным потребностям пассажиров и возможностям транспортной системы).

Маршрутную схему пересматривают в двух случаях:

1. При текущих локальных изменениях, вызванных появлением в городе новых жилых массивов, промышленных организаций, перевозчиков ГПТ, новых станций метрополитена, или другого скоростного ГПТ, новых стадионов, театров, торговых и культурно-развлекательных комплексов и пр.;
2. При периодическом коренном рассмотрении МС, проводимом, каждые 5-10 лет.

Периодический пересмотр необходим ввиду накапливающихся в МС неточностей, вызванных многочисленными текущими изменениями расселения жителей, расположения мест приложения труда и характера пассажиропотоков. Для городов с населением 250 тыс. жителей и более ввод новых маршрутов, и пересмотр МС осуществляется с соответствие с комплексной транспортной схемой города. При пересмотре МС городского автобуса учитывается МС и сферы участия в пассажирских перевозках городского наземного электрического транспорта (далее ГНЭТ), имеющего достаточно дорогостоящие постоянные путевые устройства (контактно-кабельную сеть, рельсовые пути). Поэтому троллейбусные, и особенно трамвайные маршруты, следует организовать по направлениям достаточно устойчивых и ин-

тенсивных пассажиропотоков, в основном вдоль крупных магистралей общегородского значения.

Текущие изменения МС обеспечиваются: продлением (укорочением) действующего маршрута от одного или от обоих конечных пунктов; изменением трассы маршрута в его средней части; назначением новых маршрутов ТПТ, в том числе экспрессных автобусных маршрутов, передачей маршрутов для эксплуатации другому виду ГПТ; пересмотром группы маршрутов, обслуживающих часть городской территории (куст маршрутов).

Продление действующего маршрута целесообразно при следующих условиях:

неподалеку от конечного пункта маршрута возник новый объект тяготения пассажиров (далее ОТП) – жилой массив, завод, культурно-развлекательный комплекс и т. п.;

новый участок маршрута будет расположен приблизительно на продолжении линии существующей трассы маршрута (в противном случае возрастает коэффициент непрямолинейности трассы маршрута, численно равный отношению длины маршрута к длине отрезка прямой, соединяющие его конечные пункты);

существующий маршрут при его продлении обеспечит транспортные корреспонденции, характерные для пассажиров нового ОТП.

Изменение трассы маршрута в его средней части целесообразно при следующих условиях:

неподалеку от рассматриваемого промежутка участка маршрута возник новый ОТП;

организация отдельного маршрута для обслуживания возникшего ОТП нецелесообразна или не осуществима ввиду отсутствия необходимых ресурсов (подвижного состава, водителей);

дополнительный заезд к возникшему ОТП не вызывает значительного повышения коэффициента непрямолинейности трассы маршрута;

Существующий маршрут обеспечивает транспортные корреспонденции рассматриваемого ОТП.

Назначение нового маршрута целесообразно в случае локальных изменений и при неэффективности рассмотренных способов, когда назначаемый маршрут вводят в порядке развития транспортной системы города либо взамен маршрута иного развития транспортной системы города либо взамен маршрута иного вида ГПТ, при необходимости соединения изолированно расположенного ОТП со станцией метрополитена (другого скоростного вида транспорта).

На вновь организованном маршруте должны выполняться требования:

максимально допустимой возможности подвижного состава пассажирами по ГОСТ 27815-88 Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции;

использования провозной возможности подвижного состава по длине и направлениям маршрута;

соблюдения максимально допустимого интервала движения на маршруте (в малых городах 20 мин, в остальных городах – не свыше 15 мин);

назначение длины маршрута не менее 1,5 км.

Передачу маршрута для эксплуатации другому виду ГПТ санкционируют при устойчивых пассажиропотоках на основании решения транспортного органа городской администрации. Освободившийся при этом подвижной состав используется для организации новых маршрутов или для усиления движения на действующих маршрутах. При передаче маршрутов другому виду ГПТ следует обязательно корректировать план по объему услуг и доходам соответствующих перевозчиков, если это не было заранее учтено при составлении данного плана.

Пересмотр группы маршрутов, обслуживающих определенную часть городской территории, целесообразен:

в случае ввода в действие новых станций метрополитена, других видов скоростного ГПТ, новых магистралей, мостов, путепроводов и других искусственных сооружений, принципиально меняющих рациональные направления транспортных потоков в рассматриваемой части города;

при относительной изолированности соответствующей части городской территории от остальной застройки, что позволяет условно рассматривать эту часть города, как самостоятельный населенный пункт и пересматривать МС данного района.

Рассматривая МС г. Мурманск и учитывая выше сказанное, можно прийти к выводам, что основным видом ГПТ является городские автобусы и троллейбусы.

При разработке маршрутов для троллейбусов необходимо учитывать основной пассажиропоток населения в городе, так как рационально пускать линии в местах большого скопления пассажиров, так же необходимо помнить, что прокладка маршрута для троллейбусов достаточно дорогостоящая процедура и не везде она применима. Поэтому изменять или разрабатывать пути оптимизации МС проще и выгодней с автобусами малого, среднего и большого класса

Изменение МС возможно, либо введение новых маршрутов, либо пересмотр существующих.

За последние десять лет в Мурманске появилась множество торговых центров, культурно-развлекательных комплексов и т.п., а пути следования городского транспорта не менялись, что говорит о недостаточно высоком уровне качества предоставляемых услуг.

Главная особенность любого большого города, а в нашем случае это еще и областной центр, заключается в том, что на дорогах города присутствует большое количество ТС личного пользования и коммерческих автомобилей, которые затрудняют движения ГПТ, а в ряде случаев сам ГПТ создает заторы на дорогах в связи с особенностью маршрута. Не совершенство МС вызывает увеличения количества ТС личного пользования на дорогах города, так как транспортная инфраструктура не отвечает основным показателям качества предоставляемых услуг.

Изменение дороги с предоставлением полосы движения для ГПТ не всегда решает проблему движения – в некоторых случаях проявляется обратный эффект. Кроме того, необходимо иметь ввиду, что реконструкция дороги всегда обходится гораздо дороже, чем изменения маршрута.

К примеру, автобус маршрут № 1, на пересечение улицы Пономарева и Кольского проспекта создает затруднение движения на данном участке, так как установлен знак движение только прямо. Для решения данной проблемы возможно продление маршрута в средней части до первого разворота на Кольском проспекте, где дальнейшее движение будет в обратном направлении, и автобус будет возвращаться на улицу Пономарева, но уже поворачивая, направо не создавая затруднений на данном участке дороги.

Также возможно продление маршрута № 5 в средней части на пересечение улицы на пересечение улица Чумбарова-Лучинского и проспекта Героев Североморцев, исключить поворот налево, а продлить до улицы Гаджиева (конечная троллейбусов маршрута № 3) и с данной остановки возвращаться обратно к остановке ресторан встреч, также поворачивая направо без создания затруднений в движении на перекрестке.

Маршрутная сеть города Мурманска не изменялась многие годы, естественно назрела необходимость в ее модернизации. При ее проведении следует учитывать следующие условия:

появление новых ОТП требует производить продление маршрута или изменять трассу маршрута в средней части;

изменение промышленной инфраструктуры города (исчезновение или существенное уменьшение численности основных градообразующих предприятий).

необходимость создания новых маршрутов позволяющих соединять не только центр города и ОТП, но и его окраины с ОТП, повышая одновременно при этом качество предоставляемых услуг;

изменение существующих маршрутов необходимо проводить опираясь на зарубежный опыт, который предусматривает, в частности, снижение количества поворотов налево через полосу встречного движения;

добавление остановок в местах ОТП и исключение невостребованных остановок;

проводить исследования не только пассажиропотоков, но и транспортных потоков и на основании полученных данных корректировать МС.

Литература

Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. – М.: ИКЦ «Академия», 2004. – 413 с.: ил.

Овечников Е.В., Фишельсон М.С. Городской транспорт: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1976. – 352 с.

ГОСТ 27815-88. Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции – М.: Изд-во стандартов, 1988

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

К ВОПРОСУ О ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Анисимов А.Н. – (МГТУ, кафедра управления судном и промысловства);

Анисимов А.А. – (инженер-судоводитель).

Аннотация. Рассматривается система безопасности мореплавания, как совокупность трех элементов: море, человек и судно. От внешнего воздействия на элемент и изменения его состояния, другие элементы также должны измениться с тем, чтобы система была в равновесии но в другом состоянии, что определяет фазовый переход системы.

Abstract This system is considered the safety of navigation, as a combination of three elements: the sea people and the ship. From external influence on element and change its status, other elements also must change to the system was in equilibrium but in the other State that determines the phase transition of the system.

Авторами рассматривается система человек-судно-море, как система, функционирование которой, при условии «равенства» в ней элементов, обеспечивает условия соблюдения и заданный уровень безопасности мореплавания. Установлено, что фазовое равновесие (состояние) данной системы, а равно и соблюдение безопасного мореплавания, обеспечивается поддержанием входящих в нее элементов уровню стандартных требований международных и национальных норм и правил. Нарушение и невыполнение требований Резолюций, Кодексов и др. национальных норм и правил неизбежно приводит к несоответствиям в установившихся связях, как в самих элементах, так и к нарушению баланса этих связей между элементами в системе. С другой стороны, изменение состояние внешней среды также может приводить к изменению состояния элементов системы. Поэтому требования к обеспечению безопасности мореплавания судна в тумане, ночью, в шторм, в осенне-зимний период, при ледовом плавании и пр. ужесточаются и устанавливаются исходя из преобладающих тех или иных условий.

Стабильное состояние системы может быть нарушено под влиянием внешних условий, допустим при качественном изменении и переходе в системе элемента «море» в другое агрегатное состояние. Принято, что нормальное состояние окружающей среды, это жидкая среда (жидкость), находящаяся в состоянии относительного покоя, при условиях, когда, допустим, могут проводиться ходовые испытания судна. Известно, что для их проведения, снятия и определения достоверных параметров, определяющих мореходные качества судна, необходимо соблюдение определенных условий по гидрометеорологическим факторам, т.е., чтобы ветер, волнение и др. не превышали установленных правилами Регистра параметров. Однако, с изменением и переходом летнего сезона на осенне-зимний период, жидкая среда – море, переходит в качественно другое твердое состояние – лед, в замерзающих морях.

Соответственно, это другое фазовое состояние водной среды требует от остальных элементов системы – «человек» и «судно» также изменений, с тем, чтобы привести систему в равновесие и безопасность мореплавания обеспечивалась бы на заданном уровне.

Так, от элемента «судно» она требует конструктивных изменений и усиления корпуса, надежной работы приводов, механизмов, устройств, дополнительного оборудования и пр., что должно быть выполнено на стадии проектирования и постройки судна. Известно, что суда ледового плавания имеют разный ледовый класс, подтверждающий плавание судна в тех или иных льдах по сплоченности, толщине, в сплошном поле, битом льду, в канале за ледоколом,

в припае и пр. Отсюда вытекает, что и маневренные качества судов с разным ледовым классом должны удовлетворять различным условиям ледового плавания.

Маневренные элементы, полученные в условиях спокойного моря не будут отвечать требования безопасности мореплавания в ледовых условиях, или скажем так, в условиях ледового плавания должны быть свои маневренные элементы. Имеемые стандарты маневренных качеств судна полученные на чистой воде не могут быть перенесены на условия ледового плавания судна. В силу того, что среда плавания изменила свое состояние, то для обеспечения безопасного мореплавания возникает необходимость иметь ледовые стандарты маневренных качеств судна. К сожалению, сегодня мы повсеместно наблюдаем попытку втиснуть стандарты маневренных качеств судна на чистой воде в условия ледового плавания, обсчитать, получить результаты и пытаться реализовать их на практике. Но, это невозможно сделать или не правильно по одной простой причине: движение судна по поверхности воды под воздействием на него внешних возмущающих факторов описывается известными общепринятыми параметрами, изменение которых и определяет тот или иной вид движения. Применительно к плаванию судна во льдах и по изменению параметров, движение судна наблюдается как не установившееся, за исключением некоторых случаев, как, например, движения за ледоколом в поджатом канале. При таком не установившемся виде движения судна говорить о поворотливости и руководствоваться элементами циркуляции не совсем корректно. Можно допустить идеальные условия, когда ледовое плавание осуществляется в однородном сплошном поле одинаковой толщины. Однако элементы циркуляции, полученные по аналогии как на чистой воде, не будут отражать и приближенно те «элементы», которые будет иметь судно в реальных ледовых условиях. С некоторым оптимизмом можно говорить об управляемости с позиции устойчивости судна на курсе. Как нам представляется, более корректно плавание судна во льдах может быть описано рыскливостью, качеством, которое находится между двумя антагонистическими качествами управляемости судна – устойчивостью на курсе и поворотливостью. Ледовая эксплуатационная управляемость, назовем ее так, может быть представлена графически, и будет отражать изменение некоторых параметров, описывающих движение судна в той или иной ледовой обстановке, в зависимости от перекладки руля. Действительно, если ледовое плавание судов сводится к основным трем режимам движения, как:

- на переменных курсах в обход больших сплоченных или отдельных крупных ледовых образований (поля айсбергов);
- плавание генеральным курсом в зоне дрейфующего льда;
- форсированный режим по преодолению тяжелых сплоченных льдов и плавание в припае, то именно ледовая эксплуатационная управляемость может присутствовать в каждом и характеризовать тот или иной режим движения.

Элемент «человек» в системе человек-судно-море должен мгновенно адаптироваться к новому состоянию окружающей среды и к новым ледовым условиям плавания, например. Время адаптации напрямую связано с уровнем подготовки и опыта моряка. Теоретическая и практическая подготовка в учебных заведениях должны охватывать условия ледового плавания, характеристики льдов, теорию и методы управления во льдах и пр. Сегодня, к сожалению, мы имеем стандартно подготовленного специалиста в свете требований МК ПДНВ-78\95 для плавания в стандартных спокойных условиях водной среды на стандартном, с требованиями ИМО по маневренным качествам, судне. Недостаток или вообще отсутствие ледовых маневренных качеств судна компенсируются капитаном, и слава Богу, если это «не стандартно» подготовленный специалист, а думающий, мыслящий имеющий школу ледового плавания и практический опыт работы. Но, если на мостике «стандартного» судна «стандартный» специалист, то вероятно и управлять он будет «стандартными» приемами и методами, которым его обучили в стандартной водной среде. Результаты можно не

прогнозировать, они достаточно освещаются в СМИ, пример, ситуации ледового плавания судов прошлой зимой на Балтике и др.

Опыт лоцманской ледовой проводки судов Белым морем и при заходах в порты подтверждает, что сегодня на мостике идет смена поколений моряков. Новая система подготовки моряков направлена на заучивание тех или иных норм, положений и пр., а не на понимание физики процессов. Поэтому на мостике сегодня встречаешь моряков не мыслящих и понимающих, а исполняющих. При самостоятельном ледовом плавании и в караване за ледоколом при условии соответствия параметров ледового класса судна условиям ледового плавания. большую долю в обеспечении безопасности имеет организационная сторона. Прежде всего в этой организационной составляющей важное место занимает метод и схема управления главным двигателем (ГД) - процедура. Известно, что современные суда практически все имеют систему ДАУ – дистанционного автоматического управления ГД. При наличии винта регулируемого шага (ВРШ) ДАУ завязана разными режимами непосредственно на частоту вращения ГД и разворот лопастей посредством МИШ (механизм изменения шага гребного винта). При ледовом плавании не все имеемые режимы управления ГД и ВРШ посредством ДАУ приемлемы в обеспечении безопасности мореплавания, например, в караване. Имеются факты навалов судов, когда впереди идущее в караване судно застревает, а сзади – не успевает затормозить в силу разных причин и пр. Одна из основных причин, это инерционность системы ДАУ, поскольку это электро-пневно-электро-механическая система. Эта инерционность ДАУ и создает предпосылки аварийных ситуаций при плавании в караване, поскольку ДАУ не успевает отработать ВРШ на полный задний ход, например, за время, за которое бы можно отработать в режиме машинный телеграф (МТ). Когда спрашиваешь капитана, почему он использует именно «комбинированный» не совсем подходящий режим управления ГД, то ответ один, так принято в компании. Действительно, компания на острове Кипр в лице менеджера молодой дамы больше понимает в ледовом плавании нежели капитан поэтому и указания идут примерно такие – «...ни в коем случае во льду не работать на задний ход винтом...» и др. Капитан умоляет лоцмана не давать задний ход ГД, т.к. его заменят в первом порту захода как не выполнившего предписания судовладельца. Или другая ситуация на вопрос капитану почему он во льдах не включает вторую помпу на рулевой машине, ответ прост, работающая сломается, останется в рабочем состоянии другая. Объяснения что вероятность поломки одной работающей помпы при плавании во льдах больше, чем двух работающих помп, не убеждают, т.е. так принято в компании. Сегодня мы наблюдаем двойной подход в понятии безопасность мореплавания. С одной стороны люди непосредственно участвующие и находящиеся на судна, с другой стороны люди также участвующие в обеспечении безопасности но находящиеся на берегу в комфортных условиях. Не понимание друг друга, на наш взгляд, по простой причине, у одних безопасность «бумажная», у других – реальная и страшная. Гибель ПБП «Кольская» подтверждает это. В ледовом паспорте судна также присутствует общая литературная установка на соблюдение в основном скоростных режимов при плавании в караване, процедуры, как таковой по организации ледового плавания нет.

Не менее важное значение в ледовом плавании имеет метод определения сплоченности льда. Не смотря на современные навигационные средства и оборудование, метод определения сплоченности льда остается старый – метод визуального сравнения. Сравнивая сплоченность льда визуально на дистанции 1-1,5 мл через промежутки времени, мы можем спрогнозировать сплоченность льда по направлению генерального движения судна. Этот прогноз мы можем сформировать в светлое время суток, а как быть ночью, в плохую погоду при снеге, тумане и др. Можно сказать, что сегодня элемент «человек» в системе человек-судно-море занимает одно из важных позиций в обеспечении безопасности, как элемент связующий,

управляющий, прогнозирующий, выбирающий, принимающий решение и реализующий их с учетом фазового состояния элементов системы и самой системы.

Внутренние изменения элемента «человек» могут приводить к пренебрежению в вопросах обеспечения безопасности мореплавания, норм и правил. Так, например, переход человека из состояния бодрствования в состояние сна, может привести к столкновению или посадке судна на мель в стесненных водах. Изменение (элемент «море») состояния внешней среды - ясная погода, в состояние - густой туман, может изменить внутреннее состояние человека. Состояние уверенного в управлении судном человека переходит в состояние не уверенного, в силу различных причин, например, незнание норм и правил плавания при ограниченной видимости, отсутствие опыта. Состояние неуверенности в своих способностях и запоздалый вызов на мостик капитан также может привести к столкновению или посадке на мель в стесненных водах. Вышеотмеченное изменение элементов системы приведет к изменению элемента «судно» из состояния эксплуатационного в состояние аварийное и фазовому переходу всей системы в другое состояние.

Из вышеотмеченного можно сделать некоторые выводы. Можно говорить о том, что в системе безопасности мореплавания мы имеем фазовые переходы в силу изменения состояния ее элементов. Фазовый переход системы может осуществляться как при внешнем воздействии и при изменении состояния элементов системы, так и при внутреннем изменении состояния элементов системы. Как таковые фазовые переходы системы безопасности мореплавания неизбежны как в рамках эксплуатационных условий, так и в состоянии аварийной ситуации. Задача руководителя компании и капитана судна заключается в том, чтобы определить критические узлы и связи и не допустить перехода эксплуатационных фазовых переходов системы в состояние аварийное

ДИНАМИКА НАВИГАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ В РАМКАХ ТЕОРИИ ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР

Лохов С. С., Меньшиков В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения.)

This article presents alternative estimation method of rising navigational accidental situation during fishing and commercial operating. This method is based on applying of theory of dissipative structures in developing on navigational accident dynamics.

Анализ навигационной аварийности на морском транспорте Российской Федерации за 2008 год показывает, что наиболее распространёнными являются именно навигационные происшествия 66,7% (посадка на грунт 60%, навалы 35%, столкновения 5%) от общего числа аварийных случаев, а на технические происшествия и пожары приходится лишь 26,7% и 6,6% соответственно. Поэтому существенный интерес может представлять описание динамики навигационного происшествия, основанное на элементах теории диссипативных систем (*Пригожин, 1973*).

Пусть в процессе наблюдения за внешней и внутренней средой судоводитель фиксирует своё внимание на конечном множестве текущих опасных и не опасных факторов S_i , определяющих текущую навигационную ситуацию, заданную структурой вида:

$$S = (S_1, \dots, S_i), \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Кроме того, пусть для предупреждения развития не желательной (опасной) навигационной ситуации при целенаправленном изменении состояния судна учету подлежат все ситуационные факторы (1). Разбивая множество факторов в (1) на безопасные и опасные можно составить такое множество факторов $\{S\}$, в котором существуют две не связанные области - область безопасных факторов и область опасных факторов, причем:

$$\{S\} = \{S\}_B \cup \{S\}_0, \quad \text{при} \quad \{S\}_B \cap \{S\}_0 = \emptyset \quad (2)$$

где $\{S\}_B$ – область безопасных факторов, отвечающая представлениям о безопасной навигационной ситуации, а $\{S\}_0$ – область опасных факторов, отвечающая представлениям об аварийной навигационной ситуации.

Любая комбинация ситуационных факторов S из множества $\{S\}$ будет определять текущую навигационную ситуацию, которая складывается вокруг судна и на самом судне. Тогда в силу эволюционного изменения текущей навигационной ситуации, комбинация факторов S может дрейфовать на множестве $\{S\}$. Если дрейф комбинации ситуационных факторов $S(t) \subset \{S\}$ рассматривать как непрерывное траекторное движение этих факторов, то для предупреждения развития аварийной навигационной ситуации, необходимо так управлять состоянием судна, чтобы выполнялось условие:

$$S(t) \subset \{S\}_B \subset \{S\}. \quad (3)$$

Процесс удержания текущей навигационной ситуации на множестве безопасных факторов $\{S\}_B$ следует связывать с наличием в этом множестве точки плотности, которая определяется набором целевых требований. Эти целевые требования, как правило, описываются вектором $Z = (z_1, \dots, z_k)$, при $k = 1, m$, для которого каждая координата вектора z_k связывается с текущим ситуационным фактором $s_i \in S(t)$ так

$$z_i = \psi(s_i), \quad (4)$$

где ψ – функция, определяющая зависимость координаты целевого вектора от фактора, формирующего текущую навигационную ситуацию.

Если в процессе управления состоянием судна принимаются «неработающие решения», то целевые требования и связи (4) не реализуются и допустим не управляемый переход навигационной ситуации по факторной траектории $S(t)$ из множества безопасных ситуационных факторов $\{S\}_B$ на множество опасных ситуационных факторов $\{S\}_0$ и обратно.

Однако гипотеза о непрерывности траекторного движения комбинации факторов $S(t)$ требует отказаться от четкого условия (2), заменить его нечетким аналогом. При нечеткой интерпретации условия (2) допустимо отношение:

$$\{S\}_B \cap \{S\}_0 = \{S\}_K \neq \emptyset \quad (5)$$

где $\{S\}_K$ - множество ситуационных факторов, включающее комбинацию факторов как из множества $\{S\}_B$ так и множества $\{S\}_0$.

В рамках условия (5) описание динамики навигационного происшествия, основанное на элементах теории диссипативных систем, в виде направленной последовательности переходов можно представить в виде графа с циклической структурой вида $G(K,W)$, где K_j – вершины графа при $j = 1, 2, 3$, а W – его ребра (Рис. 1).

Если при выполнении судовых ключевых операций в организационно-технической системе несения вахты действия факторов опасности, создают реальную угрозу навигационной безопасности судна, и такие действия не могут быть сбалансированы управляющими действиями на стадиях профилактики и предупреждения, то возникает не устойчивое (ветвящееся) критическое состояние (Севастьянов, 1971), совпадающее с вершиной графа K_2 .

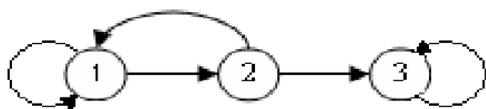


Рис. 1.

Это состояние не устойчиво, поскольку с одной стороны способно при принятии организационно-технических мероприятий вернуться в устойчивое состояние K_1 (критичность без последствий), а с другой стороны, когда принятые меры не адекватны действиям факторов опасности $\{S\}_0$, превратиться в аварийное состояние, совпадающее с вершиной графа K_3 (критичность с последствиями).

Если траекторное движение ситуации $S(t)$ принадлежит множеству $\{S\}_B$, то логичен вопрос о том, что способно ли лицо, принимающее решения (ЛПР) с помощью выбора управлений $u(r) \in U(R)$, где $r \in R$ - ресурсы, затрачиваемые на управление, реализовать поставленную цель управления $Z = (z_1, \dots, z_k)$. В тех случаях, когда траектория дрейфа ситуаций $S(t)$ находится вблизи точки плотности области $\{S\}_B$ ЛПР не нужно осуществлять выбор управления, а достаточно лишь наблюдать за динамикой ситуации при ее дрейфе. Подобное производственное поведение ЛПР характерно для такого планирования, при котором в технологии управления учтены все доминирующие опасности.

Механизм выбора управлений $u(r) \in U(R)$, исключающий возможность индуцированного перехода вида:

$$\begin{matrix} S(t) \\ \{S\}_B \rightarrow \{S\}_0 \end{matrix}$$

и способного реализоваться в процессе эксплуатации судна, определим в рамках структуры, заданной так:

$$\eta = (H, I, W, Z, U, R), \quad (6)$$

где:

- H - элементное множество организационно-технической системы, включающее и «человеческий элемент»;
- I – система действий и отношений, обеспечивающая навигационную безопасность (корпоративная культура управления);
- W – множество процессов (метопроект), идущих в структуре η ;
- Z – множество целей управления;
- U – множество законов управления.
- R – множество ресурсов

Выделим в структуре (6) механизм функционирования в виде пары множеств $M_U = \{Z, U\}$ и механизм предвидения так же в виде пары множеств $M_X = \{Z, W_0\}$. В простейших случаях, когда модели механизма функционирования M_U и механизма предвидения M_X предназначены для управления состоянием судна с учетом прогноза негативных последствий, которые могут возникнуть при этом управления, описание взаимосвязи этих механизмов, можно зафиксировать так:

$$M_X \subset \{(Z, W_0) \subset (Z, U)\} \subset M_U. \quad (7)$$

Тогда возможная структура функционирования механизма выбора M_U , с учетом механизма предвидения M_X , основанная на отношении (7) может быть представлена циклическим и направленным графом $G(P, V)$:

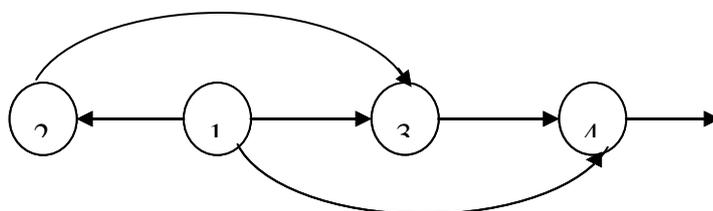


Рис.2.

Вершинами графа $G(P, V)$, отражающим структуру механизма выбора управлений $u(r) \in U(R)$ являются следующие состояния: P_1 - восприятие навигационной информации, P_2 - структурная и параметрическая идентификация модели навигационной ситуации, P_3 - оценка последствий от негативного развития идентифицированной ситуации и P_4 - выбор управления, минимизирующего последствия негативного развития навигационной ситуации. Ребра $v \in V$ графа $G(P, V)$ фиксируют направленные переносы информации, обеспечивающие последовательные переходы в структуре механизма предвидения $G(P, V)$ из состояния в состояние.

Таким образом, движение $S(t) \subset \{S\}_0$ и выход траектории в точку плотности области $\{S\}_0$ возможны, если ЛПП не способно решить задачу структурной идентификации ситуации в целом, или выбранные им управления $u(r) \in U(R)$ не подкреплены ресурсом, или практиче-

ски не реализуемы. В тоже время механизм выбора решений на управление состоянием судна не лишает ЛПР возможности управления аварийной ситуацией, хотя в этом случае должны быть изменены целевые понятия, стоящие за вектором $Z = (z_1, \dots, z_k)$. К таким целевым понятиям следует отнести требование, направленное на минимизацию потерь при достижении траекторией $S(t) \in \{S\}_0$ точки плотности (аварии).

Литература

Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: Мир, 1973. - 175с.

Севастьянов Б. А. Ветвящиеся процессы. – М.: Наука, 1971. – 297 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИЙ НА СУДАХ РЫБОЛОВНОЙ КОМПАНИИ С ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА

Захаров А., В., Пасечников М. А., Меньшиков В. И. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра судовождения)

Характерными факторами современного устойчивого развития любой рыболовной компании в рамках интегральной системы управления компанией (ИСМ) являются безопасная эксплуатация судов, финансовая стабильность и положительная динамика уровня прибыльности и доходности. Кроме того наличие устойчивых источника доходов рыболовной компании; комфортность труда, социальная защищенность, компетентность и обеспеченность персонала, положительное влияние результатов деятельности труда на общественное сознание с точки зрения охраны окружающей среды и потребления энергетических ресурсов; положительная оценка деятельности рыболовной компании обществом, персоналом и партнерами по бизнесу. Таким образом, разработка теоретических основ внедрения и адаптации системы управления безопасностью (СУБ) в структуры ИСМ рыболовных компаний можно считать актуальной задачей, отвечающей современным требованиям, поставленных перед рыбной отраслью Российской Федерации.

Целью исследования является разработка рекомендаций по внедрению и адаптации СУБ в состав ИСМ рыболовных компаний для реализации безопасных и эффективных промысловых операций с учетом рутинизации деятельности персонала, его информированности, а также централизации деятельности в ИСМ компании.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе было необходимо решить следующие основные задачи:

- исследовать существующие ограничения, накладываемые на промысловую операцию правилами рыболовства и оценить их влияние на деятельность ИСМ при использовании на судах с экспертные системы, обеспечивающими безопасное и эффективное изъятие биоресурсов;
- разработать методику планирования промысловой операции в виде логической программы и методику реализации этой операции с помощью экспертной системы, обеспечивающей рекомендации по безопасному и эффективному выполнению промысловых операций;
- разработать методики планирования и реализации эффективной и безопасной промысловой операции с учетом фактора неопределенности, неполной и полной информации капитана для полной централизации управленческой деятельности;
- составить методика контроля состояния промысловой операции по данным экспертной системы и оценить влияние рутинизированного поведение судового персонала и его информированности на безопасность и эффективность выполнения промысловых операций.

Остановимся на решениях поставленных задач, рассматривая содержание работы. Так в первой главе рассматривается возможность создания интегрированной системы менеджмента в рыболовной компании способной на основе организации добычи биоресурсов, выпуска конкурентной рыбной продукции, пользующейся реальным спросом конкретного сектора потребителей обеспечить безопасный и эффективный промысел. Системы управления качеством продукции и безопасностью судов компании, построенные в соответствии с современными требованиями стандартов, является действенной платформой для создания интегрированной системы менеджмента, ориентированной на реализацию стратегии устой-

чивого развития компании. Пластичность и универсальность методологии, вытекающих из требований стандартов качества и безопасности позволяют без особых трудностей на основе соответствующей требованиям к СУБ и СМК привести систему менеджмента рыболовной компании в соответствие с требованиями стандартов ISO 14001 и OHSAS 18001. Необходимость в интеграции и внедрения ИСМ в рыболовной компании обуславливается тем, что стандарты МКУБ, ISO 14001 и OHSAS 18001 имеют общую структуру, основанную на применении универсального алгоритма программно-целевого управления. В рамках данного динамико-стохастического подхода в работе принято, что модель промысловых операций обладает конечным числом состояний, причем математическое описание текущего состояния. Текущее состояние является m -мерным векторным производственным процессом $x_i(t) = [x_1(t), \dots, x_m(t)]^T$, в моменты $t = 0, 1, \dots$ который записывается так

$$x_i(t) = f_i(t-1)^T c_i + w_i(t),$$

где $c_i - n_i$ – мерный вектор, $c = [c_1^T, \dots, c_m^T]^T - n_0$ – мерный вектор, $w_i(t) = [w_{i1}(t), \dots, w_{im}(t)]$ – случайные гауссовские возмущения типа «белого шума», моделирующего шум модели, а $f_i(t)$ – вектор размерностью n_i компоненты которого составлены в виде функций из векторов $x_j(t), \dots, x_j(t - m_1)$. Причем это состояние непосредственно связано с возможным поведением объекта управления (системой «судно – орудие лова») и может служить основанием для поиска допустимых улучшений (инноваций). Причем эти улучшения не должны выводить состояние промысловой операции за установленные границы безопасности при заданной эффективности. Все улучшения не должны выводить состояние системы «судно – орудие лова» за пределы множества $Q_x(t)$, определенного системой неравенств вида:

$$g_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$c^k(s)[y(s) + Y^k(s)g] + d^k(s) \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, m,$$

которое способно выявить то множество параметров g , при которых траектория безопасной и эффективной промысловой операции будет всегда принадлежать всегда множеству $Q_x(t)$ в момент s при любых допустимых улучшениях. В общем случае выделенное множество следует рассматривать как нечеткое, а выбор улучшений осуществлять используя функцию принадлежности, построенную, на пример, на данных международной юридической практики.

Во второй главе исследован алгоритм программно-целевого управления состоянием и выделены его особенности при управлении состоянием промысловых операций на судах рыболовных компаний с разработанной и внедренной интегральной системой менеджмента. исследован алгоритм программно-целевого управления состоянием и выделены его особенности при управлении состоянием промысловых операций на судах рыболовных компаний с разработанной и внедренной интегральной системой менеджмента. При оценке особенностей планирования технологии управления промысловой операцией с учетом возможного ввода улучшений в главе использован статический вариант модели этой операции, в которой существует ограничения и задан критерий вида. Введенное ограничение и конкретизированный критерий безопасности и эффективности промысловой операции позволяют охватить общей записью

$$u \hat{I} U(\xi), \quad \xi \hat{I} \Xi, \quad J(u, \xi).$$

В модели промысловой операции $U(\xi)$ необходимо планировать множество таких управлений u , которые при данном улучшении ξ удовлетворяют текущим и конечным ограничениям. Управление любой промысловой операцией, которую можно представить как «жесткую» логическую программу, должно быть ориентировано на k различных состояний этой операции. При этом интервалы $\Delta_\mu, \mu = 1, 2, \dots, k$, между различными состояниями промысловой операции необходимо трактовать как проекции некоторого k -мерного случайного вектора Исчерпывающее статистическое описание логической программы про-

мысловой операции представлено с помощью совместной функции распределения его компонент в виде

$$F(\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_k) = p(\Delta_1, < \eta_1, \Delta_2, < \eta_2, \dots, \Delta_k, < \eta_k).$$

Для промышленной операции, как непрерывного рабочего процесса случайные величины Δ_{μ} , также можно принять за непрерывные величины, связанную с распределением $F(\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_k)$.

Оценка достоверности контроля промышленной операции в такой постановке необходима, когда промышленная операция не выполняет поставленную задачу при выходе значений параметров за поле допуска хотя бы в одной точке диапазона. При таком подходе к промышленной операции контроль за ее состоянием сводится к задаче оценки достоверности многопараметрического контроля со схемой формирования и оценки результатов такого контроля приведенной на рис. 1.

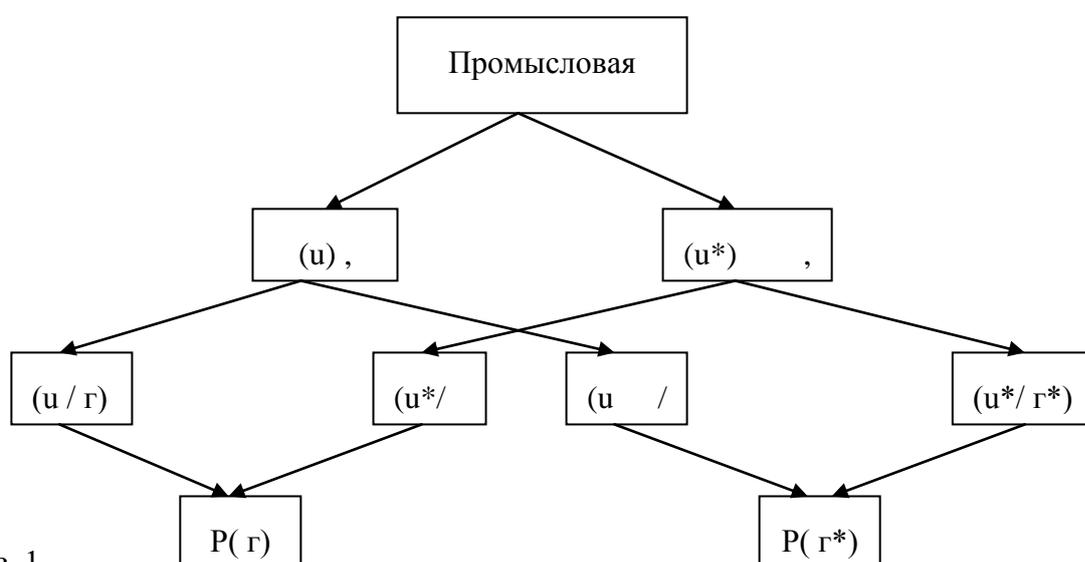


Рис. 1

Если в результате контрольных мероприятий установлено не соответствие между текущим состоянием промышленной операции и плановым состоянием, то принимается решение с последующим его реализацией в управление, которые на самом деле могут быть не работающими или иными словами управлениями, возвращающими вновь к той же проблеме. В результате применения не работающих решений и управлений через некоторое время (это можно показать как задержку) возникают непредвиденные последствия или иными словами классическая ситуация «хотели как лучше, а получилось как всегда и проблема остается» рис. 2.

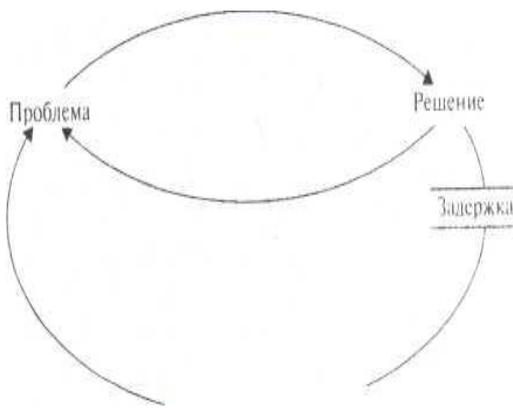


рис. 2. Непредвиденные последствия

Очевидно, что знание и понимание этого эффекта чрезвычайно важно для совершенствования любого вида целевой производственной деятельности, в том числе и совершенствования системы менеджмента на судне.

В третьей главе исследуются влияние рутинизированного поведения и степени информированности персонала компании, а так же достоверность докладов в информационных сетях СУБ и ИСМ в целом, как доминантное свойство системы ИСМ на безопасность и эффективность проведения промысловых.

Выводы о свойствах стабильности и воспроизводимости промысловой операции можно сделать на основе сопоставления индексов устойчивости характеристик, присущих этому процессу. Для этой цели в главе предложен комплексный показатель $Q_{np} = f(Q_{cp}, Q_{cpk})$, который в условных единицах позволяет оценивать персональное поведение любого лица принимающего решение (исполнительного директора или капитана) в зависимости от величины рассеяния и смещения параметров, характеризующих производственный процесс, и определить соответствующий архетип поведения, а так же качественно оценить свойство принимаемого решения. Предложенная методика оценки характер производственного процесса, позволяет идентифицировать присущие этому процессу архетипы управленческого поведения типа «*излишняя регулировка*» и «*неправильная цель вмешательства*». Кроме того, руководствуясь идентифицированным архетипом поведения персонала управляющего звена компании можно исключить из культуры корпоративного менеджмента механизмы принятия не работающих решений. Если рассматривать информированность капитана в качестве основы гармонизации безопасной эксплуатации промыслового судна с одной стороны и эффективности промысловых операций с другой стороны, то можно в рамках интегрированной структуры управления рыболовной компанией и с учетом положений МКУБ выделить организационную подструктуру, которая способна обеспечить такую гармонизацию рис. 3

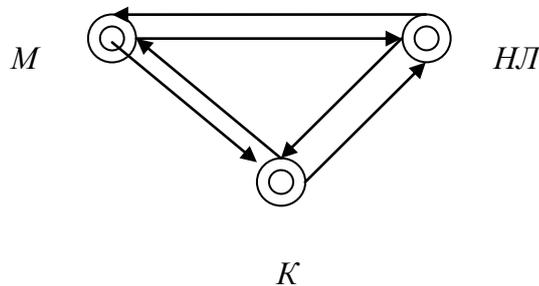


Рис. 3 Графе приняты следующие обозначения: вершины графа – «человеческие элементы», включенные в подструктуру управления, а информационные и управляющие связи между назначенным лицом компании (НЛ), менеджером компании, ответственным за эффективность промысловых операций (М), и капитаном судна (К).

Естественно, что при гармонизации состояний безопасности и эффективности промысловых операций главенствующую роль всегда будет играть капитан судна. Именно поэтому в рамках предложенной организационной подструктуры в главе исследуется достоверность планирования и реализации промысловых операций в зависимости от степени информированности капитана, которая исключает применение не работающих решений с архетипами *«излишняя регулировка»* и *«неправильная цель вмешательства»*.

В результате проведенного исследования Нами были получены следующие новые результаты:

- показано, что организационная самооценка структуры управления рыболовной компанией обеспечивает систематизацию и структурирование менеджмента компании, позволяет выделить возможные улучшения и проследить их динамику, а так же построить самообучающуюся организацию на принципах постоянного совершенствования;
- показано, что существует возможность нечеткой классификации идентифицированных улучшений (инноваций) на два класса и класс улучшений, нарушающий требования международной юрисдикции следует полностью исключать как из множества допустимых управлений, так и из культуры менеджмента рыболовной компании в целом;
- предложена методика идентификации архетипов *«излишняя регулировка»* и *«неправильная цель вмешательства»*, основанная на анализе индексов устойчивости параметров (характеристик) судового производственного процесса при возможном использовании в нем инноваций по управлению безопасными и эффективными промысловыми операциями;
- составлена модель планирования безопасной и эффективной промысловой операции, в которой при недостаточной информированности капитана последний вынужден привлекать принцип – «планируй и реализуй, как знаешь и будь, как будет», который не может решить проблему выбора «не работающих решений»;
- предложена модель оценки достоверности планирования промысловых операций с минимальными затратами на безопасность и эффективность при их проведении и позволяющая при неполной информированности капитана промыслового судна получать требуемый производственный результат с некоторой определенной гарантией..

ОЦЕНКА УПРАВЛЯЕМОСТИ БУКСИРУЕМОГО СУДНА В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Каян В.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

В процессе работы по теме «Разработка теоретических основ безопасного судовождения в условиях повышенных рисков» нами были определены несколько наиболее значимых проблем в области безопасности судовождения. Одной из таких проблем является проблема обеспечения безопасности выполнения буксирных операций в различных условиях плавания, включая плавание в условиях открытого моря.

В эксплуатационной практике буксировка является ключевой судовой операцией, которая требует предварительной специальной подготовки, в частности, включающей в себя необходимые расчёты по оценке безопасности и эффективности проведения буксирной операции.

Обеспечение безопасности буксирной операции является многоплановой задачей, решение которой предполагает и оценку управляемости буксирной системы (буксирующее судно - буксирный трос - буксируемое судно). Потеря управляемости буксирной системы приводит не только к прерыванию буксирной операции, последствия могут быть самыми серьёзными. В этой связи оценка управляемости буксирной системы является одной из важнейших задач, решение которой является необходимым условием обеспечения безопасности выполнения буксирной операции. Одной из частных задач, решаемых при оценке управляемости буксирной системы, является задача определения устойчивости движения буксируемого судна. В нашем случае рассматривается вариант, когда буксируемое судно управляется рулевым устройством в режиме авторулевого, при этом закон управления имеет нелинейный характер.

На первой стадии проводимого исследования разработана нелинейная математическая модель движения судна, буксируемого с использованием гибкого троса с нелинейной характеристикой в условиях морского течения, ветра и волнения. В качестве средства управления используется рулевое устройство, работающее в режиме автоматического удержания буксируемого судна на заданной траектории по величине поперечного смещения в пределах заданной ширины полосы движения. Для проведения исследования использован нелинейный закон регулирования угла перекладки руля буксируемого судна. Эффективность предложенного закона регулирования угла перекладки руля буксируемого судна подтверждена результатами компьютерного моделирования буксировки трёх типов судов: промыслового судна, транспортного судна и танкера.

В результате проведённых исследований сделан важный вывод – управление рулём буксируемого судна в режиме авторулевого способствует уменьшению амплитуды его колебательных поперечных смещений с заданной траектории и благоприятно влияет на натяжение буксирного троса в сложных погодных условиях.

Предыдущие исследователи сосредотачивались на устойчивости и безопасности при буксировке судов, которые зависят от нескольких важных параметров буксируемого судна и буксирного троса. Изучению влияния состояния моря на устойчивость и безопасность буксируемого судна внимания уделялось мало.

Чтобы изучить динамические особенности поведения буксирной системы в сложных условиях плавания, в частности, управляемость буксирной системы при неблагоприятных погодных условиях в исследованиях использованы методы моделирования воздействия ветра и нерегулярного морского волнения на судно.

В проведённых исследованиях принято допущение, что воздействие морского волнения вызывает только продольное, поперечное движение и рыскание, при этом вертикальная, бортовая и килевая качка судна не учитывается. С учётом сделанных допущений при проведении исследований была использована математическая модель следующего вида

$$m \left(\frac{dv_x}{dt} - v_y \omega \right) = (X - T \cos \alpha) + X_{st} + X_a + X_w + \tilde{X};$$

$$m \left(\frac{dv_y}{dt} - v_x \omega \right) = (Y - T \sin \alpha) + Y_{st} + Y_a + Y_w + \tilde{Y};$$

$$I_z \frac{d\omega}{dt} = [N - (T \sin \alpha)x_t] + N_{st} + N_a + N_w + \tilde{N},$$

где X_{st}, Y_{st}, N_{st} - силы и моменты, вызванные течением;

X_a, Y_a, N_a - силы и моменты, вызванные ветром;

X_w, Y_w, N_w - силы и моменты, вызванные волнением;

$\tilde{X}, \tilde{Y}, \tilde{N}$ - турбулентные составляющие сил и моментов от ветра.

T - натяжение буксирного троса;

N - момент натяжения буксирного троса;

α - угол между направлением буксирного троса и диаметральной плоскостью буксируемого судна;

v_x, v_y - составляющие линейной скорости судна;

ω - угловая скорость судна;

I_z - момент инерции массы судна;

m - масса судна;

x_t - абсцисса точки крепления буксирного троса.

Удельное натяжение буксирного троса в модели буксирной системы определяется с использованием следующей зависимости

$$\tau = A(\varepsilon_w)^m$$

где τ - удельное натяжение (Т/С_б)

S_b - среднее разрывное усилие;

ε_w - удлинение троса;

A, m - эмпирические константы;

Таблица 1.

Материал буксирного троса	A	m
Нейлон (сырой)	9,78	1,93

Нейлон (сухой)	14,2	1,71
Полиэфир	176	1,86
Полипропилен	40,9	1,75

СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ШВАРТУЮЩИЕСЯ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО МОРЯ СУДА

Орлыченко В. А, Юдин Ю. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

The method of mathematical modeling of wave action on moored vessels in open sea

Рассмотрен алгоритм расчёта параметров силового воздействия нерегулярного волнения на швартуемое судно. Представлены результаты компьютерного моделирования указанного воздействия, подтверждающие адекватность разработанного алгоритма расчёта, выполненного для конкретных типов траулеров и имеющего определённый практический смысл.

Ключевые слова: швартовка, регулярное волнение, нерегулярное волнение, гидродинамическое взаимодействие.

In the reviewed scientific article the way of mathematical wave influence on vessels moored in the conditions of the high sea is presented algorithm of the calculation of parameters power of influence irregular excitement on a moored vessel. Authors have presented result of computer modeling of the specified influence that confirms adequacy is made algorithm of calculation which is executed for concrete types trawlers and has certain practical sense.

Keywords: mooring, regular wave disturbance, irregular wave disturbance, hydrodynamic interaction.

Влияние воздействия морского волнения на управляемость швартуемых в открытом море судов имеет существенное значение при принятии решения о возможности проведения швартовочной операции. Величины гидродинамических сил и моментов, возникающих при действии волнения на корпусе швартуемых судов, зависят от частоты и высоты волн, а также от направления их распространения по отношению к швартуемым судам.

Оценка степени влияния волнения на управляемость швартуемых судов может быть выполнена с использованием аппарата математического моделирования, для использования которого необходимо математически корректно описать процесс воздействия волнения на швартуемые суда, в качестве которых рассмотрены рыболовные траулеры «Б. Зайцев» и «В. Лозовский».

Следуя традиционному подходу, разделим воздействия от волнения на *детерминированные* и *случайные*. В свою очередь, детерминированные воздействия разделим на *постоянные* и *переменные*. Рассмотрим их более подробно.

Постоянные составляющие воздействия регулярного волнения. Эти составляющие вычисляются с помощью группы, состоящей из трех формул:

$$\begin{aligned} F_{xw} &= 0,5C_{xw}\rho g\zeta_w^2 L; \\ F_{yw} &= 0,5C_{yw}\rho g\zeta_w^2 L; \\ M_w &= 0,5C_{mw}\rho g\zeta_w^2 L^2, \end{aligned} \quad (1)$$

где ζ_w – амплитуда регулярного волнения;

C_{xw} , C_{yw} , C_{mw} – соответственно коэффициенты продольного, поперечного усилий и момента на корпусе судна.

Ввиду отсутствия экспериментальных данных по рассматриваемым типам судов, в расчётах используются данные, приведенные в справочнике [1]. Экспериментальные кривые, взятые из справочника, были оцифрованы и аппроксимированы кубическими полиномами в среде MathCad. В качестве примера приведем результаты этих аппроксимаций в виде коэффициентов A , B , C , D при степени относительной длины волны $\bar{\lambda} = \lambda/L$ для коэффициента продольного усилия C_{xw} (табл. 1 и 2).

Таблица 1

β_w	A (1)	B ($\bar{\lambda}$)	C ($\bar{\lambda}^2$)	D ($\bar{\lambda}^3$)
0° (180° «←»)	-0,088	0,677	0,872	0,214
30° (150° «←»)	0,029	0,740	-1,298	0,571
60° (120° «←»)	0,014	0,896	-1,442	0,586

Таблица 2

C_{wx}	1	β_w	β_w^2	β_w^3
A	-0,088	0,434	-0,483	0,154
B	0,677	-0,697	2,258	-1,33
C	-0,872	-0,253	-1,864	1,514
D	0,214	0,844	-0,151 ⁵	-0,301

Таким образом, рассчитаем значения составляющих гидродинамического воздействия на корпус:

$$C_{xw}(\lambda, \beta_w) = A(\beta_w) + B(\beta_w) \cdot \bar{\lambda} + C(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^2 + D(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^3; \quad (2)$$

$$C_{yw}(\lambda, \beta_w) = A(\beta_w) + B(\beta_w) \cdot \bar{\lambda} + C(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^2 + D(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^3; \quad (3)$$

$$C_{mw}(\lambda, \beta_w) = A(\beta_w) + B(\beta_w) \cdot \bar{\lambda} + C(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^2 + D(\beta_w) \cdot \bar{\lambda}^3. \quad (4)$$

Для вычисления самих усилий следует учесть, что ветер и вызванное им волнение связаны шкалой Бофорта, используя данные которой, получим аппроксимирующие зависимости в среде MathCad:

$$\begin{aligned} v_a &= -0,749 + 1,346B + 0,137B^2; \\ h &= 0,625 - 0,52B + 0,17B^2 - 0,00317B^3; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\lambda = 2,07 - 2,787B + 1,014B^2 + 0,12B^3.$$

Добавив к ним аппроксимацию, обратную зависимости $v_a(B)$, получим

$$B = -0,846 + 0,477v - 0,004881v_a^2. \quad (6)$$

Используя зависимости (2) – (6) определим постоянные составляющие воздействия волнения на каждый траулер. На рис. 1 приведены результаты расчёта продольного усилия и моментов для курсовых углов волнения β_w от 0° до 90° для обоих траулеров.

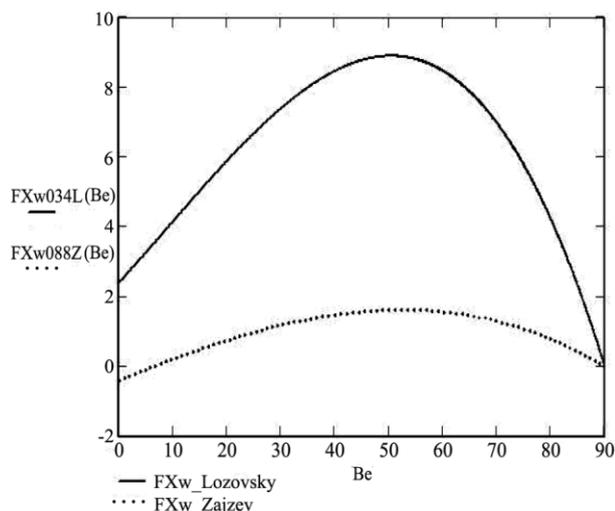


Рис. 1. Результаты расчёта продольного усилия (кН) постоянной составляющей волнового воздействия $v_a = 10$ м/с

Переменные составляющие воздействия от регулярного волнения. Данные составляющие воздействия изменяются во времени по следующему закону [1]:

$$Y_w = Y_{w0} \cdot \alpha_{w0} \cdot \cos(\omega_R t);$$

$$M_w = M_{w0} \cdot \alpha_{w0} \cdot \sin(\omega_R t). \quad (7)$$

Здесь Y_{w0} , M_{w0} – амплитуды поперечной силы и момента, α_{w0} – угол волнового склона, ω_R – кажущаяся частота набегающей волны.

Угол волнового склона α_{w0} , выраженный через коэффициент формы волны $k = 2\pi/\lambda$, $\alpha_{w0} = k \cdot \zeta_w$. В свою очередь, амплитудные значения выражаются формулами:

$$Y_{w0} = \rho g V \cdot \chi_y \cdot \sin(\beta_w);$$

$$M_{w0} = g I_{zz} \cdot \chi_m k \cdot \sin(\beta_w). \quad (8)$$

В них входят поправочные коэффициенты χ_y и χ_m , которые для условно неподвижного судна можно выразить с помощью следующих формул:

$$\chi_y = \chi_{1кр} \left(1 + k_{22} \frac{\omega_R}{\omega_w} \right) \cdot e^{-kz_c}; \quad (9)$$

$$\left[\chi_m = \chi_{2кр} \left(1 + k_{66} \frac{\omega_R}{\omega_w} \right) \cdot e^{-kz_c} \cdot \cos(\beta_w) - m_1 \cdot \chi_{1кр} \frac{\rho F_{кр} L}{I_{zz}} \frac{v}{k \omega_w} \right].$$

где z_c – отстояние центра величины от плоскости ватерлинии; k_{22} , k_{66} – коэффициенты присоединённой массы и присоединённого момента инерции соответственно; v – объёмное водоизмещение судна; I_{zz} – момент инерции массы судна.

Редукционные коэффициенты $\chi_{1кр}$ и $\chi_{2кр}$, входящие в выражения (9), определяются в виде функций параметра

$$\mu = kL|\cos(\beta_w)| = 2\pi(L/\lambda)|\cos(\beta_w)|.$$

Эти формулы (9) носят интегральный характер и используют зависимость площади шпангоутов ω от продольной координаты x в координатной системе XYZ , связанной с судном:

$$\chi_{1кр} = 2/V \int_{-L/2}^{L/2} \omega(x) \cos(\mu x) \frac{I_1\left(\mu\sqrt{\frac{\omega(x)}{\pi}}\right)}{\mu\sqrt{\frac{\omega(x)}{\pi}}} dx; \quad (10)$$

$$\chi_{2кр} = 0,2/VL^2 \int_{-L/2}^{L/2} x\omega(x) \frac{\sin(\mu x)}{\mu} \frac{I_1\left(\mu\sqrt{\frac{\omega(x)}{\pi}}\right)}{\mu\sqrt{\frac{\omega(x)}{\pi}}} dx,$$

где $I_1(x)$ – функция Бесселя.

Для прямого применения этих формул используются строевые по шпангоутам представленные аналитически в виде полиномов 5-й степени:

– для траулера «Б. Зайцев»

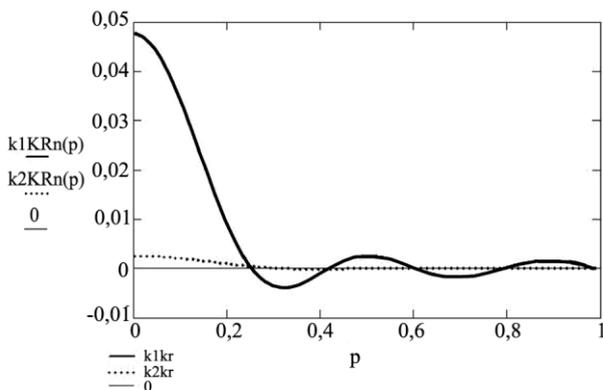
$$\omega(x) = 51,8 - 0,551x - 0,181x^2 + 6,041 \cdot 10^{-3}x^3 - 6,746 \cdot 10^{-6}x^4 - 1,046 \cdot 10^{-7}x^5; \quad (11)$$

– для траулера «В. Лозовский»

$$\omega(x) = 233 - 0,194x - 7,842 \cdot 10^{-3}x^2 + 6,041 \cdot 10^{-3}x^3 - 6,746 \cdot 10^{-6}x^4 - 1,046 \cdot 10^{-7}x^5. \quad (12)$$

Результаты расчётов для заданных условий ($v_a = 10$ м/с; $h = 1,9$ м; $\lambda = 36$ м; $\omega_w = 1,3$ с⁻¹) представлены графически на рис. 2 и 3.

а)



б)

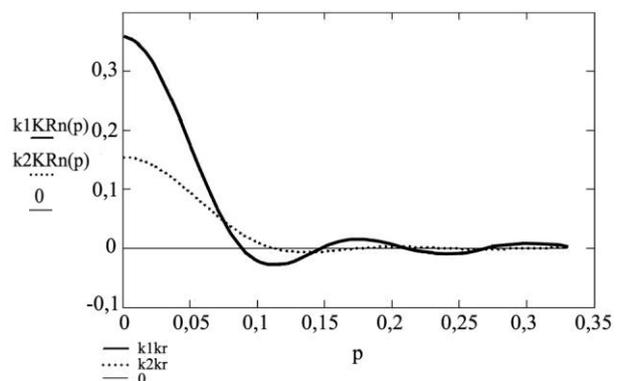


Рис. 2. Редукционные коэффициенты $\chi_{1кр}$, $\chi_{2кр}$ как функции параметра $\mu = kL/\cos(\beta_w) = 2\pi(L/\lambda)/\cos(\beta_w)$; а – для траулера «Б. Зайцев»; б – для траулера «В. Лозовский»

а)

б)

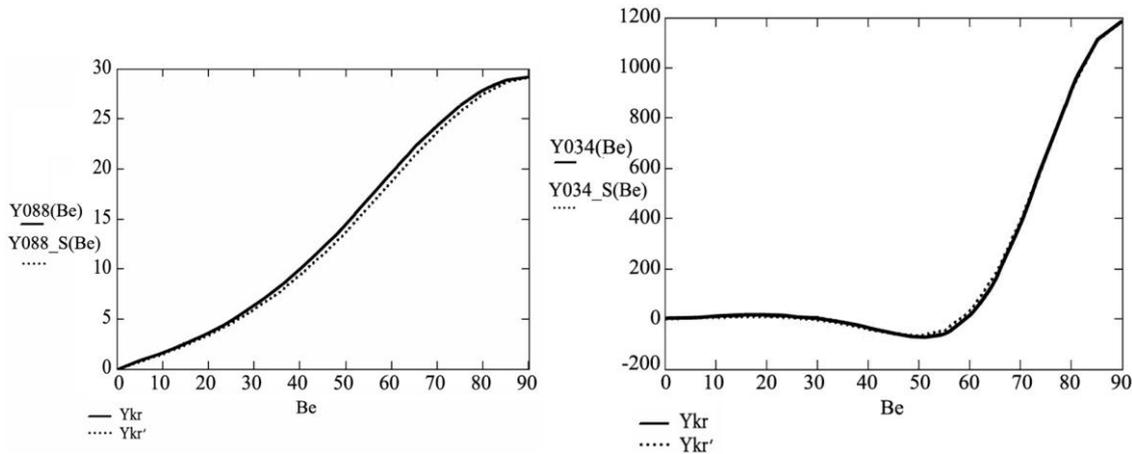


Рис. 3. Поперечное усилие (кН) в зависимости от курсового угла волны:

a – для траулера «Б. Зайцев»; *б* – для траулера «В. Лозовский»

Условные обозначения:

сплошная линия – без учёта скорости швартовки, пунктирная – с учётом

Для расчёта продольного усилия используются формулы, предложенные М.Д. Хаскиндом [1], [3], [4]:

$$X_w = X_{w0} \cdot \sin(\omega_R t);$$

$$X_{w0} = D\chi_d\chi_L(2\pi\zeta_w/\lambda) \cdot \cos(\beta_w), \quad (13)$$

где χ_d – коэффициент влияния осадки d ; χ_L – коэффициент влияния длины судна L .

Коэффициент χ_d зависит от коэффициента вертикальной полноты корпуса судна χ и определяется с помощью формулы

$$\chi_d = 1 - \frac{\pi}{2 - \chi} \left(\frac{d}{L}\right) + \frac{2\pi^2}{3(3 - 2\chi)} \left(\frac{d}{L}\right)^2. \quad (14)$$

Второй редуцированный коэффициент χ_L зависит от составного аргумента $\xi = (L/\lambda)\cos(\beta_w)$ [1] и определяется в виде формулы

$$\chi_L = k_1 \cdot e^{k_2\xi} \cdot \cos(k_3\xi^2 + k_4),$$

содержащей четыре неизвестных параметра k_j ($j = 1, \dots, 4$), которые находятся при помощи функции MathCad GENFIT. Результатом известных процедур является искомая функция

$$\chi_L = -1,3 \exp(-0,93 \cdot \xi^{1,4}) \cdot \cos(0,93 \cdot \xi^2 + 3,7). \quad (15)$$

Определив все коэффициенты, входящие в выражение (13), можно найти непосредственно продольное усилие (рис. 4).

а)

б)

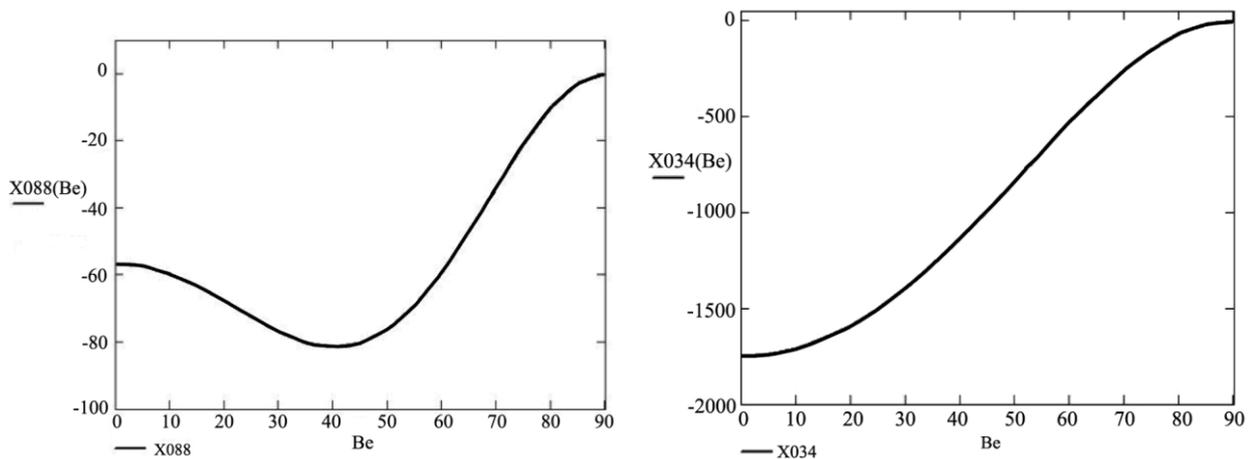


Рис. 4. Продольные усилия для траулеров «Б. Зайцев» и «В. Лозовский» (кН) в зависимости от курсового угла волны: *a* – длина волны для траулера «Б. Зайцев» $\lambda = 0,88L$; *b* – длина волны для траулера

«В. Лозовский» $\lambda = 0,34L$

Составляющие воздействия на судно от нерегулярного волнения

Поскольку все усилия линейно связаны с самим процессом волнения, что определено формулами (8) и (13), для нерегулярного волнения можно подсчитать среднее значение и дисперсию любого усилия по интегральным формулам:

$$\bar{X}_w = \int_0^{\infty} \frac{X_w}{\zeta_w^2} S_{\zeta}(\omega_w) d\omega_w;$$

$$D_{X_w} = \int_0^{\infty} \left| \frac{\tilde{X}_w}{\zeta_w} \right|^2 S_{\zeta}(\omega_w) d\omega_w, \quad (16)$$

где \tilde{X}_w – центрированное значение усилия, т.е. разность между самым усилием и его средним значением; $S_{\zeta}(\omega_w)$ – спектральная плотность волнения; ζ_w – амплитуда волнения.

Формулы (16) приведены для продольного усилия X_w . Формулы для поперечного усилия и вращающего момента имеют подобную структуру, так как они тоже пропорциональны амплитуде волны. Расчёты выполнены для нерегулярного двумерного волнения, в котором смешаны две аддитивные составляющие – высокочастотная S_1 и низкочастотная S_2 ($h_{3\%} = 3$ м):

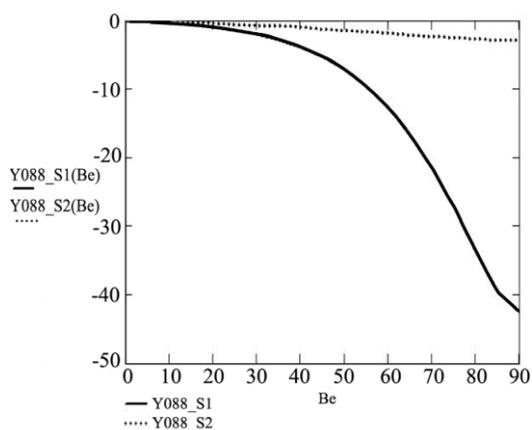
$$S_1(\omega_w) = 0,06227 \frac{h_{3\%}^2}{\bar{\omega}_w} \left(\frac{\bar{\omega}_w}{\omega_w} \right)^6 \cdot \exp \left[-0,52725 \left(\frac{\bar{\omega}_w}{\omega_w} \right)^4 \right];$$

$$S_2(\omega_w) = 0,00080312 \frac{h_{3\%}^2}{\bar{\omega}_w} \left(\frac{\bar{\omega}_w}{\omega_w} \right)^8 \cdot \exp \left[-0,1688 \left(\frac{\bar{\omega}_w}{\omega_w} \right)^4 \right], \quad (17)$$

где $\bar{\omega}_w = 1,903995 / \sqrt{h_{3\%}} = 1,1 \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}$ – средняя частота нерегулярного двумерного волнения для выбранной высоты волны 3 %-й обеспеченности ($h_{3\%}$).

Применяя формулу (16), путём интегрирования находим среднее значение поперечного усилия на корпусе в зависимости от курсового угла нерегулярных волн (рис. 5).

а)



б)

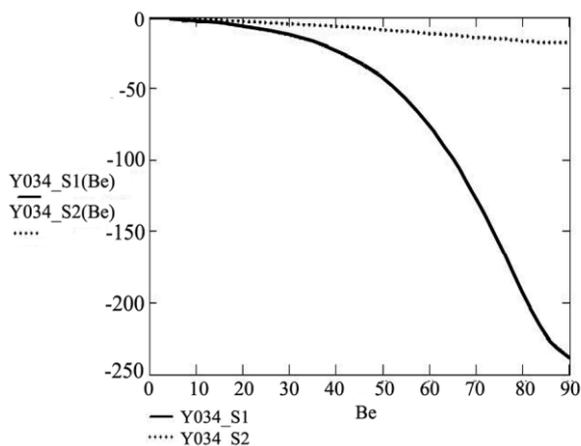


Рис. 5. Среднее значение поперечного усилия (кН) в зависимости от курсового угла нерегулярной волны с $h_{3\%} = 3$ м: а – для траулера «Б. Зайцев»; б – для траулера «В. Лозовский»

Литература

Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. – Т. 3 / под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.

Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. – Т. 1 / под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.

Хаскинд М.Д. Гидродинамическая теория качки корабля. – М.: Наука, 1973.

Хаскинд М.Д. Теория сопротивления при движении судна на волнении/ М.Д. Хаскинд // Изв. АН СССР. – 1959. – № 2. – С. 46 – 56.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ХАРАКТЕРЕ ДВИЖЕНИЯ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ

Петров С.О. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

The solution of a number of challenges related to ensuring safe anchorage and safe cargo and other operations with vessel at anchor depends on a number of factors. The authors propose to consider the major regularities in the nature of an anchored vessel's motion.

Судно, стоящее на якоре, при воздействии на него ветра, течения и волнения моря находится в состоянии постоянного движения и непрерывно изменяет свое положение относительно линии отданного якоря (линии ветра, условно проведенной через место расположения якоря на грунте). Особенности движения судна, стоящего на якоре, другими словами, характер его рыскания зависит от целого ряда факторов, наиболее значимыми из которых являются следующие:

- главные размерения корпуса судна, водоизмещение;
- архитектурные особенности надводной части корпуса судна, надстроек и рубок, в частности, место расположения большей надстройки относительно плоскости мидель-шпангоута;
- текущее состояние загрузки судна, определяющее посадку (осадка, дифферент) корпуса в воде;
- координаты точки крепления якорной цепи;
- количество отданной якорной цепи;
- глубина места якорной стоянки и её соотношение с количеством отданной якорной цепи;
- характер грунта в месте якорной стоянки;
- держащая сила якорной системы (якорь и якорная цепь);
- гидрометеорологические условия в районе места якорной стоянки;
- соотношения между основными параметрами (направление, скорость) ветра, течения и волнения.

Как установлено в результате многочисленных наблюдений за поведением судна, стоящего на якоре, указанные установившиеся апериодические колебания приводят к изменениям курса судна в пределах $\pm 10 \div 30^\circ$. Диапазон колебаний курса судна и величина отклонения его от линии симметрии, зависят от величины соотношения между основными параметрами ветра и течения (скорость и направление). В частности, при отсутствии относительно большого по скорости течения в месте якорной стоянки колебания курса будут значительными, как, впрочем, и амплитуда перемещений судна относительно условной линии симметрии. Ситуация усугубляется в худшую сторону, если в указанных условиях присутствует сильный ветер, и тем более, если его направление существенно отличается от направления течения.

Характер колебательных движений судна, стоящего на якоре в общем случае можно сравнить с характером колебательных движений твердого тела, подвешенного на тонкой нити, где в качестве нити выступает якорная цепь, а масса маятника равна массе судна. Среда, в которой происходят колебания, создаёт некоторые особенности силового воздействия на судно, совершающее колебательные движения. Определённое сочетание аэродинамических, гидродинамических усилий, а также усилий, образующихся в гибкой связи, формирует ха-

рактёр движения судна, который имеет ряд отличительных особенностей от характера колебательных движений маятника. Колебательные процессы при рыскании судна, стоящего на якоре протекают в более сложной форме. Попытаемся установить основные фазы этого процесса, чтобы адекватно оценивать результаты дальнейших научных исследований.

Практика показывает, что при определённом сочетании воздействий со стороны ветра и течения, а именно, при слабом ветре и сильном течении, колебательный процесс движения судна будет более устойчив, и траектория движения судна будет меняться только при изменении скорости и направления течения. Например, при стоянке судна в условиях чередующихся приливов и отливов оно плавно будет менять положение устойчивого равновесия при изменении направления течения. В данном случае, следует обратить внимание на повышенную опасность при проведении швартовных операций в период изменения направления течения. При определённом постоянстве ветровой нагрузки, т.е. при слабом постоянном ветре рыскание судна незначительно и имеет установившуюся периодичность колебательных движений; при постоянном течении рыскание и амплитуда перемещений судна относительно линии симметрии будет минимальным. В этой связи, представляется необходимым более детально исследовать процесс движения судна, стоящего на якоре в условиях больших ветровых нагрузок. Потому рассмотрим характерные особенности в перемещениях судна при воздействии сильного ветра, превалирующего по величине силового воздействия над течением. В дальнейшем этот случай, с точки зрения безопасности проведения швартовной операции, будем рассматривать в качестве основного, определяя безопасный способ маневрирования швартуемого судна в процессе выполнения им швартовки к борту судна, стоящего на якоре.

В условиях сильного ветрового воздействия в момент выхода на якорную цепь судно под воздействием аэродинамической силы и её момента смещается в сторону от линии ветра (см. рис. 1), при этом направление смещения зависит от положения центра парусности судна относительно плоскости мидель-шпангоута. В дальнейшем, постепенно под воздействием силы натяжения якорной цепи гасится инерция поступательного движения судна и одновременно прекращается его вращательное движение. В момент мгновенной остановки судна (положение 1) натяжение якорной цепи достигает максимального значения, равновесие сил, приложенных к судну нарушается, в основном, за счёт избыточной нагрузки, образующейся в якорной цепи. Указанная избыточная нагрузка вызывает разворот судна на ветер с мгновенным изменением положения точки приложения аэродинамической силы. В результате совместного действия на судно продольной составляющей силы натяжения якорной цепи и аэродинамического момента, судно смещается в положение 2 по относительно пологой траектории, двигаясь одновременно поступательно в сторону якоря и вращательно, изменяя курс в сторону места положения якоря.

В момент нахождения судна на курсе, строго противоположно направлению ветра, площадь проекции надводной части судна в направлении перпендикулярном линии ветра становится минимальным, что позволяет судну перейти линию ветра за счёт инерции вращательного движения. Натяжение якорной цепи существенно снижается и судно под воздействием аэродинамического момента противоположного первоначальному начинает из положения 2 уваливаться под ветер. Поскольку курсовой угол ветра при этом увеличивается, возрастает площадь парусности в проекции перпендикулярно направлению ветра и, как следствие, возрастает величина аэродинамической силы и её момента (положение 3). Из положения 3 судно движется с ускорением вправо от направления линии ветра в положение 4, а затем и в 5. Судно пересекает относительную линию симметрии в основном за счёт аэродинамического воздействия. По мере приближения судна к положению 5 натяжение в якорной цепи растёт, достигая максимального значения в положении 5, при этом уже появляется тенденция продольного движения судна в сторону якоря, гасится инерция приобретённого поперечного

и вращательного движения вправо и разворота. Достигнув максимального значения, сила натяжения в якорной цепи создаёт вращательный момент, по величине превосходящий аэродинамический момент и за счёт этого судно начинает вращение влево, частично перемещаясь поступательно в сторону якоря под воздействием продольной составляющей силы натяжения якорной цепи. По мере движения судна в противоположном направлении, аэродинамическая нагрузка возрастает, и судно смещается в сторону противоположную расположению якоря. Указанная условная симметрия отклонений судна от линии симметрии (линия, проходящая через место установки якоря по направлению ветра) будет определяться значением координаты точки крепления якорной цепи на судне, а также наличием течения в районе места якорной стоянки.

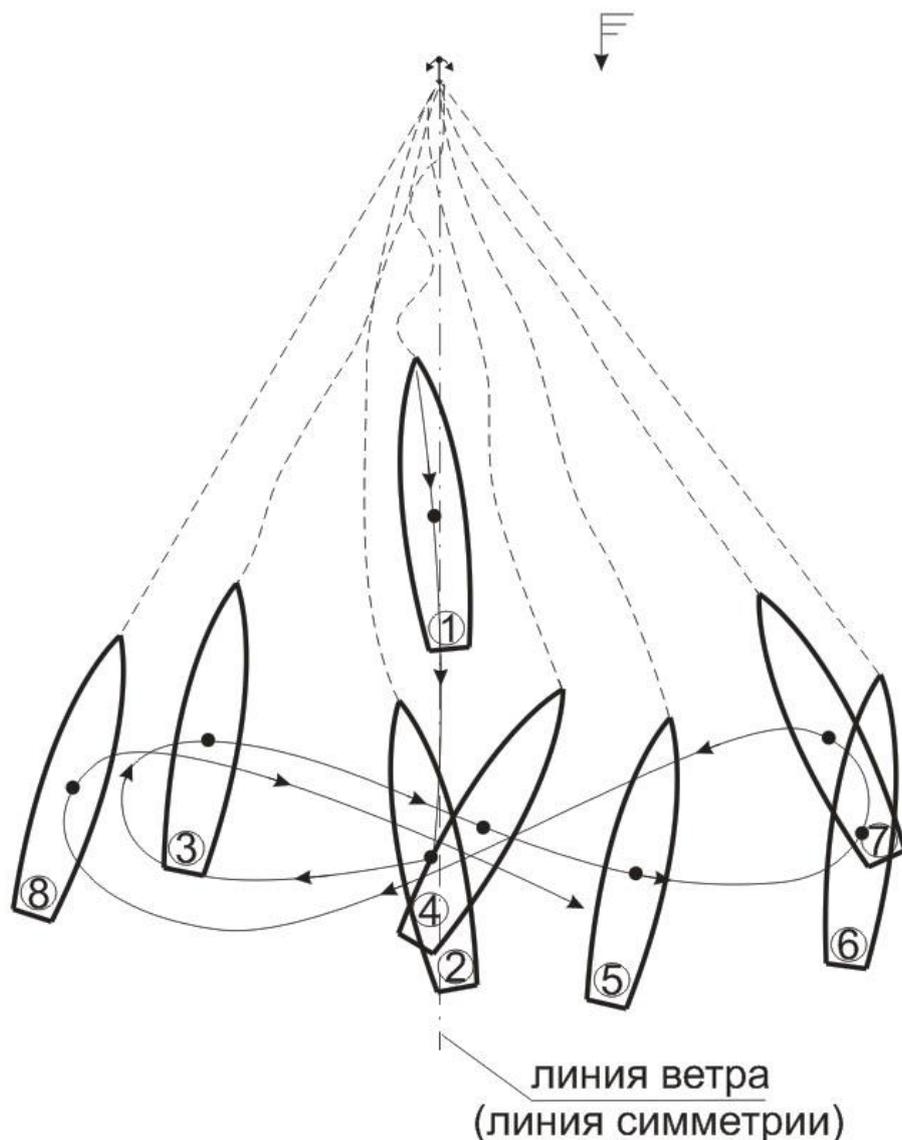


Рис. 1. Траектория движения судна при стоянке на якорю в условиях ветрового воздействия.

Характер движения судна, стоящего на якорю может быть изменён любым дополнительным внешним воздействием, или в результате изменения параметров, определяющих ветровую

нагрузку. В этом случае судоводителю швартуемого судна необходимо быть предельно внимательным как при определении параметров ветра, так особенностей в поведении судна, к которому необходимо швартоваться. Это весьма сложная задача, решению которой и будет посвящена настоящая работа.

Контролируя поведение судна, стоящего на якоре, необходимо иметь в виду, что ошибка в определении количества вытравленной якорной цепи может привести не только к определённым особенностям в характере рыскания судна, но и к отрыву якоря от грунта в момент нахождения судна в крайних точках траектории его перемещения. Отрыв якоря от грунта и изменение его положения возможны в том случае, когда усилие в якорной цепи достаточно для подъёма той её части, которая лежит на грунте. В связи с этим, следует избегать подхода к борту судна, стоящего на якоре в моменты выхода его в крайние точки траектории рыскания, так как в указанные моменты возможен отрыв якоря от грунта и, как следствие, непредсказуемое поведение швартуемого судна.

Судоводителю швартуемого судна также следует учитывать ещё весьма распространённую особенность поведения судна, стоящего на якоре, а именно, чем больше амплитуда рыскания и асимметрия носовой и кормовой надводных частей судна, тем чаще в период движения из одной крайней точки траектории в другую происходит некоторое уменьшение скорости движения, а затем резкое её нарастание в сочетании с вращательным движением. Уменьшение скорости движения судна и уваливание его под ветер происходят в период роста усилия в якорной цепи, но как только судно достигнет крайней точки траектории движения с последующим спрямлением его положения на участке клюз - блуждающая точка касания грунта якорной цепью, под воздействием максимального усилия в якорной цепи судно будет пытаться изменить знак курсового угла к ветру. Подобные «попытки» к перемене знака курсового угла к ветру будут повторяться до тех пор, пока очередное обтягивание якорной цепи при более значительном угле между линией симметрии и направлением якорной цепи не сообщит судну инерцию, достаточную для перемены наветренного борта. Скорость движения судна по траектории рыскания постоянно меняется, она максимальна в момент пересечения судном линии симметрии и минимальна в момент выхода судна в крайние точки траектории.

При принятии решения о выполнении или не выполнении швартовной операции судоводители руководствуются исключительно собственным практическим опытом, а при его отсутствии отказываются от выполнения швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре. Следствием этого, как правило, является неоправданная потеря времени и другие неэффективные эксплуатационные потери. Принятие во внимание рассмотренных выше закономерностей характера движения судна на якоре поможет избежать неоправданных эксплуатационных рисков и повысить эффективность выполнения грузовых и других операций с судами на якоре.

Литература

Дмитриев, В.И. Справочник капитана: справочник/ В.И. Дмитриев – Москва: Элмор, 2009. – 797 с.: ил.

Кацман Ф.М. Управляемость судов в различных условиях плавания : учеб. пособие / Ф. М. Кацман, А. Г. Маковский ; М-во транспорта РФ, ФГОУ "ГМА им. адм. С.О.Макарова", Каф. теории и устройства судна. - СПб. : Изд-во ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2005. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 51. - 30-80.

Снопков, В.И. Управление судном: учебник /В.И. Снопков – Москва: Транспорт, 1991. – 359 с. : ил.

Тихомиров В.П. Управление маневрами корабля./ В.П. Тихомиров – Москва: Воениздат, 1963. – 340 с. : ил.

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.

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.

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.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ МОРЕПЛАВАНИЯ

Смирнов А. Ж. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация:

В статье автор анализирует процессы формирования элементов корпоративной культуры. Корпоративная культура влияет на факторы надежности мореплавания.

Abstract. The author analyzes the processes of formation of the elements of corporate culture. Corporate culture affects the reliability factors of navigation

Аварийность судов на море является объективной реальностью, которая обусловлена факторами, сопутствующими мореплаванию, и которая будет иметь место всегда по не зависящим от человека причинам. Полное искоренение аварийности судов, к сожалению, невозможно. Однако возможно снижение аварийности с помощью всевозможных действенных мер на какой-либо ограниченный период. Снижение аварийности возможно только до определенного уровня, после чего она снова будет расти или, в лучшем случае, временно стабилизируется на каком-то количественном или качественном показателе с небольшими отклонениями в большую или меньшую сторону. При этом положительный результат борьбы с аварийностью должен предполагать достижение ее приемлемого уровня (с допустимым материальным ущербом), а также стабилизацию аварийности на продолжительный интервал времени. Судовая организационно-техническая система несения вахты, как объект исследования, заслуживает пристального внимания, так как возможны личные и коллективные ошибки «человеческого элемента». С этой точки зрения предметной областью исследования можно считать процессы формирования элементов корпоративной культуры, определяющих надежность разрешения судовых проблемных ситуаций, свободных от влияния личных и коллективных ошибок «человеческого элемента».

Особого внимания заслуживает системный подход к обеспечению безопасности судна на море в рамках современных концепций, принятых к использованию ИМО и требованиях дополнительной концепции «социальный человек». Системность разработки элементов корпоративной культуры способствует разрешению судовых проблемных ситуаций с профилактикой личных и коллективных ошибочных действий «человеческого элемента [9,10]». В целом, исследования в данной области помогут снизить уровень аварийности на судах компаний Северного бассейна за счет снижения числа личных и коллективных ошибок «человеческого элемента», входящего в состав ходовой вахты.

Состояние безопасности при функционировании морского и рыболовного флотов, занимающих важное место в транспортной и пищевой системе Российской Федерации, во многом зависит от корпоративной культуры безопасности и управления компаниями, которая в настоящее время должна реализовываться в рамках современной концепции безопасности на море. В современных нормативно-правовых условиях культуру соответствия и культуру управления состоянием мореплавания (далее просто культура управления состоянием мореплавания) можно задать, например, структурой вида

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n, \dots), \quad (1.1)$$

где C_i при $i \in n$ – требования, сконцентрированные в Международных морских конвенциях и национальных требованиях, которые направлены на минимизацию угроз человеку, судну, грузу и окружающей морской среде.

Практика международного контроля состояния безопасной эксплуатации судов показала, что далеко не все технические и организационные конвенционные требования могут быть реализованы в культуре соответствия. Для достижения целей, задаваемых Международной Морской Организацией (ИМО), в виде вектора развития безопасной эксплуатации судов, комитетом по безопасности было принято решение о необходимости расширить культуру управления за счет дополнительного привлечения в структуру (1.1) свойства управляемости [5]. Свойство управляемости состоянием мореплавания для морской и рыболовной отрасли заданы в девятой главе Международной морской Конвенции «СОЛАС – 74» и Кодексе к ней. При обязательном использовании свойства управляемости состоянием безопасности мореплавания в структуре (1.1), способного минимизировать количество навигационных и производственных аварий, реализацию этого свойства следует начинать с формирования представлений о структуре η организационно-технической системы, в которой будет реализовываться эта культура. Такая модель должна включать в себя адекватно заданные технические сооружения (суда), модель среды, в которой функционируют эти сооружения, человеческий коллектив (береговой и судовой состав компании), обеспечивающие безопасное состояние, как отдельному судну, так и всей системе в целом. Кроме того, в модели определены информационные и управляющие связи, которые обеспечивают в структуре выполнение определенного класса целенаправленных действий между элементами структуры η по поддержанию в ней именно стандартного (отвечающего конвенционным требованиям безопасной эксплуатации судов) состояния. Контрольные мероприятия по оценке состояния эксплуатируемых, в рамках структуры η , является функцией Государственных портовых служб (PSC) и национально признанными организациями. В сложных организационно-технических структурах таких, например, как система менеджмента безопасности судов компании (СУБ) [10] построение ее конкретной математической модели и более того определение параметров последней не только трудно реализуемые задачи, но и, наверное, совершенно не нужные операции. Ряд авторов отмечает, что выделение операций по управлению состоянием безопасности в организационных и организационно-технических системах типа СУБ можно рассматривать как решение задачи структурной идентификации, которая способна быть решенной на априорном уровне за счет привлечения стандартного описания, сформулированного на естественном языке [4]. С формальной точки зрения, искомые свойства управляемости состоянием безопасности при эксплуатации судов в структуре η можно задать так

$$\eta \sim \text{mod } \mathcal{E}, \quad (1.2)$$

где \mathcal{E} – не противоречивое и полное описание класса структур на естественном языке (теория класса), включающее описание элементного множества системы, правил по которым она функционирует и процессов идущих на этом элементном множестве. Если далее исходить из того, что теория \mathcal{E} в выражении (1.2) является текстом ISM Code [9], то все признаки, принадлежащие классу эквивалентности структур η , подлежат обязательному учету при проектировании и эксплуатации конкретной структуры СУБ. Выбор конкретной структуры управления z из их класса эквивалентности этих структур η ($z \in \eta$) следует рассматривать как такую задачу, которая используется в практической деятельности судоходной компании на этапе разработки и внедрения СУБ. Можно сказать, что, структурная идентификация является именно той операцией, которая позволяет судоходной компании, во-первых, осуществлять свою лицензионную деятельность в рамках международного стандарта безопасной эксплуатации судов и, во-вторых, обеспечивать выполнение заявленных целей по поддержанию такого стандарта [2]. Необходимо обратить внимание на то, что процесс идентификации кон-

кретной структуры СУБ осуществляется постоянно, начиная с этапа начального освидетельствования [1,6]. Необходимость такой операции заключается в том, что только структурная идентификация принципов, обеспечивающих управляемость состоянием безопасности на море должна быть способной поддерживать процесс самоорганизации в части обеспечения необходимого уровня безопасной эксплуатации судов, включенных в СУБ. В свою очередь самоорганизация является стержнем эффективного функционирования всей системы менеджмента в целом [1]. Поэтому далее сформулируем основные математические и физические принципы, используя которые можно выделить элементы ответственные за способность СУБ к управляемости, причем в таких структурах, описание которых дано лишь в виде (1.2) с помощью естественного языка.

Для организационно-технических систем нет очевидного и общепринятого способа их формального представления. Выбор способа представления всегда требует некоторого уточнения знаний об организационно-технической системе. Поэтому в процессе анализа принципов надления СУБ свойством управляемости необходимо ввести специальный этап – формализацию представлений об анализируемой структуре [3]. Формализованным представлением о свойстве управляемости СУБ служит описание, которое, во-первых, жестко фиксирует смысл, вкладываемый в понятие «организационно-техническая система», и, во-вторых, дает возможность изучения понятия управляемость математическими методами [4]. Выбор такого описания должен целиком и полностью определять набор свойств организационно-технической структуры, подлежащей последующему изучению.

Для исследования особенностей, которые могут возникнуть при выделении свойства управляемость в структурах (1. 1) и (1.2), способных поддерживать состояние безопасной эксплуатации, зададим модель структуры СУБ с помощью следующей последовательности множеств:

$$\eta = (Y, I, X, R, U, G), \quad (1.3)$$

где

- Y – элементное множество организационно-технической системы, включающее человеческий коллектив (социальный элемент), технические сооружения, а так же информационные и управляющие связи между ними;
- $I \subset C$ – корпоративная культура по поддержанию состояния безопасной эксплуатации судна, включающая действия, правила и отношения, обеспечивающие управляемость СУБ;
- X – множество состояний процессов, идущих в модели структуры η ;
- R – множество целей управления;
- U – множество законов управления;
- G – множество управленческого ресурса.

Кроме того, примем, что в структуре (1.3) отображение пары множеств

$$\mathcal{E}_1: \{R, U\} \rightarrow M_U \quad (1.4)$$

образует механизм функционирования, который, в общем виде являясь динамической информационной моделью производственного процесса необходимой социальному элементу структуры (1.3) при выборе текущих управлений $u \in U$, безопасно реализующих в η поставленную цель управления R .

Если механизм (1.4) рассматривать как обобщенную информационную модель производственного процесса, хранящуюся в сознании социального элемента структуры и составленную им самостоятельно при теоретическом, практическом обучении и учитывающую непрерыв-

ное совершенствование своих производственных навыков, то описание такой модели пока сталкивается с серьезными трудностями формализации [7,8].

Полученный в результате формализации и алгоритмизации прогнозирующий математический продукт может быть использован социальным элементом при определении правил по безопасной эксплуатации судна. Такие математические продукты должны при выбранной величине $u \in U$ и управляемости СУБ компании обеспечивать стремление состояния этой системы к заданной цели R .

С механизмом функционирования структуры (1.4) теснейшим образом связан механизм ее предвидения M_X . Определение механизма предвидения можно осуществить, например, с позиции теории прогнозирующих фильтров. Причем таких фильтров, с выхода которых будущее состояние структуры (1.4), непосредственно связанное с возможным поведением объектов управления из состава η , при выполнении выбранного управления $u \in U$ поступает так, что выполняется условие

$$M_U = \{R, U\} \subseteq \{R, X_0\} = M_X, \quad (1.5)$$

где M_U – принятый на этапе планирования судовой ключевой операции механизм функционирования СУБ, $X_0 \subset X$ – множество состояний процессов, характеризующие возможные траектории движения состояния СУБ, реализующих заданную цель R при выбранном законе управления $u(t)$ из множества U .

Наличие в структуре (1.3) множества управленческого ресурса G и механизма функционирования M_U , корректируемого механизмом предвидения M_X , позволяют ввести понятие технологии управления состоянием безопасной эксплуатации как на судне, так и для всей СУБ в целом. В общем виде технология управления состоянием эксплуатации судов в структуре η может быть представлена в виде следующего отображения:

$$\Xi_2: \{M_U, G\} \rightarrow T_{UG}. \quad (1.6)$$

Эффективность технологий управления (1.6), реализуемых как на судах организационно-технических структурах (СУБ), так и в них самих при обеспечении безопасной эксплуатации должна являться интегральной характеристикой, определяющей приспособленность технологий к решению поставленных задач [Инструкция]. В качестве составных элементов в показатель эффективности могут входить характеристики технологий, параметры элементов этих технологий и многие другие компоненты. Но, безусловно, главным являются те показатели, которые определяют степень соответствия (1.6) реальными требованиями по безопасности эксплуатации - достаточности, избыточности и способности реагировать на изменения условий функционирования. При этом адекватность технологии управления, ее элементы (1.6) должны соответствовать критерию "эффективность-стоимость", что позволяет избежать излишних затрат на разработку и использование (1.6) при условии выполнения моделью структуры (1.3) своих функций. Тогда представляется, что в области морской транспортной индустрии термин «корпоративной культуры безопасности» можно определить как набор мероприятий и отношений, включенных в (1.4) – (1.6) и направленных на обеспечение безопасности, то есть на уменьшение и предотвращение аварийности в целях сохранности человеческих жизней и имущества на море, защиты и сохранения морской среды. Таким образом, термин " корпоративная культура безопасности" становится в настоящее время постоянной составляющей всех идей, связанных с безопасностью. Безопасность обеспечивается лишь в том случае, когда все структурные подразделения и персонал СУБ компании выполняют требования нормативных документов, связанных с безопасностью.

Таким образом, корпоративную культуру безопасности следует рассматривать как корпоративное понятие, как некую философию, которая должна поддерживаться на практике при

обязательном наличии в модели (1.3) и механизмах (1.4) – (1.6) мероприятий и отношений формирующих свойства управляемости и наблюдаемости.

Литература

Анисимов А. Н. Судовая ключевая операция – связанная пара «признак-состояние» / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2003. – Т.6, № 1. – С. 3 – 8.

Анисимов А. Н. Особенности социального управления в системах менеджмента безопасностью / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2003. – Т.6, № 1. – С. 9 – 16.

Бурков В. Н. Основы математической теории систем. М.: Наука, 1977..

Железнов И. Г. Сложные технические системы (оценка характеристик). – М. : Высш. шк. , 1984. – 119 с.

Жухлин А. М. Идентификация упрощенных моделей управляемости поисковыми методами // Эксплуатационные методы исследования способов активного воздействия на мореходные качества судов: Тез. доклада Всесоюз. Н-Т Конф. по эксплуатации и гидродинамике судна. – Одесса, 1984. с. 78 – 80.

Меньшиков В. И. Информационная оценка полноты гарантированного планирования судовой ключевой операции / В. И. Меньшиков, К. В. Меньшикова, М. А. Пасечников, Н. В. Калитенков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2004. – Т.7, № 3. – С. 364 – 369.

Меньшиков В. И. Организованность социо-технической системы, обеспечивающей поддержание заданного уровня состояния безопасной эксплуатации судна / Меньшиков В. И., Пасечников М. А., Меньшикова К. В. Гладышевский М. А. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2006. – Т. 9. № 2. - С. 268 – 281.

Меньшиков В. И. Практическое использование метода ситуационного управления в системах менеджмента безопасной эксплуатацией / В. И. Меньшиков, К. В. Меньшикова. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2004. – Т.7, № 3. – С. 370 – 374.

Меньшиков В. И. Система управления с позиции целенаправленного действия / В. И. Меньшиков, А. Н. Анисимов, Фургаса Десалень Мердаса. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2000. – Т. 3, № 1. – С. 7 – 12.

Меньшиков В. И. Управление системой безопасности морского судоходства / В. И. Меньшиков, В. М. Глущенко. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 1998. – Т. 1, № 1. – С. 13 – 16.

ФОРМАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВ

Смирнов А. Ж. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация:

Предупреждение аварийности связано с поиском новых возможностей. Одна из задач - снижение доли "человеческого фактора" в общем объеме аварийности мирового флота.

Abstract. Prevention of accidents associated with the search for new opportunities. One of the problems-declining share of the "human factor" in the total world fleet accidents.

Интерес к исследованиям в области предупреждения аварийности связан в первую очередь с тем, что повышение надежности функционирования организационно-технической системы несения ходовой вахты сдерживается "человеческим фактором" или, в терминологии Международной Морской Организации (ИМО), – "человеческим элементом". Именно данный факт и обуславливает активное проведение исследований по определению элементов личного и коллективного неверного, с точки зрения безопасности и производства, поведения «человеческого элемента» в организационно-технических структурах связанное с разработкой элементов корпоративной культуры разрешения судовых проблемных ситуаций, ограниченных рамками концепции «социальный».

Современные технологии организации рыбодобывающего комплекса требуют четкого алгоритма и стереотипа выбора и сравнения альтернатив, зависящих от уровня осторожности судовых специалистов (допустимого риска), который, в свою очередь, определяется этими же специалистами. Элементы корпоративной культуры способны к решению судовых проблемных ситуаций с профилактикой личных и коллективных ошибочных действий «человеческого элемента».

Необходимо отметить, что Комитеты морской безопасности и защиты морской окружающей среды ИМО еще в мае и сентябре 1997 года одобрили Временное руководство по применению концепции Формальной оценки безопасности (ФОБ). Целью данной концепции является обеспечение управления безопасностью мореплавания, включающей защиту жизни и здоровья людей, морской окружающей среды и собственности, в соответствии с требованиями Кодекса МКУБ. Формальная оценка безопасности - это рациональный и систематизированный процесс определения рисков, связанных с судоходством, и сравнительной оценки стоимости выбора наиболее перспективных вариантов управления этими рисками. Тогда концепция формальной оценки безопасности должна обеспечивать рациональную и систематизированную деятельность берегового и судового персонала СУБ компании с определением рисков и выполнением сравнительной оценки стоимости вариантов по снижению этих рисков. В тоже время философия ФОБ позволяет использовать концепцию как эффективное средство принятия решений о потенциальной опасности еще до возникновения аварии. Международная Морская Организация рекомендует ФОБ в качестве руководства не только по оценке, но и по управлению безопасностью на морском флоте. Следовательно, применение ФОБ в качестве руководства по управлению безопасностью на морском флоте предполагая использование мероприятий, исходящих из свойства наблюдаемости. Следовательно, концепцию ФОБ совместно с системным подходом, ориентированным на организацию в СУБ управляемости и наблюдаемости, необходимо рассматривать как компоненты

современной концепции безопасности и соответственно привлекать в корпоративную культуру управления безопасностью.

Анализ деятельности компаний в области менеджмента безопасной эксплуатацией судов показывает, что всестороннее внедрение таких целевых инструментов, как Международный Кодекс управления безопасностью (МКУБ) и ФОБ невозможно без выделения адекватного управленческого ресурса, включающего три основных компонента – техническую, организационную и социальную. Однако на практике администрации компаний еще достаточно часто прибегают к «ресурсосберегающим технологиям» как в части определения, так и в части использования управленческого ресурса в системах менеджмента безопасной эксплуатации судов (СУБ).

Исследования, проведенные в рамках проекта IRMETS [2] говорят о том, что даже при целостности и достаточности нормативной базы судоходной компании, выполнение «конвенционных работ», связанных с обеспечением безопасной эксплуатации судна, осуществляется при недостаточном управленческом ресурсе. Поэтому для обеспечения баланса между требованиями к ресурсу и его выделяемым объемом обычно [1], рекомендуется использовать подход, выражаемый в «минимальной избыточности». Такой подход должен быть положен в основу «ресурсосберегающих технологий» и должен одновременно учитываться как в современной концепции безопасности на море, так и в корпоративной культуре управления безопасностью.

Одной из важных проблем при осуществлении промышленного мореплавания является формирование правильной и эффективной реакции организационно-технической системы вахтенной службы на разрушительные воздействия грозящих опасных ситуаций. Такие события могут проявляться многократно. Одноразовый или одномоментный подход способен лишь обеднить картину развития аварийной ситуации, а не дать возможности выявлять действия и события причинно-следственного характера, которые в конечном итоге приводят как к материальным, так и другим нежелательным последствиям. Исходя из этого, можно предположить необходимость в разработке эволюционных моделей движения состояний судовых ключевых операций, которые могут складываться в процессе функционирования организационно-технической системы эксплуатации судна при несении вахты [3] и которые могут быть представлены в виде последовательных временных диаграмм (графов) [5]. При разработке такой модели необходимо учитывать, что всякая организационно-техническая система подвержена воздействию человеческого фактора, который способствует появлению ошибок в зависимости от характера и интенсивности воздействия внутренних и внешних факторов и могут варьироваться с учетом конкретных обстоятельств эксплуатации судна. Принято считать, что нормальным состоянием судовой ключевой операции является эксплуатационное состояние, которое устойчиво к воздействию опасных факторов, уравниваемых адекватными реакциями организационно-технической системы в целом. Эволюционные модели состояний судовой ключевой операции, составленные в рамках ассоциативно-структурного подхода, и модель их взаимосвязи [4] способны обеспечить как процесс оценки надежности эксплуатации судна, так и прогнозирования эффективности вложения средств на поддержание системы управления безопасной эксплуатацией этого судна.

Процесс оценки безопасности в рамках терминов введенных в ФОБ должен начинаться с ответственности за принятие решений и определения сущности проблемы и ее граничных условий. Характеристика опасностей и рисков должна производиться качественно и количественно, иметь лингвистическое описание, подкрепленное математическими зависимостями, включать данные, необходимые для всестороннего ранжирования вариантов снижения рисков.

Подводя итог выше сказанному, необходимо отметить, что для определения рисков необходимо располагать следующими данными: типом судна и его конструкция; район плавания; вероятность воздействия внешних факторов (системы движения судов, прогнозы погоды, рейсовые донесения и т.д.); возможные виды аварий и система их предотвращения и/или преодоления и т.д.

Литература

Меньшиков В. И. Минимизация навигационных рисков в эргатической системе «Интегральная система мостик – судоводитель» / В. И. Меньшиков, В. А. Чкония. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2002. – Т.5, № 2. – С. 183 – 186.

Меньшиков В. И. Оптимизация ресурса в системах управления безопасной эксплуатацией судов / В. И. Меньшиков, К. В. Меньшикова, М. А. Пасечников. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.–2002. – Т.5, № 2. – С. 177 – 182.

Меньшиков В. И. Особенности планирования и реализации безопасного и оптимального навигационного процесса / В. И. Меньшиков, Кукуи Фирмин Дживо. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2003. – Т.6, № 1. – С. 61 – 64.

Тропин Б. Л. Целостность систем эксплуатации судов компании с минимизацией избыточности ресурса / Тропин Б. Л., Кузьминых А. С., Меньшиков В. И. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2008. – Т. 11. № 2. - С. 360 – 363.

Чкония В. А. Оценка достоверности представления базы данных судовому специалисту в интегрированной системе ходового мостика. / В. А. Чкония, В. И. Меньшиков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2003. – Т.6, № 1. – С. 81 – 86.

К ВОПРОСУ О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

Смирнов А. Ж. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Смирнова Н. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра менеджмента, коммерции, маркетинга и рекламы)

Аннотация: Совершенствование корпоративной культуры управления состоянием эксплуатации судов связано с техническими, социальными и организационными мероприятиями.

Abstract. Improving the state management of corporate culture vessel operations due to technical, social and organizational activities.

Каждая судоходная компания в рамках структуры должна развивать собственную корпоративную культуру безопасности в соответствии со своими принципами и традициями. Исследователи корпоративной культуры [1,4,5], независимо от отраслевой специфики организации, выделяют факторы, которые в наибольшей степени способствуют тому, чтобы сотрудники становились патриотами своей организации. К ним относят позитивное отношение администрации к работникам (внимание, поддержка инициативы), наличие прочной связи результатов труда и его оплаты, объективную оценку достижений работника, возможность профессионального и карьерного роста; влияние психологического климата в коллективе на процесс эксплуатации судна, ощущение командой судна значимости и важности выполняемой работы и т.д.

Неясные цели, недостатки в сфере управления, невнимание к людям и затруднения, связанные с бюрократическими процедурами, негативно сказываются на моральном состоянии персонала, снижая уровень развития корпоративной культуры [4]. В условиях мореплавания не всегда существуют условия для того, чтобы начать в полном объеме работу по повышению приверженности своих сотрудников. Руководителю часто представляются более срочными и приоритетными такие задачи, как, например, трудности с поставками сырья и сбытом готовой продукции. Но решить эти проблемы в одиночку, без помощи коллектива приверженного целям организации, не сможет, ни один руководитель. Некоторые авторы даже называют корпоративную культуру - внутренней экологией компании.

Корпоративная культура - одно из самых эффективных средств привлечения и мотивации сотрудников. Как только человек удовлетворяет потребности материального уровня, у него возникает потребность в значимом положении в коллективе, общности ценностей, нематериальной мотивации. И здесь на первый план выходит корпоративная культура. Одной из составляющих корпоративной культуры является корпоративная культура безопасности, что особенно актуально в условиях мореплавания. Необходимо учитывать тот факт, что существуют трудности в предсказаниях состояния, в котором будет находиться корпоративная культура безопасности после внедрения тех или иных улучшений (инноваций) технологий, процедур, социальных методов управления и нормативных актов [3]. В данном процессе большое значение и актуальность имеют современные технологии, активно развиваемые в наши дни.

Внедрение новых технологий при эксплуатации судов не способно мгновенно повысить уровень безопасности. Это связано с человеческим фактором, а именно с инерцией сознания, долей консерватизма в скорости и тапах внедрения технологий. Главным критерием при

оценке последствий от внедрения новых технологий управления при обязательной наблюдаемости мероприятий должна стать статистика аварийных ситуаций, аварий и катастроф. Так, например, в судоходных компаниях Северного бассейна исключение инерции в сознании судовой администрации при внедрении новых технологий по эксплуатации и формированию новых положений культуры управления реализуется за счет постоянной рассылки циркулярных писем на суда о произошедших аварийных случаях.

Оповещению подлежат такие события как, например, навалы судов на другие суда, причалы и средства навигационного обеспечения (отказ рулевого устройства, выход из строя авторулевого), остановки судов, часто в узкостях (неисправности в машинном отделении, обесточивание судна). Администрация судов оповещается о задержаниях судов иностранными властями при проверках государством порта за границей (несоответствие технического состояния нормам безопасности), о поломках технических средств судовождения (гироскопы, радары, САРП, лаги), травматизме среди членов экипажей судов (несоблюдение техники безопасности, нахождение в алкогольном состоянии). Выше перечисленные факты говорят о необходимости развития и регламентации культуры безопасности.

Существуют три направления по совершенствованию корпоративной культуры управления состоянием эксплуатации судов: техническое, социальное и организационное. Первое направление основано на поиске технических решений повышения уровня безопасности, включая разработку правил и норм, регламентирующих ее уровень. Например, нормы прочности корпуса разрабатываются всеми классификационными обществами мира. Возможно эргономическое управление безопасностью: выбор технических решений при проектировании и постройке судна и создании инфраструктуры морской индустрии, направленных на улучшение взаимодействия системы человек-оператор.

Второе направление, как показывает статистика, является определяющим, так как 65-90 % аварий и катастроф случается по причине ошибок человека. Однако привить культуру безопасности судовому и береговому персоналу компании возможно лишь на ранней стадии формирования специалиста. В связи с этим профессиональная подготовка судовых специалистов должна начинаться общего теоретического образования.

Третье, социальное направление развития корпоративной культуре управления безопасностью, определяя порядок взаимодействия «человеческих элементов» в организационной структуре компании, является комплексным и наиболее эффективным. Главной идеей организационного совершенствования корпоративной культуры управления безопасностью является высокая степень самооценки и саморегулирования как на индивидуальном, так и на уровне компании. При саморегулировании «человеческий элемент» может в рамках свойства прогностической наблюдаемости независимо реагировать на помехи и возмущающие воздействия, особенно когда нет времени изучать правила и руководства. Если «человеческий элемент» подготовлен в области корпоративной культуры безопасности, включающей свойство прогностической наблюдаемости, верит ее принципам, то он в состоянии принять верное и быстрое решение, которое позволит избежать воздействия помех на объект управления (в данном случае - на судно).

Рассмотрев особенности формирования корпоративной культуры управления можно сделать вывод о том, что лишь компании, деятельность которых на современном этапе направлена на поддержание свойств управляемости и диагностической наблюдаемости, как составляющих этой культуры, могут должным образом осуществлять заявленную политику в области безопасности. В подтверждение этой мысли, можно процитировать фразу из доклада генерального директора Российского Регистра Судоходства Н. А. Решетова на одном из международных семинаров, посвященных безопасности мореплавания: «Основная идея корпоративной культуры безопасности заключается в понимании каждым сотрудником организации - от

высшего руководства до рядового состава - того, что все аварии, в конечном итоге, могут быть предотвращены!»

По наблюдениям исследователей, корпоративная культура часто определяется сферой деятельности. Традиционно корпоративная культура в рыбодобывающей отрасли более строга и предопределена условиями труда. Ряд авторов [1,3,4,5] отмечают важность соотнесения уместности корпоративную культуру с отраслевыми и рыночными особенностями. Однако все авторы отмечают невозможность «пускать все на самотек». Корпоративная культура управления состоянием эксплуатации судов в рыбной отрасли очень часто оказывается весьма стойкой и консервативной, и для ее преодоления негативных факторов требуются значительные усилия и время. Необходимо понять, от кого исходит эта отрицательная культура, если велико влияние неформальный лидер и/или специалиста с недостаточным уровнем профессиональной компетенции, можно попробовать повлиять на него, заменить его другим специалистом или изменить социометрическую позицию. Если это судовые традиции, то их надо медленно, с учетом особенностей «кривой отношения к инновациям», менять, постепенно вводя новые.

Важно понять, ценят ли люди, работающие в компании, наличие корпоративной культуры и каково их отношение к корпоративной культуре безопасности. Ряд авторов отмечают [1,2,5] что, более 60 % предпочитают, чтобы их компания чем-то отличалась, имела свои традиции. Внедрение в новую культуру - процесс часто сложный и болезненный. Надо не просто понять все тонкости, но и «впитать» их в себя. Адаптация к корпоративной культуре - один из самых сложных моментов для работника после прихода на новое место.

Таким образом, можно смело заявлять, что корпоративная культура безопасности является наиважнейшей составляющей общей корпоративной культуры компании". Предпосылки для дальнейшего совершенствования корпоративной культуры безопасности и ее основных компонент (управляемости и прогностической наблюдаемости) отражены, во-первых, в положениях Международной конвенции по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты 1978 года с изменениями 1995 года (далее Конвенция ПДНВ-78/95), повышающей ответственность за подготовку судового персонала и безопасное укомплектование судов экипажами. Во-вторых, в требованиях МКУБ на всех уровнях управления безопасностью. В-третьих, широкое внедрение в морских организациях, на предприятиях, в судоходных компаниях систем качества на основе стандартов по управлению качеством ИСО (Международная организация по стандартизации) серии 9000 и стандартов по управлению состоянием окружающей среды ИСО серии 14000. При этом важнейшим направлением развития корпоративной культуры безопасности в судоходных компаниях с привнесенными свойствами управляемости и прогностической наблюдаемости является эффективная эксплуатация СУБ компании, отвечающая подходам, изложенным в концепции по формальной оценке безопасности (ФОБ) и наставлении по реализации этой концепции [2]. Литература

Анисимов А. Н. Особенности социального управления в системах менеджмента безопасностью /А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2003. – Т.6, № 1. – С. 9 – 16.

Меньшиков В. И. Информационная оценка полноты гарантированного планирования судовой ключевой операции / В. И. Меньшиков, К. В. Меньшикова, М. А. Пасечников, Н. В. Калитенков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т.– 2004. – Т.7, № 3. – С. 364 – 369.

Меньшиков В. И. Организованность социо-технической системы, обеспечивающей поддержание заданного уровня состояния безопасной эксплуатации судна / Меньшиков В. И., Пасечников М. А., Меньшикова К. В. Гладышевский М. А. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2006. – Т. 9. № 2. - С. 268 – 281.

Шейн В., Жуплев А., Володин А., Корпоративный менеджмент: опыт России и США. - М., 2001.

Шейн Э. Организационная культура и лидерство. - СПб., 2002.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ШВАРТОВКИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ

Холичев С.Н. (Мурманск, МГТУ, Кафедра судовождения)

This article reviews present methods of mooring to the vessel at anchor. All reviewed methods are described in details. The analysis made contributes to solving challenges of ensuring safe mooring operation to the vessel at anchor.

Швартовка к борту судна, стоящего на якоре, является весьма распространённым видом судовых ключевых операций. Выполнение такого сложного вида маневрирования, как швартовка на якоре, как правило, диктуется производственной необходимостью. Ввиду сложности проведения швартовных операций к борту судна, стоящего на якоре к ней прибегают не так часто, как, например, к швартовке на ходу, но в силу ряда обстоятельств рассматриваемый вид швартовки используется в морской практике достаточно часто.

Швартовные манёвры выполняемые швартующимся судном в рассматриваемых условиях имеют несколько характерных особенностей:

- выход к борту судна, стоящего на якоре осуществляется только с его подветренного борта при этом швартующееся судно на протяжении всего маневрирования должно двигаться с минимально возможным курсовым углом к ветру или течению; в случае присутствия в районе выполнения швартовной операции обоих факторов, влияющих на управляемость, при выборе курса выхода к борту швартующегося судна следует отдавать предпочтение направлению течения при небольших скоростях ветра или осреднённом направлению ветра и течения; когда осреднённое направление ветра и течения определить сложно, необходимо ориентироваться на линию, проходящую через место расположения якоря и среднюю точку траектории движения на якоре швартующегося судна;
- судоводителю швартующегося судна необходимо предельно точно прогнозировать не только траекторию движения собственного судна, но и траекторию движения швартующегося судна, постоянно соизмеряя взаимные положения обоих судов в процессе маневрирования с учётом скоростей перемещения швартующихся судов;
- при выходе на швартовку судоводителю необходимо оценить степень защищённости швартующегося судна от волны и ветра, как в момент первого контакта швартующихся судов, так и при дальнейшей совместной стоянке с учётом соблюдения условий безопасности выполнения грузовых операций; предопределить положение швартующегося судна в момент выхода швартующегося судна к борту швартующегося судна, в соответствии с чем выбрать режим маневрирования курсом и скоростью; учитывать направление якорной цепи относительно выбранного борта швартовки, отдавая предпочтение борту, противоположному борту отдачи якоря.

Выбор способа маневрирования швартующегося судна к борту судна, стоящего на якоре во многом зависит от соотношения размеров швартующихся судов, гидрометеорологических условий в районе выполнения швартовной операции и характера поведения швартующегося судна в сложившихся условиях внешних воздействий. В данном случае оптимальным считается вариант, когда швартующееся судно меньше по размерам швартующегося судна. Безопасность швартовной операции двух одинаковых по размерам судов может быть обеспечена только в случае благоприятных гидрометеорологических условиях, т.е. при устойчивых значениях параметров течения и небольшом по силе ветра в районе выполнения швартовной операции.

Если швартуемое судно меньше швартуемого судна наиболее благоприятные условия для швартовки представляются при выходе швартуемого судна к наветренному борту во время его движения от линии симметрии в крайнюю точку траектории рыскания и в момент выхода в крайнюю точку траектории рыскания перед сменой направления движения швартуемого судна, а также при выходе к подветренному борту, в момент начала движения швартуемого судна под ветер после изменения знака курсового угла к ветру. Так как направление распространения волн, как правило, не совпадает с направлением ветра (направления распространения могут отличаться до 45°), швартоваться рекомендуется с подветренного борта в момент выхода швартуемого судна на направление распространения волн, так как в этом случае бортовая качка швартуемого судна, а также швартуемого судна в последней стадии швартовки будет минимальной.

Если размеры швартуемых судов примерно равны, а их инерция значительна, маневрирование швартуемого судна рекомендуется начинать с момента выхода швартуемых судов в позицию, позволяющую швартуемому судну выйти в положение швартовки до момента выхода швартуемого судна в крайнее положение на траектории его рыскания.

Подход к борту судна и последующая стоянка в благоприятных погодных условиях достаточно просты и безопасны при условии соблюдения соответствующих мер предосторожности. К указанным мерам следует отнести следующие действия швартуемого судна:

- до начала маневрирования швартуемого судна, необходимо убедиться в сохранении швартуемым судном своего положения;
- при выборе борта швартовки (если нет ограничений в возможности дальнейшего осуществления грузовых операций) следует швартоваться к борту противоположному тому, с которого отдан якорь;
- в качестве ограничений при выборе борта швартовки следует учитывать наличие выступающих частей с борта швартуемого судна, особенно при швартовке в условиях волнения;
- не рекомендуется резко изменять режим работы главной силовой установки швартуемого судна (в последней стадии швартовки особенно), это может привести к потере его управляемости и неизбежному навалу, при этом следует помнить, что швартуемое судно неуправляемо и может легко изменить своё положение от соприкосновения с ним или от воздействия на него струи винтовой отработки, например, при даче заднего хода; в зависимости от места и направления приложенных усилий к швартуемому судну со стороны швартуемого судна в момент навала швартуемое судно может приобрести продольное и вращательное движение, изменив характер рыскания;
- во избежание повреждений корпусов швартуемых судов борт швартовки на швартуемом судне должен быть оборудован кранцевой защитой, при этом необходимо применять кранцы на обоих судах, на швартуемом судне кранцевая защита должна быть на всём протяжении участков вероятного соприкосновения корпусов швартуемых судов;
- для исключения сильных рывков и повреждения швартовных средств и устройств, следует подавать швартовы с носовым и кормовым направлениями выноса, избегая их подачи перпендикулярно борту швартовки.

При выполнении швартовной операции малого по размерам судна к борту большого судна вся тактика маневрирования строится так, чтобы время выполнения манёвра было минимизировано.

Выход швартуемого судна к наветренному борту швартуемого судна осуществляется в направлении кормового подзора под углом $10 - 20^\circ$ к диаметральной плоскости швартуемого судна. По мере сближения швартуемого судна с швартуемым судном, курс швартуемого

гося судна ориентируется на среднюю часть планируемого места швартовки у борта швартуемого судна; при подходе швартуемого судна к планируемому месту швартовки следует регулировать его скорость таким образом, чтобы избегать резких изменений режима работы главной силовой установки, для этого судоводителю необходимо достаточно хорошо знать манёвренные характеристики своего судна, а также учитывать степень влияния на них внешних факторов; в момент положения швартуемого судна на траверзе планируемого места швартовки и параллельно борту швартуемого судна подаются бросательные концы.

Подача бросательных и выборка швартовов должны осуществляться одновременно. Преждевременное (до подачи второго швартова) обтягивание одного из них приводит к резкому отставанию противоположной оконечности корпуса, предотвратить которое иногда невозможно.

Выбор подветренного борта в качестве борта швартовки, как правило, обусловлен наличием волнения в районе выполнения швартовочной операции. При этом судоводителю швартуемого судна необходимо учитывать, что борт швартовки швартуемого судна движется в направлении борта швартуемого судна и скорость его движения может быть чрезмерно большой для осуществления безопасного контакта швартуемых судов. В этом случае относительная исходная позиция швартуемых судов должна быть такова, чтобы в момент начала движения курс швартуемого судна был сориентирован относительно носовой оконечности швартуемого судна под углом не менее $40 - 60^\circ$, для того, чтобы при выходе швартуемого судна к борту швартуемого судна на расстояние равное $(1 \div 2)$ ширины корпуса швартуемого судна обеспечить подход к борту швартуемого судна под углом не менее $15 - 20^\circ$ для уменьшения площади соприкосновения швартуемых судов в момент их первого контакта.

В случае не точного расчёта со стороны швартуемого судна и выхода его к кормовому подзору швартуемого судна следует немедленно прервать выполнение швартовочной операции с выходом швартуемого судна в безопасную позицию в направлении по ветру.

Если выход швартуемого судна из полосы движения швартуемого судна невозможен и навал швартуемых судов станет неизбежен, необходимо, прежде всего, уменьшить вероятность продольного движения швартуемого судна относительно борта швартуемого судна в момент их контакта.

Более благоприятные возможности представляются для швартовки малого судна к борту большого во время замедления движения швартуемого судна или его полной остановки в момент выхода в крайнюю точку траектории рыскания. Для безопасного выполнения такого манёвра судоводитель швартуемого судна должен предельно точно рассчитать момент выхода своего судна в крайнюю точку траектории рыскания швартуемого судна, когда последнее будет там находиться. В данном случае, успех всей швартовочной операции определяется правильным выбором относительной исходной позиции швартуемых судов, знанием судоводителем швартуемого судна как манёвренных характеристик собственного судна, так и манёвренных особенностей поведения судна, стоящего на якоре с учётом его аэродинамических и гидродинамических характеристик, а также гидрометеорологических условий в районе проведения швартовочной операции.

Выполнение швартовочных операций относительно равных по размерам судов имеет ряд характерных особенностей, на установлении которых следует остановиться отдельно. Указанные особенности в основном происходят из-за отсутствия у больших судов такой же манёвренности как у малых судов, т.е. относительно лёгкая подвижность швартуемого судна утрачивает роль определяющего фактора в выборе момента подхода.

В первом случае рекомендуется швартовка к наветренному борту. Курс швартуемого судна в исходном положении ориентируется относительно форштевня швартуемого судна под углом 15 - 20° на расстоянии примерно полторы длины швартуемого судна от его кормы. Подход производится с учётом совместного дрейфового смещения, как швартуемого судна, так и швартуемого судна на скорости, обеспечивающей швартуемому судну управляемость для сохранения направления движения по линии. С приходом швартуемого судна на траверз борта швартовки инерция его движения гасится работой движителя в расчёте первоочередного касания носа швартуемого судна борту швартуемого судна в районе планируемого места швартовки.

При подходе швартуемого судна к борту швартуемого судна подаётся носовой продольный швартов работа движителем прекращается в момент крепления носового швартова. Кормовая часть швартуемого судна сблизится с кормовой частью швартуемого судна за счёт вращательного движения последнего.

Рассмотренный способ маневрирования швартуемого судна при выполнении швартовной операции к борту судна, стоящему на якоре можно считать безопасным даже в том случае, если швартуемое судно несколько задержится с подходом к месту швартовки и швартуемое судно начнёт разворот в сторону противоположного движения.

Литература

Дмитриев, В.И. Справочник капитана: справочник/ В.И. Дмитриев – Москва: Элмор, 2009. – 797 с.: ил.

Кацман Ф.М. Управляемость судов в различных условиях плавания : учеб. пособие / Ф. М. Кацман, А. Г. Маковский ; М-во транспорта РФ, ФГОУ "ГМА им. адм. С.О.Макарова", Каф. теории и устройства судна. - СПб. : Изд-во ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2005. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 51. - 30-80.

Снопков, В.И. Управление судном: учебник /В.И. Снопков – Москва: Транспорт, 1991. – 359 с. : ил.

Тихомиров В.П. Управление маневрами корабля./ В.П. Тихомиров – Москва: Воениздат, 1963. – 340 с. : ил.

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.

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.

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.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ДВУХВАЕРНОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ МАНЕВРЕ СУДНА

Альтшуль Б. А. (*г. Калининград, КГТУ, кафедра высшей математики*)

The article offer a brief characteristic of the mathematical model of the movement of a two-warp trawl complex; references are given for a more detailed description.

Как известно, проблема движения траловой системы при криволинейном маневре судна имеет важное значение в практике тралового лова. Математическое исследование этой проблемы проводилось, в частности, в монографии [1]. Стремление достичь разумного компромисса между сложностью математической модели, возможностью вычислительных средств и адекватностью реальному процессу обуславливало принятую в 1 одноваерную схематизацию траловой системы. На базе этой схематизации удалось получить достаточно приемлемое представление о нестационарном движении траловой системы, когда изменяются скорость судна, длина вытравленных ваеров и другие параметры, характеризующие это движение.

Однако одноваерная схематизация траловой системы не давала ответов на ряд вопросов, возникающих при криволинейном движении судна. В связи с этим была разработана более адекватная действительности, так называемая, двухваерная модель движения траловой системы [2,3 4].

Согласно указанной модели траловый комплекс схематизируется исходящими из одной точки (судна) двумя стержнями (ваерами), на концах которых находятся сосредоточенные массы (распорные доски). Из каждой распорной доски выходной стержень (кабель), соединенный с соответствующим стержнем-ваером шаровым шарниром без трения. Оба кабеля сходятся в одной точке, обладающей массой и характеризующей сетную часть трала. Модель учитывает веса и массы всех указанных элементов, а также их сопротивление движению как функции скоростей и конструктивных параметров.

Простейший вариант математической модели построен в предположении, что судно движется в горизонтальной плоскости O_{xy} неподвижной декартовой прямоугольной системы координат. При этом длины вытравленных ваеров в процессе движения – постоянны. В этом случае при заданном законе в движения судна положение траловой системы в любой момент времени можно однозначно определить следующими параметрами: углами между проекциями ваеров и левого кабеля на плоскость O_{xy} и одной из координатных осей, например, осью O_y ; углом между левым ваером и его горизонтальной проекцией; углом между левым кабелем и его горизонтальной проекцией.

Относительно этих пяти параметров, рассматриваемых как обобщенные координаты системы, составлены пять дифференциальных уравнений движения, являющихся уравнениями Лагранжа второго ряда. Эти уравнения составляют основу математической модели пространственного нестационарного движения двухваерной траловой системы [2,3].

Построенная математическая модель позволяет более полно описать динамику траловой системы. В частности, при криволинейном маневре судна она позволяет не только оценить расстояние между распорными досками, но и рассчитывать скорость каждой из них, давая тем самым возможность предотвращать потерю устойчивости внутренней по отношению к траектории судна распорной доски из-за недопустимого падения ее скорости. Теория позволяет вычислить скорость трала, оценить величину его проседания при криволинейном маневре, а также более эффективно управлять его движением с помощью распорных устройств.

Литература

Альтшуль Б.А. Динамика траловой системы/ Б.А. Альтшуль, А.Л. Фридман.-: Агропромиздат, 1990.- 240с.

Altschul B.A., Ermakova T.V. Equations of trawl system movement at its schematization by two-warp model// Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems/ Vol.6.-nara, Japan.-2010< p.251-258.

Альтшуль Б.А. Математическое описание движения тралового комплекса при его схематизации двухваерной моделью ,Б.А. Альтшуль,, Т.В. Ермакова,, Известия КГТУ. Калининград.- 2011.- № 20.- с. 141-147.

Альтшуль Б.А. Учет изменения длины вытравленных ваеров в математическом описании движения тралового комплекса при его схематизации двухваерной моделью, Известия КГТУ. Калининград.- 2011.- № 23.-с. 127-130.

К ВОПРОСУ О ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Меньшиков В.И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения);

Анисимов А.Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра управления судном и промысловства);

Анисимов А.А. (г. Мурманск, инженер-судоводитель);

Бутаков А.А. (г. Мурманск, МГТУ, аспирант).

Аннотация. Рассматривается система безопасности мореплавания, как совокупность трех элементов: море, человек и судно. От внешнего воздействия на элемент и изменения его состояния, другие элементы также должны измениться с тем, чтобы система была в равновесии но в другом состоянии, что определяет фазовый переход системы.

Abstract This system is considered the safety of navigation, as a combination of three elements: the sea people and the ship. From external influence on element and change its status, other elements also must change to the system was in equilibrium but in the other State that determines the phase transition of the system.

Авторами рассматривается система человек-судно-море, как система, функционирование которой, при условии «равенства» в ней элементов, обеспечивает условия соблюдения и заданный уровень безопасности мореплавания. Установлено, что фазовое равновесие (состояние) данной системы, а равно и соблюдение безопасного мореплавания, обеспечивается поддержанием входящих в нее элементов уровню стандартных требований международных и национальных норм и правил. Нарушение и невыполнение требований Резолюций, Кодексов и др. национальных норм и правил неизбежно приводит к несоответствиям в установившихся связях, как в самих элементах, так и к нарушению баланса этих связей между элементами в системе. С другой стороны, изменение состояние внешней среды также может приводить к изменению состояния элементов системы. Поэтому требования к обеспечению безопасности мореплавания судна в тумане, ночью, в шторм, в осенне-зимний период, при ледовом плавании и пр. ужесточаются и устанавливаются исходя из преобладающих тех или иных условий.

Стабильное состояние системы может быть нарушено под влиянием внешних условий, допустим при качественном изменении и переходе в системе элемента «море» в другое агрегатное состояние. Принято, что нормальное состояние окружающей среды, это жидкая среда (жидкость), находящаяся в состоянии относительного покоя, при условиях, когда, допустим, могут проводиться ходовые испытания судна. Известно, что для их проведения, снятия и определения достоверных параметров, определяющих мореходные качества судна, необходимо соблюдение определенных условий по гидрометеорологическим факторам, т.е., чтобы ветер, волнение и др. не превышали установленных правилами Регистра параметров. Однако, с изменением и переходом летнего сезона на осенне-зимний период, жидкая среда – море, переходит в качественно другое твердое состояние – лед, в замерзающих морях.

Соответственно, это другое фазовое состояние водной среды требует от остальных элементов системы – «человек» и «судно» также изменений, с тем, чтобы привести систему в равновесие и безопасность мореплавания обеспечивалась бы на заданном уровне.

Так, от элемента «судно» она требует конструктивных изменений и усиления корпуса, надежной работы приводов, механизмов, устройств, дополнительного оборудования и пр., что должно быть выполнено на стадии проектирования и постройки судна. Известно, что суда ледового плавания имеют разный ледовый класс, подтверждающий плавание судна в тех или иных льдах по сплоченности, толщине, в сплошном поле, битом льду, в канале за ледоколом, в припае и пр. Отсюда вытекает, что и маневренные качества судов с разным ледовым классом должны удовлетворять различным условиям ледового плавания.

Маневренные элементы, полученные в условиях спокойного моря не будут отвечать требованиям безопасности мореплавания в ледовых условиях, или скажем так, в условиях ледового плавания должны быть свои маневренные элементы. Имеемые стандарты маневренных качеств судна полученные на чистой воде не могут быть перенесены на условия ледового плавания судна. В силу того, что среда плавания изменила свое состояние, то для обеспечения безопасного мореплавания возникает необходимость иметь ледовые стандарты маневренных качеств судна. К сожалению, сегодня мы повсеместно наблюдаем попытку втиснуть стандарты маневренных качеств судна на чистой воде в условия ледового плавания, обсчитать, получить результаты и пытаться реализовать их на практике. Но, это невозможно сделать или не правильно по одной простой причине: движение судна по поверхности воды под воздействием на него внешних возмущающих факторов описывается известными общепринятыми параметрами, изменение которых и определяет тот или иной вид движения. Применительно к плаванию судна во льдах и по изменению параметров, движение судна наблюдается как не установившееся, за исключением некоторых случаев, как, например, движения за ледоколом в поджатом канале. При таком не установившемся виде движения судна говорить о поворотливости и руководствоваться элементами циркуляции не совсем корректно. Можно допустить идеальные условия, когда ледовое плавание осуществляется в однородном сплошном поле одинаковой толщины. Однако элементы циркуляции, полученные по аналогии как на чистой воде, не будут отражать и приближенно те «элементы», которые будет иметь судно в реальных ледовых условиях. С некоторым оптимизмом можно говорить об управляемости с позиции устойчивости судна на курсе. Как нам представляется, более корректно плавание судна во льдах может быть описано рыскливостью, качеством, которое находится между двумя антагонистическими качествами управляемости судна – устойчивостью на курсе и поворотливостью. Ледовая эксплуатационная управляемость, назовем ее так, может быть представлена графически, и будет отражать изменение некоторых параметров, описывающих движение судна в той или иной ледовой обстановке, в зависимости от перекладки руля. Действительно, если ледовое плавание судов сводится к основным трем режимам движения, как:

- на переменных курсах в обход больших сплоченных или отдельных крупных ледовых образований (поля айсбергов);
- плавание генеральным курсом в зоне дрейфующего льда;
- форсированный режим по преодолению тяжелых сплоченных льдов и плавание в припае, то именно ледовая эксплуатационная управляемость может присутствовать в каждом и характеризовать тот или иной режим движения.

Элемент «человек» в системе человек-судно-море должен мгновенно адаптироваться к новому состоянию окружающей среды и к новым ледовым условиям плавания, например. Время адаптации напрямую связано с уровнем подготовки и опыта моряка. Теоретическая и практическая подготовка в учебных заведениях должны охватывать условия ледового плавания, характеристики льдов, теорию и методы управления во льдах и пр. Сегодня, к сожалению,

нию, мы имеем стандартно подготовленного специалиста в свете требований МК ПДНВ-78\95 для плавания в стандартных спокойных условиях водной среды на стандартном, с требованиями ИМО по маневренным качествам, судне. Недостаток или вообще отсутствие ледовых маневренных качеств судна компенсируются капитаном, и слава Богу, если это «не стандартно» подготовленный специалист, а думающий, мыслящий имеющий школу ледового плавания и практический опыт работы. Но, если на мостике «стандартного» судна «стандартный» специалист, то вероятно и управлять он будет «стандартными» приемами и методами, которым его обучили в стандартной водной среде. Результаты можно не прогнозировать, они достаточно освещаются в СМИ, пример, ситуации ледового плавания судов прошлой зимой на Балтике и др.

Опыт лоцманской ледовой проводки судов Белым морем и при заходах в порты подтверждает, что сегодня на мостике идет смена поколений моряков. Новая система подготовки моряков направлена на заучивание тех или иных норм, положений и пр., а не на понимание физики процессов. Поэтому на мостике сегодня встречаешь моряков не мыслящих и понимающих, а исполняющих. При самостоятельном ледовом плавании и в караване за ледоколом при условии соответствия параметров ледового класса судна условиям ледового плавания. большую долю в обеспечении безопасности имеет организационная сторона. Прежде всего в этой организационной составляющей важное место занимает метод и схема управления главным двигателем (ГД) - процедура. Известно, что современные суда практически все имеют систему ДАУ – дистанционного автоматического управления ГД. При наличии винта регулируемого шага (ВРШ) ДАУ завязана разными режимами непосредственно на частоту вращения ГД и разворот лопастей посредством МИШ (механизм изменения шага гребного винта). При ледовом плавании не все имеемые режимы управления ГД и ВРШ посредством ДАУ приемлемы в обеспечении безопасности мореплавания, например, в караване. Имеются факты навалов судов, когда впереди идущее в караване судно застревает, а сзади – не успевает затормозить в силу разных причин и пр. Одна из основных причин, это инерционность системы ДАУ, поскольку это электро-пневно-электро-механическая система. Эта инерционность ДАУ и создает предпосылки аварийных ситуаций при плавании в караване, поскольку ДАУ не успевает отработать ВРШ на полный задний ход, например, за время, за которое бы можно отработать в режиме машинный телеграф (МТ). Когда спрашиваешь капитана, почему он использует именно «комбинированный» не совсем подходящий режим управления ГД, то ответ один, так принято в компании. Действительно, компания на острове Кипр в лице менеджера молодой дамы больше понимает в ледовом плавании нежели капитан поэтому и указания идут примерно такие – «...ни в коем случае во льду не работать на задний ход винтом...» и др. Капитан умоляет лоцмана не давать задний ход ГД, т.к. его заменят в первом порту захода как не выполнившего предписания судовладельца. Или другая ситуация на вопрос капитану почему он во льдах не включает вторую помпу на рулевой машине, ответ прост, работающая ломается, останется в рабочем состоянии другая. Объяснения что вероятность поломки одной работающей помпы при плавании во льдах больше, чем двух работающих помп, не убеждают, т.е. так принято в компании. Сегодня мы наблюдаем двойной подход в понятии безопасность мореплавания. С одной стороны люди непосредственно участвующие и находящиеся на судна, с другой стороны люди также участвующие в обеспечении безопасности но находящиеся на берегу в комфортных условиях. Не понимание друг друга, на наш взгляд, по простой причине, у одних безопасность «бумажная», у других – реальная и страшная. Гибель ПБП «Кольская» подтверждает это. В ледовом паспорте судна также присутствует общая литературная установка на соблюдение в основном скоростных режимов при плавании в караване, процедуры, как таковой по организации ледового плавания нет.

Не менее важное значение в ледовом плавании имеет метод определения сплоченности льда. Несмотря на современные навигационные средства и оборудование, метод определения сплоченности льда остается старый – метод визуального сравнения. Сравнивая сплоченность льда визуально на дистанции 1-1,5 м через промежутки времени, мы можем спрогнозировать сплоченность льда по направлению генерального движения судна. Этот прогноз мы можем сформировать в светлое время суток, а как быть ночью, в плохую погоду при снеге, тумане и др. Можно сказать, что сегодня элемент «человек» в системе человек-судно-море занимает одно из важных позиций в обеспечении безопасности, как элемент связующий, управляющий, прогнозирующий, выбирающий, принимающий решение и реализующий их с учетом фазового состояния элементов системы и самой системы.

Внутренние изменения элемента «человек» могут приводить к пренебрежению в вопросах обеспечения безопасности мореплавания, норм и правил. Так, например, переход человека из состояния бодрствования в состояние сна, может привести к столкновению или посадке судна на мель в стесненных водах. Изменение (элемент «море») состояния внешней среды - ясная погода, в состояние - густой туман, может изменить внутреннее состояние человека. Состояние уверенного в управлении судном человека переходит в состояние неуверенного, в силу различных причин, например, незнание норм и правил плавания при ограниченной видимости, отсутствие опыта. Состояние неуверенности в своих способностях и запоздалый вызов на мостик капитан также может привести к столкновению или посадке на мель в стесненных водах. Вышеотмеченное изменение элементов системы приведет к изменению элемента «судно» из состояния эксплуатационного в состояние аварийное и фазовому переходу всей системы в другое состояние.

Из вышеотмеченного можно сделать некоторые выводы. Можно говорить о том, что в системе безопасности мореплавания мы имеем фазовые переходы в силу изменения состояния ее элементов. Фазовый переход системы может осуществляться как при внешнем воздействии и при изменении состояния элементов системы, так и при внутреннем изменении состояния элементов системы. Как таковые фазовые переходы системы безопасности мореплавания неизбежны как в рамках эксплуатационных условий, так и в состоянии аварийной ситуации. Задача руководителя компании и капитана судна заключается в том, чтобы определить критические узлы и связи и не допустить перехода эксплуатационных фазовых переходов системы в состояние аварийное.

СОВРЕМЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПЛАВАНИЯ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ МОРСКИХ ГОСУДАРСТВ. ПРИМЕНЕНИЕ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ, ПРОЕКЦИИ ТИПА МЕРКАТОРА И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДАННОГО ГОСУДАРСТВА

Санаев А. И. (г. Мурманск, МГТУ)

Санаев Я. М. (г. Санкт-Петербург, СПГУТД СЗИП)

Аннотация. Предлагается рассмотреть в комплексе морские навигационные карты в территориальных и прибрежных водах данного морского государства в проекции подобной проекции Меркатора с использованием национальной геодезической системой координат, где применяются приведённые координаты данной системы. Данный доклад может заинтересовать морские государства, которые выпускают морские карты своих территориальных вод на собственной геодезической системе, чтобы обеспечить навигационную безопасность своих судов.

В этих условиях применить аналитические методы для малых и средних расстояний до навигационных ориентиров. Данными способами должны пользоваться военные суда, гражданские суда, суда занимающие промыслом морепродуктов в территориальных водах и просто любые суда в данных районах.

Следует отметить, что применение аналитических методов определения места судна графические погрешности определения места судна отсутствуют, что повышает безопасность судоходства в территориальных водах от навигационных опасностей.

Обычно гидрографы для выполнения гидрографического промера используют высоко точные способы определения галсов промера. Для малых и средних расстояний до навигационных ориентиров используются лазерные дальномеры, теодолитные засечки, измерение горизонтальных с помощью гидрографических секстанов. Использование аналитических способов определения гидрографических галсов, также повысит точность определения, так как не будет графических погрешностей. Навигационные карты, электронные карты данных районов необходимо периодически обновлять, так как рельеф дна данных районов изменяется от различных явлений.

Краткое содержание: Дается анализ географических, геодезических, астрономических, приведённых координат и геодезических систем, которые используются. Рассматриваются визуальные способы, малые и средние расстояния данного района для аналитических способов определения места судна на национальной морской карте в проекции подобной проекции Меркатора в геодезической системе данного государства.

Приводятся аналитические формулы для аналитического определения места судна для сферы. Расчёты погрешностей определений для вероятности 95%. Указывается возможность автоматизировать процесс для электронных морских карт.

Вначале рассмотрим координаты, которые применяются для различных карт:

Географические координаты. Форма Земли сфера с центром тяжести в центре сферы, с определённым радиусом. Имеется математическая формула сферы. Географические координаты являются приближенными координатами Земли. Применяются на различных морских картах.

Геодезические координаты. Форма Земли эллипсоид вращения. Математическая формула известка. Известны большая полуось эллипса вращения, малая полуось и сжатие. Начальное направление на эллипсоиде вращения нормаль к поверхности в данной точке. Применяются при геодезических работах и на топографических картах.

Астрономические координаты. Форма Земли - Геоид. Очень сложная поверхность. Пока математической формулы нет, но в этом направлении идут геодезические, астрономические, гравитационные и другие работы. Начальное направление на Геоиде направление силы тяжести центра Земли. Астрономические координаты очень медленно, но изменяются, так как изменяется положение точки весеннего равноденствия. Астрономические координаты используются для контроля географических и геодезических координат Земли.

Геоцентрические прямоугольные сферические координаты при использовании в координатах навигационных спутников. Даются координаты центра тяжести Земли и геодезические системы различных морских стран. Данные используются в двух системах, а. Геоцентрическая прямоугольная сферическая гринвичская система. Ось X направлена на точку пересечения земного экватора с Гринвичским меридианом, б. Геоцентрическая прямоугольная сферическая экваториальная система, которая учитывает годовые изменения точки весеннего равноденствия. Ось Y направлена на точку весеннего равноденствия. Пока рассматривать эти координаты не будем.

Приведённые координаты. Каждая морская страна имеет свой эллипсоид вращения. Берёт большую полуось эллипса вращения, создаёт сферу с радиусом равным большой полуоси, проектируют координаты на эту сферу и получают приведённые координаты в проекции подобной Меркатора. Из-за этого координаты различных территориальных вод морских государств имеют свои различия, поэтому необходимо соблюдать геодезические системы самих карт и способы определения места судна в той же геодезической системе в этих районах.

Прибрежный морской промер опирается на визуальные способы определения места судна и на береговые навигационные, створные знаки, геодезические пункты, пассивные и активные радиолокационные отражатели и другие навигационные объекты, которые нанесены на морской карте в данной геодезической системе данного государства. При этих условиях на прибрежных картах все изобаты данного района, навигационные опасности опираются на береговые навигационные объекты, поэтому визуальные определения судна являются в одной системе и показывают истинное положение судна на морской карте с определённой погрешностью. Что даёт основание не допускать навигационных аварий при грамотном использовании данной системы.

Самыми точными определениями в этой зоне являются измерение лазерными дальномерами расстояний до береговых навигационных знаков. Определения с помощью береговых засечек теодолитами с двух- трёх навигационных ориентиров. Далее с помощью измерения теодолитом дирекционного угла и расстояния лазерным дальномером при теодолите с навигационного ориентира, а также с помощью измерения секстанами горизонтальных углов между тремя наиболее надёжными комбинациями навигационных ориентиров, с судна. Эти определения производят гидрографы при промерах вблизи морского берега. Определения по двум горизонтальным углам очень точные, когда судно не находится на круге неопределённости. Через три навигационных ориентира, не лежащие на одной прямой, можно провести одну окружность, которая пройдёт через них, а если на этой окружности будет находиться судно, то определить его место невозможно. Будет круг неопределённости. При надёжной комбинации из трёх ориентиров погрешность такого определения составляет метр. Самые распространённые определения штурманов в этой зоне по двум и трём пеленгам, взятым с судна, по пеленгу и измеренному расстоянию с помощью судовой радиолокационной станции (РЛС) до одного и того же ориентира, по двум и трём расстояниям, измеренным с помощью РЛС.

Для этих целей нужно иметь крупномасштабную морскую данного государства карту. Координаты на морских картах приведённые, которыми пользуется данное морское государство. Далее морскую карту нужно подготовить, чтобы аналитически определять обследованное счисление. Из средств навигационного оборудования выписываются координаты навигационных и створных знаков, пассивные и активные радиолокационные отражатели и другие навигационные объекты, которые можно использовать для обследованного счисления на данной морской карте. По данному пути на карте выбираются оптимальные способы определения места судна и даётся алгоритм расчёта СКП.

Средне- квадратическая погрешность (СКП) определения места судна.

СКП - с вероятностью $P=65\%$ при определении по двум пеленгам, по двум расстояниям и по пеленгу и расстоянию. Для этого надо представлять, что такое изолиния. Это линия равного навигационного параметра, когда измерен визуальный пеленг, то изолиния будет прямая, если измерено расстояние, то изолиния будет окружность, то есть судно находится на этой окружности во время измерения этого параметра. Для определения СКП вводится понятие линия положения. Это касательная к изолинии в точке определения места судна, тогда все измеренные навигационные параметры будут прямые линии на карте, и будет однообразное решение для определения СКП. Надо представлять ещё направление градиента. Это перпендикуляр к изолинии и по этому направлению идёт максимальное изменение навигационных измеряемых параметров. Любое измерение связано с погрешностью измерения. Измеряя пеленг, мы получаем погрешность в градусах порядка 0,8 - 1,5 градусов в зависимости от погоды. Зная направление градиента и величину градиента, определяем величину переноса изолинии в точке определения места судна. Измеряя расстояние, мы получаем окружность, и имеем погрешность, связанную с данной дальностью шкалы индикатора радиолокационной станции. От этой дальности берётся определенное количество % и получается погрешность измерения расстояния. В этом случае градиент изолинии равен 1 (единице). Приведём общую формулу определения СКП.

$$M_0 = 1/\sin\Theta (m_{\text{пн}}^2 + m_{\text{рн}}^2)^{1/2},$$

Величина градиента (g) равна $1/57,3$, погрешность пеленга равна τ° Линия положения равна $m_{\text{пн}} = m^\circ \cdot D/57,3$. Погрешность первого пеленга примерно равна второму. Угол пересечения пеленгов (Θ) - это разность пеленгов. Окончательно имеем:

$$M_0 = m^\circ/57,3 \cdot \sin\Theta (D_1^2 + D_2^2)^{1/2},$$

где угол пересечения пеленгов (Θ) должен быть в пределах 30 — 150 градусов. Если дистанция взята в милях, то и результат будет в милях, если в кабельтовых, то погрешность будет в кабельтовых.

Определение по двум расстояниям.

Величина градиента расстояния равна $g=1$, угол пересечения двух окружностей на карте Э- это угол пересечения двух касательных к окружностям в точке пересечения. Определяется графически по карте. Погрешность то зависит от шкалы дальности, на которой измерено расстояние по РЛС. Если погрешность будет взята в метрах, то и величина СКП будет в метрах.

$$M_0 = 1,41m_D / \sin\Theta.$$

Определение по пеленгу и расстоянию на один ориентир.

Величины погрешностей и градиентов указаны выше. Угол пересечения пленга и окружности равен 90 градусов, поэтому синус этого угла равен 1.

$$M_0 = [(m^0 \cdot D / 57,3)^2 + m_D^2]^{1/2}$$

Если расстояние и погрешность расстояния взята в кабельтовых, то и результат получим в кабельтовых.

Для вероятности $P=95\%$ нужно M_0 умножить на 2,3. Для дальнейшего изучения о погрешности необходима специальная литература.

Допустимую точность погрешности можно связать с масштабом морских карт и предельной графической точностью на бумажной карте. Так, например, масштаб 1:100 000 - 1:500 000 точность определения своего места на этих картах должна быть порядка - 200 - 1000 метров. Масштаб 1:500 000 - погрешность порядка 50 метров. Масштаб 1:200 000 - погрешность порядка - 40 метров. Масштаб 1:100 000 - погрешность 20 метров. На картах масштаба 1:100 000 и крупнее на больших судах, длиной более 40 метров, должна быть взята точка на судне, к которой должны быть все определения относиться. От этой точки на судне должны быть взяты курсовые углы на место нахождения репитеров компаса, антенн, где принимаются радиоволны от радиомаяков и от искусственных навигационных спутников Земли, от антенны радиолокационной станции, а также расстояния до них. Имея эти величины можно на основе формул письменного счисления вводить поправки для средней точки судна и изображать размеры самого судна на электронной карте. Величина поправок зависит от широты места судна и её изменения не слишком большие. Такой подход к морским картам крупнее масштаба 1:100 000 делает судовождение в прибрежных и территориальных водах более безопасным, особенно когда будет использован аналитический способ определения места судна по береговым объектам, его точка, к которой будут отнесены координаты, само изображение габаритов судна и национальные морские карты данного морского государства.

Аналитическое определение места судна в территориальных водах.

Навигационные морские карты для территориальных вод издаются на основе национальных геодезических дат (систем). Гидрографический промер (изобаты, надводные и подводные опасности, всё, что нанесено на этих картах) в этих районах связано с береговой геодезической сетью данного государства, поэтому рассмотрим для них некоторые аналитические способы определения места судна, которые повысят точность определения. В этих случаях отсутствуют графические погрешности, которые имеются при работе штурманскими инструментами на морской карте. Координаты навигационных знаков должны быть занесены на электронную морскую карту. 1. Аналитическое определение по двум визуальным пленгам.

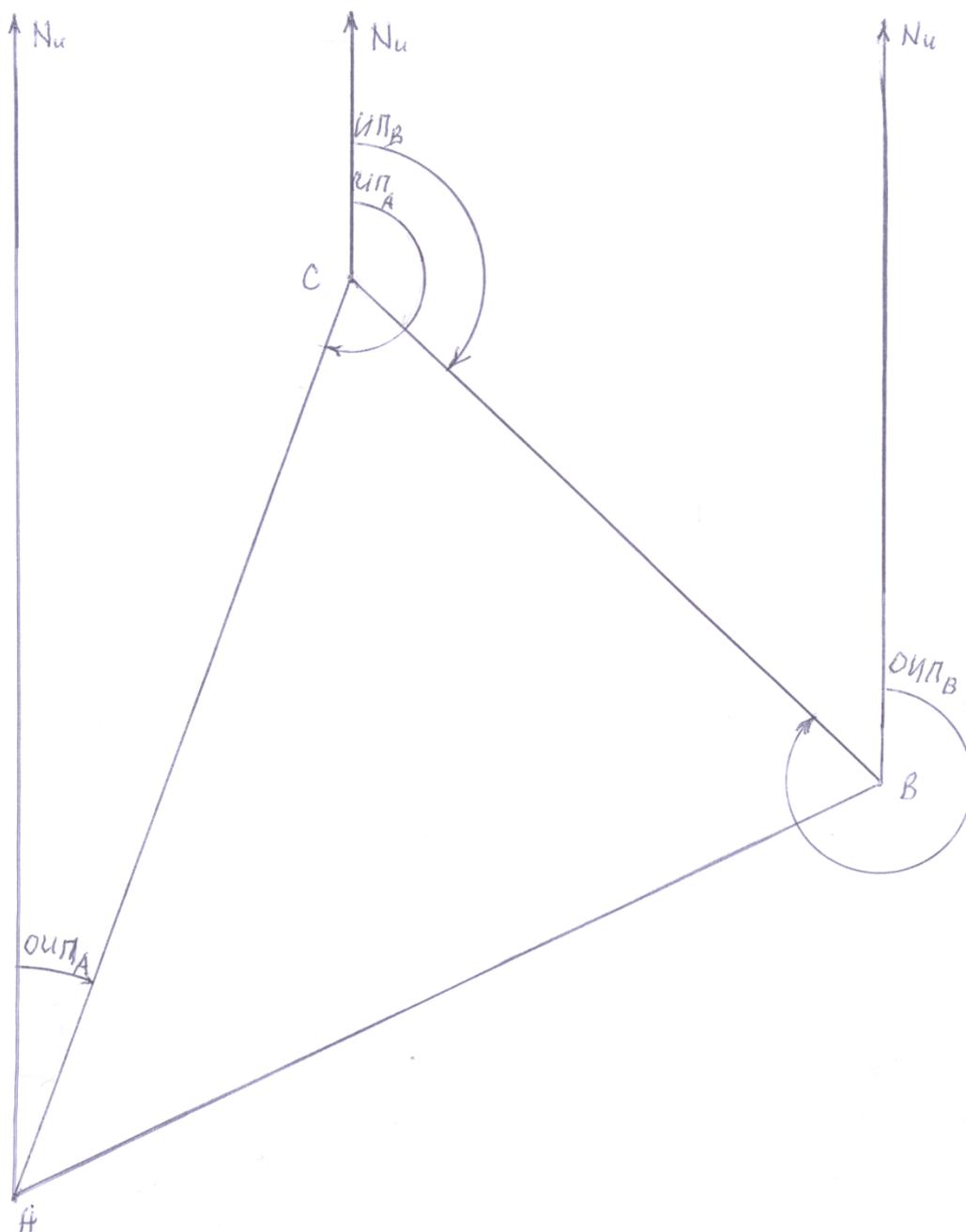


Рис. 1. Определение по двум пеленгам

Выбрав два навигационных ориентира, где пересечение пеленгов от этих знаков будет не менее 30° и более 150° . Зафиксировать их координаты. Берём на них ГКП. Первым берём пеленг, который на острых курсовых углах судна. Второй пеленг на ориентир, который ближе к траверзу и записываем время и отчёт лага. Переводим их в ОИП. Далее запишем два уравнения локсодромии, которые идут от навигационных ориентиров на судно. Имея эти данные, записываем уравнения двух изолиний, от навигационных ориентиров. Имея два уравнения, с двумя неизвестными, широтой и долготой судна, решаем его и получаем место судна. Приведём это аналитическое решение, а также дадим пример. Запишем два уравнения локсодромии для шара, которые проходят через оба объекта и место судно в данный момент. (Рис. 1.)

$$\lambda_0 = [\lambda_A + \text{TgOИП}_A \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_0/2) - \text{TgOИП}_A \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_A/2)]$$

$$\lambda_0 = [\lambda_B + \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_0/2) - \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_B/2)] .$$

Обозначим $\omega = \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_0/2)$ и запишем:

$$\lambda_0 = \text{TgOИП}_A \cdot \omega = \lambda_A - \text{TgOИП}_A \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_A/2)$$

$$\lambda_0 = \text{TgOИП}_B \cdot \omega = \lambda_B - \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_B/2) .$$

Решая систему двух уравнений, с двумя не известными, определяем аналитически координаты точки С .

$$\omega_{\text{рад}} = [(\lambda_B - \lambda_A) + \text{TgOИП}_A \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_A/2) - \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_B/2)] / (\text{TgOИП}_A - \text{TgOИП}_B)$$

$$\varphi_0 = 2(\arctg e^\omega - 45^0) .$$

$$\lambda_0 (\text{рад}) = \{ [\lambda_B \cdot \text{TgOИП}_A - \lambda_A \cdot \text{TgOИП}_B + \text{TgOИП}_A \cdot \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_A/2) - \text{TgOИП}_B \cdot \ln \text{Tg}(45^0 + \varphi_B/2)] \} / (\text{TgOИП}_A - \text{TgOИП}_B) .$$

$$\lambda_0^0 = \lambda_0(\text{рад}) \cdot 57,295\ 780 .$$

Рис. 1

Пример. Карта 12 ООО, печати 1990 года. Масштаб 1:200 000.

Маяк «А». Вайдагубский

$$\begin{aligned} \varphi_A &= 69^0\ 56,75' \text{ N} = 69,945\ 833^0 . \\ \lambda_A &= 31^0\ 56,85' \text{ E} = 31,9475^0 = 0,557589 \text{ рад} . \\ (45^0 + \varphi_A/2) &= 79,972916^0 . \\ \text{OИП}_A &= 81,5^0 . \end{aligned}$$

Маяк «В». Цыпнаволоцкий,

$$\begin{aligned} \varphi_B &= 69^0\ 43,90' \text{ N} = 69,731667^0 \text{ E}, \\ \lambda_B &= 33^0\ 06,0' \text{ E} = 33,1^0 = 0,577704 \text{ рад} . \\ (45^0 + \varphi_B) &= 79,865833^0 , \\ \text{OИП}_B &= 352,8^0 , \end{aligned}$$

$$e = 2,71828182, \quad \rho^0 = 57,295; \quad (\lambda_B - \lambda_A) = 0,020115 \text{ рад},$$

Решение:

$$\omega_{\text{рад.}} = (0,020115 + \text{Tg}81,5 \cdot \ln \text{Tg}79,972916 - \text{Tg}352,8 \cdot \ln \text{Tg}79,865833) / (\text{Tg}81,5 - \text{Tg}352,8) = 1,7354042.$$

$$\varphi_0^0 = 2(\text{arcTg}2,7182818^{1,7354042} - 45^0) = 69,999892^0 = 69^0 59,987' \text{ N.}$$

$$\lambda_{\text{рад.}} = \{ [(0,577704 \cdot \text{Tg}81,5 - 0,557589 \cdot \text{Tg}352,8) + \text{Tg}81,5 \cdot \text{Tg}352,8 \cdot (\ln \text{Tg}79,972916 - \ln \text{Tg}79,865833)] \} / (\text{Tg}81,5 - \text{Tg}352,8) = 0,5759856.$$

$$\lambda_0^0 = 33,001599 = 33^0 00,1' \text{ E.}$$

Ответ: $\varphi_0 = 69^0 59,8' \text{ E}$, $\lambda_0 = 33^0 00,1' \text{ E}$.

(для карты масштаба 1: 200 000).

Можно для контроля использовать и третий пеленг, взять первый или второй пеленг и аналитически решить систему определения по двум пеленгам, определить средне-квадратическую погрешность и сравнить с первой погрешностью. Это повысит надёжность и безопасность судовождения в территориальных водах.

2 Аналитическое определение по пеленгу и расстоянию, измеренному с помощью РЛС, на один и тот же ориентир. Данное определение одно из самых простых. (Рис.2.)

Необходимо знать координаты ориентира. Взяв ЕКП ориентира и расстояние ДА до него с помощью РЛС, рассчитываем ОИПД и записываем два уравнения для морской карты. Желательно, выбрать активный или пассивный радиолокационный отражатель, чтобы не было промахов.

$$\text{РШ} = D_A / (1 + \text{Tg}^2 \text{ОИП}_A)^{1/2},$$

$$\text{ОТШ} = D_A \cdot \text{Tg} \text{ОИП}_A / (1 + \text{Tg}^2 \text{ОИП}_A)^{1/2},$$

$$\text{РД} = \text{ОТШ} / \text{Cos}(\varphi_A + \text{РШ}/2),$$

$$\varphi_0 = \varphi_A + \text{РШ}, \quad \lambda_0 = \lambda_A + \text{РД},$$

$$\varphi_{\text{ср.}} = \varphi_A + \text{РШ}/2 = (\varphi_A + \varphi_0)/2$$

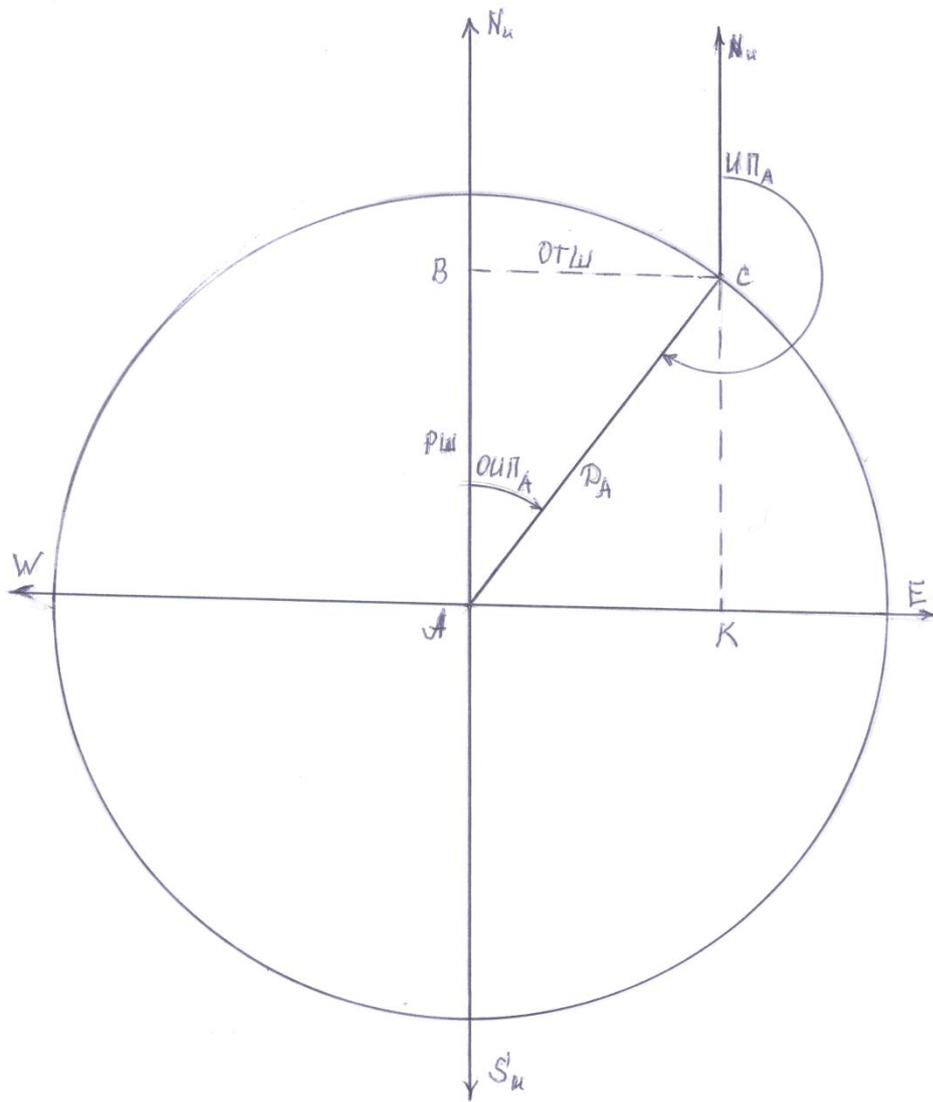


Рис.2. Определение по пеленг и дистанции

Пример. Карта № 12 103. Масштаб 1: 200 000. Навигационный ориентир «А»

$$\varphi_A = 70^{\circ} 14,2' N = 70,236667^{\circ} N, \quad \lambda_A = 20^{\circ} 42,5' E = 20,708333^{\circ} E,$$

$$\text{ОИП}_A = 45,5^0, \quad D_A = 8,3' \text{ (мили)}$$

Решение:

$$\text{РШ} = 8,3 / (1 + \text{Tg}^2 45,5)^{1/2} = 5,818' \text{ к N},$$

$$\varphi_0 = 70^0 14,2' + 5,818' = 70^0 20,018' \text{ N},$$

$$\text{ОТШ} = 5,818' \cdot \text{Tg} 45,5 = 5,9204392' \text{ к E},$$

$$\varphi_{\text{ср}} = 70^0 17,1' = 70,285^0,$$

$$\text{РД} = 5,9204392' / \text{Cos} 70,285^0 = 17,553' \text{ к E},$$

$$\lambda_0 = 20^0 42,5 + 17,553' = 21^0 00,053' \text{ E}.$$

Для повышения точности выбирается другой ориентир и до него измеряется расстояние. Аналитически решается, а результаты сравниваются.

3 Аналитическое определение по двум измеренным расстояниям с помощью судовой РЛС. Рис.3.

Необходимо выбрать и опознать ориентиры. Желательно, выбрать два активных радиолокационных отражателя или же пассивных. Знать их координаты выбранных навигационных ориентиров.

Вначале надо измерить расстояние до ориентира, который ближе к траверзу судна. Решение произведём на сфере, так как расстояния небольшие. Имеем два измеряемых расстояния Д_А и Д_В- Координаты ориентиров известны. По этим данным рассчитываем ортодромическое расстояние на сфере. Имеем сферический треугольник с тремя известными сторонами, поэтому можем рассчитать и найти данные необходимые для определения места судна.

Выбраны и опознаны два навигационных ориентира, желательно два активных радиолокационных отражателя, А и В . (Рис. 3.). Имея координаты ориентиров, рассчитываем расстояние между ними по двум формулам:

$$\text{Sin}^2 (S/2) = \text{Sin}^2 [(\varphi_B - \varphi_A)/2] + \text{Cos}\varphi_B \cdot \text{Cos}\varphi_A \cdot \text{Sin}^2 (\lambda_B - \lambda_A) \quad (1).$$

Эту формулу можно использовать для малых расстояний, точность функций можно брать с точностью до шестого знака после запятой.

$$\text{Cos } S = \text{Sin}\varphi_A \cdot \text{Sin}\varphi_B + \text{Cos}\varphi_A \cdot \text{Cos}\varphi_B \cdot \text{Cos}(\lambda_B - \lambda_A) \quad (1a).$$

Используя эту

формулу для малых расстояний можно, но точность функций надо брать с точностью до девятого знака после запятой и даже выше.

Рассчитав S и измерив Д_А и Д_В , имеем в сферическом треугольнике АВС три стороны, и это позволяет определить полупериметр Р, а также базовые углы А и В по формулам:

$$\text{Полупериметр.} \quad P = 0,5(D_A + D_B + S), \quad (2)$$

Половина базово-го угла А.

$$\sin^2 A/2 = [\sin(P-D_A) \cdot \sin(P-S)] / (\sin D_A \cdot \sin S), \quad A = A/2 \times 2. \quad (3)$$

Половина базового угла В.

$$\sin^2 B/2 = [\sin(P-D_B) \cdot \sin(P-S)] / (\sin D_B \cdot \sin S) \quad B = B/2 \times 2. \quad (4)$$

Привлекая из сферической тригонометрии, для сферического треугольника АСВ, формулу четырёх рядом лежащих элементов, определяем прямое и обратное направления ортодромии К_{Д-В} и К_{В-А}.

$$\text{Tg}K_{A-B} = [\sin(\lambda_B - \lambda_A)] / [\text{Tg}\varphi_B \cdot \cos\varphi_A - \sin\varphi_A \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A)] \quad (5)$$

$$\text{Tg}K_{B-A} = [\sin(\lambda_B - \lambda_A)] / [\sin\varphi_B \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A) - \text{Tg}\varphi_A \cdot \cos\varphi_B] \quad (6)$$

Имея базовые углы А и В, а также ортодромические направления К_{А-В} и К_{В-А} находим ортодромические направления с навигационных ориентиров А и В на точку С. Чтобы определить знаки у базовых углов необходимо сделать рисунок данной ситуации.

$$K_{A-C} = K_{A-B} - A, \quad (7)$$

$$K_{B-C} = K_{B-A} + B. \quad (8)$$

Наконец, имея ортодромическое направление с навигационного ориентира и расстояние от ориентира до судна, аналитически определяем место судна по формулам, вытекающим из сферического треугольника АРНС.

$$\sin\varphi_0 = \sin\varphi_A \cdot \cos D_A + \cos\varphi_A \cdot \sin D_A \cdot \cos K_{A-C}, \quad (9)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_A = (\text{Tg}D_A \cdot \sin K_{A-C}) / [\cos\varphi_A - \text{Tg}D_A \cdot \sin\varphi_A \cdot \cos K_{A-C}] \quad (10)$$

$$\lambda_0 = \lambda_A + \Delta\lambda_A. \quad (11)$$

Аналогично, из треугольника ВРМС.

$$\sin\varphi_0' = \sin\varphi_B \cdot \cos D_B + \cos\varphi_B \cdot \sin D_B \cdot \cos K_{B-C} \quad (12)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_B = \text{Tg}D_B \cdot \sin K_{B-C} / [\text{Tg}D_B \cdot \sin\varphi_B \cdot \cos K_{B-C} - \cos\varphi_B] \quad (13)$$

$$\lambda_0' = \lambda_B + \Delta\lambda_B. \quad (14)$$

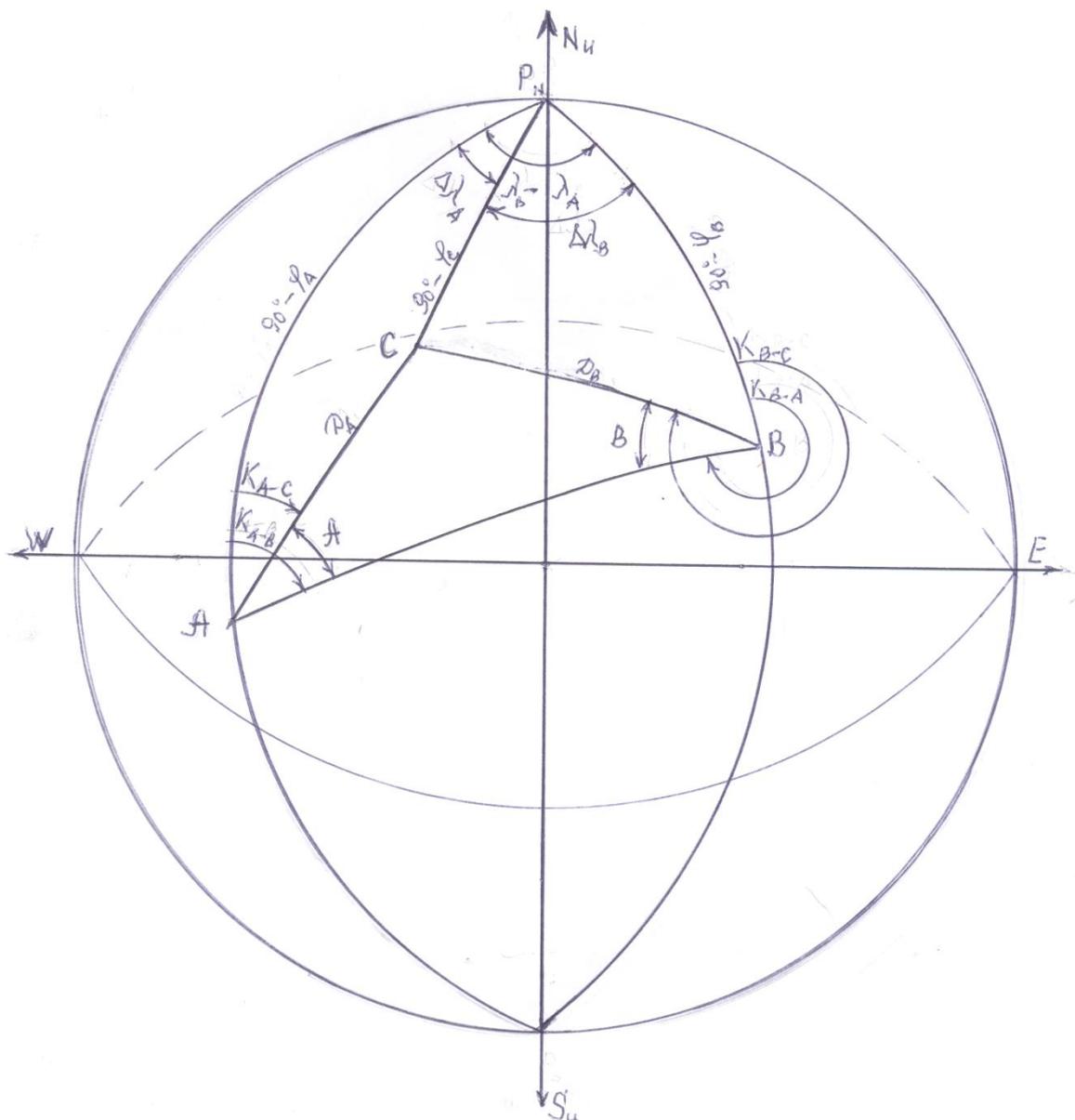


Рис.3 Определение по двум измеренным расстояниям

Результаты сравниваются с первой вычисленной широтой. Долготы аналогично рассчитываются и сравниваются.

В настоящее время, чтобы увеличить точность определения своего места в территориальных водах, необходимо увеличить точность пеленгования с помощью гирокомпасов, увеличить точность определения расстояния до береговых объектов с помощью судовых РЛС или лазерных дальномеров. Определить среднюю точку на судне, к которой будут относиться все координаты, определённые различными способами и с разных точек данного судна. (С гирокомпаса правого борта, левого борта, с гирокомпаса с ходового мостика, от радиолокационной мачты радиолокатора и так далее.). В этом случае надо от принятой средней точки на судне взять курсовые углы на данном судне на все репитеры компаса, мачты, от которых производится измерения навигационных параметров, и измерить расстояния до них. Используя формулы письменного счисления рассчитывать поправки, которые изменяются в зависимости от широты места судна. Это всё увеличит точность определения места судна.

Аналитические определения исключают графические погрешности морской карты, при графическом определении. А если на электронную карту, подобную бумажной карте территориальных вод, нанести место судна и его графические параметры длину и ширину судна и его направление, то это повысит безопасность судовождения в прибрежных и территориальных водах данного государства, при использовании морских карт данного государства. Всё это заставляет увеличить точность координат самих береговых объектов, и устанавливать над береговыми объектами визирные фигуры точно над центрами знаков, чтобы исключить редукцию от отклонения отвеса от визирной фигуры от центра знака. В настоящее время, координаты береговых объектов, даются с точностью половины кабельтова. (0,05'). Если выполнить все эти меры, записать на электронные карты координаты береговых объектов, то определение места судна может быть автоматизировано, и использованы аналитические способы определения, при визуальном определении по береговым объектам и точность приблизиться к высокой точности определения по специальным спутниковым навигационным системам. Кроме того, надо учесть, что бумажные карты прибрежных вод выпускаются на той геодезической основе, которая принята данным государством. На бумажной карте все береговые объекты, изобаты, надводные и подводные опасности находятся в одной системе.

На электронной карте крупного масштаба желательно изображать габариты судна, используя длину судна и его ширину во время прохождения узких, извилистых прибрежных рекомендованных путей. Это повысит безопасность судна.

Литература

Ухов К.С. - Навигация - М., Морской транспорт, 1952. 339с.

Ольховский В.Е. - Навигация и промысловая навигация - М., Пищевая промышленность, 1979. 544с.

Ольховский В.Е. - Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы. Учебное пособие спец. 240200 «Судовождение» и курсов повышения квалификации плавсостава. - Мурманск. Изд-во МГТУ, 1998. 57с.

Лесков М.М., Баранов Ю.К., Гаврюк М.И. - Навигация - М., Транспорт, 1986. 360с. Баранов Ю.К. - Использование радиотехнических средств в морской навигации - М., Транспорт, 1978. 224с.

Павлова А.В. - Морские навигационные карты - Л., ЛГУ. 1961. 180с. Белобров А.П. - Гидрографические работы - Л., Изд-во ГУВМС 1948. 368с. Белобров А.П. - Гидрографические работы (дополнительные вопросы) - Л., Изд-во ГУВМС 1951. 208с.

Санаев А.И., Меньшиков В.И., Пасечников М.А. - Аналитическое определение места судна в прибрежной зоне. - Вестник МГТУ, том 5. №2, 2002. стр. 195-202. Брант Р.Б., Сарлаев В.Я., Санаев А.И. - Сборник задач по навигации - (Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец. 240200 «Судовождение») - Мурманск. Изд-во МГТУ. 2005. 247. : ил.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСТРОФИЧЕСКОГО ВЕТРА НА ВЫСОТЕ 1000 МЕТРОВ ОТ УРОВНЯ МОРЯ, ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ, НАЧИНАЯ С ШИРОТЫ 40° И ВЫШЕ

Санаев А. И. (г. Мурманск, МГТУ)

Санаев Я.М. (г. Санкт-Петербург,СПГУТД СЗИП)

Аннотация. На основе имеющих дирижаблей в России сделать модернизацию их. Установить на них современные ветродвигатели и солнечные батареи. Такой дирижабль поднимается с судна на высоту 1 километр, где имеется геострофический ветер, начиная с 40 градусов широты и выше. Включаются ветродвигатели дирижабля, и он начинает работать и как парус, передавая силу тяги на морское судно посредством троса, закреплённого на носу судна. На дирижабле снимаются многие ограничения на габариты ветродвигателей. Дополнительно вырабатываются электроэнергия от ветродвигателей, так как на этой высоте скорость геострофического ветра сильнее скорости приземного ветра. Так как солнечные батареи находятся на высоте 1 километр, то плотные облака нижнего яруса Земли практически отсутствуют, присутствуют облака среднего яруса не такие плотные и верхнего, которые практически не закрывают Солнце. Грозовые облака обычно имеют небольшой промежуток по времени. Всё это позволяет выработать дирижаблю достаточное количество электрической энергии и передать с помощью электрического кабеля на судно, где оно будет использовано для вращения винта и получения движения судна.

Краткое содержание. Необходимо переоборудовать имеющий дирижабль в России и поместить больших размеров ветродвигателей и по возможности разместить солнечные батареи. Произвести необходимые испытания. Это новое дело, которое требует привлекать различных специалистов и предприятий. Рассмотреть силу, которая действует на судно от сопротивления, когда работают ветродвигатели на дирижабле и заставляет двигаться судно. Получение электрического тока с помощью ветродвигателей и передача его с помощью электрического кабеля на судно. Использование солнечных батарей, которые установлены на дирижабле и находятся в выгодных условиях, так как облака нижнего яруса не закрывают Солнце. Полученное электричество также по кабелю передаётся на судно.

Предлагается использовать данные дирижабли на побережье Северного ледовитого океана. Установит на дирижаблях радиолокационные станции. Установить на них спутниковую навигационную систему «Глонасс», для определения координат на эллипсоиде вращения ПЗ-90, в национальной системе координат. В этом случае можно будет охранять северную границу государства и охранять морскую экономическую зону. Кроме того, предлагается получение электроэнергии для ненцев, якутов, эвенков, чукчей и других народов крайнего севера. В этом случае не нужно будет завозить топливо для обслуживания посёлков Арктики. Имеются и другие варианты использования таких дирижаблей.

Многие передовые страны довольно эффективно используют энергию ветра для получения электричества. Тем более, что энергия ветра возобновляется. На Кольском полуострове, для использования ветра имеются возможность, поэтому на эту проблему уделяют внимание само правительство Мурманской области, ОАО «Колэнерго», Кольский научный центр РАН, ЗАО «Ветроэнерго. Планируется создать ветропарк.

Предлагается теоретически рассматривается геострофический ветер, который начинается на высоте 1000 метров, от широты 40° северной и южной широты и выше до полюсов.

Формулы расчёта скорости геострофического ветра:

$$U_r = P_r / 2 \cos P \sin(p).$$

U_r - скорость геострофического ветра;

P_r - горизонтальный барический градиент на 1° меридиана данной синоптической карты; p - угловая скорость вращения Земли ($\omega = 7,3 \cdot 10^{-5}$ 1/сек); P - плотность воздуха на данной широте.

Приближенная скорость геострофического ветра:

$$U_r = 4,8 P_r / \sin p.$$

По данным формулам и факсимильной карты могут производиться расчёты скорости ветра. Направление геострофического ветра. Геострофический ветер направлен вдоль изобар, оставляя низкое давление в северном полушарии слева. В южном полушарии Земли низкое давление остаётся справа. Направление геострофического ветра определяется легко по факсимильным картам, что позволяет прогнозировать скорость и направление движения судна.

Расчёты получения электроэнергии от скорости ветра, типа ветродвигателей в технической литературе имеются. Эту тему в данном докладе не будем рассматривать.

Кратко рассмотрим дирижабли. Дирижабли бывают мягкой, полужесткой и жесткой системы. Объём мягкой системы — 1 000 - 7 000 м³; полужесткой - 8 000 - 35 000 м³; жесткой до 200 000 м³. Эти дирижабли строились различными странами и эксплуатировались долгое время. При наличии новых материалов и технологий построить дирижабль возможно. Берём дирижабль, который уже имеется в России, и его переоборудуем с помощью учёных, инженеров и специальных исследовательских институтов. Переоборудованный дирижабль запускается с морского судна. Когда он достигнет высоты 1000 метров, включаются ветродвигатели, и они создают тягу, как парус. Эта тяга передаётся на судно по тросу, закреплённому на носу морского судна. Это первая схема использования геострофического ветра.

Следующий этап получение электрической энергии от ветродвигателей, передача энергии по электрическому кабелю на судно. Эта энергия будет вращать вал двигателя с корабельным винтом. Это новый принцип использования геострофического ветра. Кроме того, на такой высоте, на дирижабле, можно установить солнечные батареи. Они будут в более выгодных условиях, чем на Земле, так как облака нижнего яруса отсутствуют и солнечные батареи будут больше использовать энергию Солнца. По электрическому кабелю можно передавать энергию от солнечных батарей. Это новый подход использования возобновляемой энергии для передвижения морских судов. Кроме того, на эти дирижабли можно установить радиолокационные станции. С высоты 1000 метров, дальность видимости горизонты будет порядка 62 мили. Дальность обнаружения с этой высоты радиолокационной станции, предметов имеющих высоту будет больше. Это обезопасит судно, так как будут видны суда на больших расстояниях.

Интересен вопрос об установке стационарных дирижаблей с радиолокационными станциями на берегу, в российской Арктике для контроля морского побережья и охраны полезных ископаемых. Дирижабли могут иметь обслуживающий экипаж или могут работать в автоматическом режиме. Энергию для своих нужд они будут вырабатывать сами. Дирижаблей для охраны Арктики потребуется порядка тридцати.

Министерство обороны готовится защищать северные морские границы и ископаемые Арктики. В этом году появятся у России Арктические войска. Они будут базироваться на Кольском полуострове, на базе 200-й мотострелковой бригады. Использование указанных дирижаблей в Арктике может стать перспективным делом.

Могут быть и другие варианты. Создать мобильные отряды для эксплуатации этих дирижаблей и для контроля их. Население в Арктике малочисленное 0,1-0,2 человека на один квадратный километр. Для них можно вырабатывать электрическую энергию, которая обеспечит все нужды малочисленных народов в Арктике. Не нужно будет завозить бензин, мазут, каменный уголь для обслуживания посёлков Арктики. Экология Арктики не будет нарушена.

Этим вопросом могут заинтересоваться пограничная служба страны. Возможны другие варианты. Возможно, заинтересуется губернатор Чукотки, для создания электроэнергии без завоза нефти, угля, газа. В дальнейшем будет иметь доход от этих дирижаблей. Эта энергия нужна для трудных мест в горах, на пограничных постах и других точках страны.

Произведём краткий анализ ветродвигателей и теоретические предпосылки для использования возобновляемой энергии на Земле. Во всем мире идёт использование ветродвигателей для получения возобновляемой энергии ветра. В Канаде разработан аппарат МАРС легче воздуха с установлением на нём ветродвигателя. Ветродвигатель вращается вокруг горизонтальной оси, сам аппарат ориентирован по направлению ветра и создаёт электрическую энергию. Эта энергия передаётся по 1000 футовому тросу (300 метров) для немедленного использования. Можно использовать для зарядки аккумулятора, перекачки воды, подогрев воды и другие виды использования энергии. Преимущество МАРС перед обычными ветродвигателями снимаются многие ограничения на разрешение установки и габаритов ветродвигателей.

Типы ветряных электростанций.

Наземная, прибрежная, шельфовая и плавающая.

Современные типы ветродвигателей.

В настоящее время применяются три основных типа ветродвигателей - барабанный, крыльчатый (винтового типа) и роторный. Существуют два основных типа ветродвигателей. С вертикальной осью вращения и горизонтальной.

Мощность ветродвигателя. Зависит от скорости ветра и ометаемой площади. $N = \rho S V^3 / 2$, где V - скорость ветра, ρ - плотность воздуха, S - ометаемая площадь.

Проблемы эксплуатации.

1. Обледенение лопастей и других частей ветродвигателей.
2. Удары молний, которые могут привести пожару.
3. Отключение ветродвигателей при резких изменений скорости ветра.
4. Пожары из-за трения вращающихся частей.
5. Другие причины. (Весенние и осенние перелёты птиц.)

Разрабатываются перспективные ветряные электрические станции в США, Норвегии и других странах. Учитывается экология.

В России установлены ветровые электрические установки.

1. Куликовская. Расположена в районе Куликово, Зелиноградского района, Калининградской области. Её суммарная мощность 5,1 МВт.
2. Мощность Анадырской составляет 2,5 МВт.
3. Мощность у деревни Тюпкильды, Башкортостан, составляет 2,2 МВт.

4. Заполярная, находящая около города Воркута в Коми, имеет мощность 1,5 МВт, построена в 1993 году. Состоит из шести ветровых установок российско-украинского производства мощностью 250 кВт каждая. (АВЭ-250).

5. Около Мурманска строится опытная демонстрационная ветровая электрическая установка мощностью 250 кВт.

Компания Magenn разработала аппарат легче воздуха с установленным на нём ветродвигателем. Уже в Канаде имеется установка МАРС легче, чем воздух, ветродвигатель вращается вокруг горизонтальной оси по направлению ветра, находится на высоте 300 метров, создаёт электрическую энергию и передаёт по тросу и электрическому кабелю на Землю для использования.

Укажем дальнейшую перспективу использования энергии ветра для высоты примерно 10 километров, где почти всегда есть воздушные струйные течения. Скорость данного воздуха достигает 60-80 метров в секунду. На такой высоте и с такими скоростями ветродвигатели будут компактными и занимать мало места на дирижабле.

На первых порах можно использовать яхты и дирижабль на высоте 100 метров над водой и выше. Дано теоретическое обоснование использования возобновляемой энергии на Земле для судов.

Эту теоретическую тему можно продолжить и устанавливать подобные дирижабли на Земле в российской Арктике. Широты будут выше полярного круга, поэтому можно использовать геострофический ветер. Дирижабль или серию дирижаблей устанавливают в выбранном месте Арктики, закрепляют с помощью троса и электрического кабеля на Земле. Здесь можно иметь обслуживающий персонал и получать возобновляемую электрическую энергию. Можно заряжать аккумуляторы и использовать для малочисленных посёлков в Арктике. Завозить топливо будет не нужно. Эти дирижабли могут служить для других целей. На них можно установить радиолокационные станции на высоте порядка 1000 метров, где дальность видимого горизонта будет не менее 65 морских миль. Обнаружение судов, самолётов и других объектов будет много дальше, поэтому, установив в Арктике, на побережье примерно 30 дирижаблей они могут работать в автоматическом режиме. Безусловно, за работой этих станций надо наблюдать и их обслуживать, но арктическая граница и природные богатства будут надёжно защищена. Эта идея может, заинтересует арктическое начальство военных войск. Такие дирижабли можно устанавливать в горах, в трудно доступных, для людей районах страны. Во всяком случае, на современном уровне техники в России такая задача может быть решена. Нужна заинтересованность предпринимателей. Например, губернатора Чукотки, который мог бы вложить деньги и реализовать данную идею, получения возобновляемой энергии от геострофического ветра и солнечных батарей, установленных на дирижаблях в Чукотке. После чего имел бы доход от реализации, получаемой дешевой электроэнергией.

Другой вариант, нужна политическая воля, средства и научный потенциал самого государства Российской Федерации.

Литература

В. В. Дремлюг, Л. С. Шифрин. - Навигационная гидрометеорология. Транспорт. М., 1970, 296 с. Д. И. Стехновский, К. П. Васильев. - Справочник по навигационной гидрометеорологии. М., 1976, 166 с.

Источники.

Пресс-служба ОАО - Создаётся ветропарк. «Колэнерго». Газета Вечерний Мурманск. 15.04.2006 г. В. Волошин. - У России будут Арктические войска. Газета Комсомольская правда. Мурманск. 01.04.20011 г.

О. Ильченко. - Энергию добудут «ветряки» и тепловые насосы. Газета Комсомольская правда. Мурманск. 11.04.2011г.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ГЛУБИНЫ ПРИ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ ПРОМЕРЕ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ДЛЯ МОРСКИХ КАРТ, ИЗДАННЫХ ДАННЫМ ГОСУДАРСТВОМ, В ПРИНЯТОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ (ЧАСТИЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАДЁЖНОГО МЕСТА СУДНА НА БУМАЖНОЙ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ ДАННОГО ГОСУДАРСТВА)

Санаев А. И. (г. Мурманск, МГТУ)

Аннотация. Теоретически использован промерный планшет в проекции Гаусса-Крюгера, на котором нанесены координаты навигационных объектов, геодезических пунктов от первого и третьего класса и пункты рабочего обоснования. Применены прямоугольные геодезические координаты данной страны. Дана аналитическая методика определения глубины места промера по двум измеренным секстанам двумя гидрографами в фиксированное время. Старый испытанный метод определения места галса в прибрежном промере и нанесения на гидрографический планшет места измерения глубины с помощью протрактора для контроля линии галса. При наличии лазерных дальномеров могут быть использованы новые методы определения глубины гидрографических галсов. Знаем, что координаты бывают географические, геодезические, астрономические, приведённые для морских карт и определённой геодезической системой. Раз они имеют разные наименования, то они имеют небольшие различия, которые надо учитывать в территориальных водах. Спутниковые координаты не используем.

Данный аналитический метод позволит создать точные морские карты территориальных вод и определять своё место на морских картах этого района Российской Федерации с приведёнными координатами в данной геодезической системе государства. Безусловно, повысится точность судовождения в территориальных водах, охрана морских границ государства, легче решать вопросы, связанные с нарушением морской границы. Кроме того, удобно будут решены вопросы вылова морепродуктов в территориальных водах

Краткое содержание. Приводятся алгоритмы аналитического расчёта приведённых координат по двум одновременно измеренным горизонтальным углам двумя гидрографами, практически из одной точки на судне. Можно будет использовать аналитическое нанесение глубин промера на электронный планшет по приведённым алгоритмам и по координатам геодезических объектов. Приводится рисунок для расчёта. Дан аналитический пример расчёта для морской карты.

Для более быстрого создания морских карт территориальных вод данного государства требуется автоматизация, измеренных эхолотом глубин, наличие водомерных постов района и приведение их к теоретическому нулю глубин данного моря, которое имеет приливы.

Теоретическое определение места судна в территориальной зоне Российской Федерации, предлагается гидрографам, которые занимаются морским промером в данном районе. Метод простой, достаточно точный и проверенный практикой. Создаётся промерный планшет территориальных вод в проекции Гаусса. Наносятся геодезические координаты пунктов 1-3 классов, пунктов рабочего обоснования, полученных от сгущения по геодезическим государственным знакам. При производстве морского промера в территориальных водах, на планшете выбирается надёжная комбинация для определения по трём геодезическим пунктам. Одновременно и в одной точке на гидрографическом судне измеряются два горизонтальных угла между тремя пунктами гидрографами. Гидрографы, практически находятся в одной

точке на судне. После промера в проекции Гаусса, затем создаются морские карты территориальных вод в проекции Меркатора с приведёнными координатами и геодезической системой данного морского государства.

Настало время разделить морские карты:

Океанские морские карты. Масштаба 1:1 000 000 — 1:5 000 000. Основа - геодезические системы трёх океанов.

Бумажные карты масштаба 1:200 000 - 1:5 000 000.

Спутниковые морские карты. А) Геоцентрическая прямоугольная сферическая гринвичская система координат. Начальное направление из центра тяжести масс Земли на точку пересечения гринвичского меридиана с экватором. Б) Геоцентрическая прямоугольная сферическая экваториальная система координат. Начальное направление из центра тяжести масс Земли на точку весеннего равноденствия. Данная система учитывает изменения за год направления оси Земли.

Морские карты для территориальных вод государств в национальной геодезической системе. Масштаб 1:1000-1:50 000.

Морские планы на основе сгущения государственной геодезической сети. Могут быть и другие варианты.

Приведём алгоритмы для расчета координат для морских карт территориальных вод. Обозначим навигационные объекты, которые номеруются по часовой стрелке, считая от места судна F 1, 2, 3.

Угол α - левый угол между знаками 1 и 2. Угол ρ - правый угол между знаками 2 и 3. Угол γ = $\alpha + \rho$ - угол между знаками 1 и 3.

Запишем алгоритмы для расчёта приведённых координат на морской карте. Подобные алгоритмы есть и для прямоугольных геодезических координат.

$$K_1 = (\varphi_2 - \varphi_1) / \operatorname{Tg} \alpha + [(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_2) / 2] \quad 1.$$

$$K_2 = [(\lambda_2 - \lambda_1) / \operatorname{Tg} \alpha \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_2) / 2] - (\varphi_2 - \varphi_1) \quad 2.$$

$$K_3 = (\varphi_3 - \varphi_1) / \operatorname{Tg} \gamma + [(\lambda_3 - \lambda_1) \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_3) / 2] \quad 3$$

$$K_4 = [(\lambda_3 - \lambda_1) / \operatorname{Tg} \gamma \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_3) / 2] - (\varphi_3 - \varphi_1) \quad 4$$

$$C = (K_1 - K_3) / (K_2 - K_4) \quad 5$$

$$\Delta \varphi = C \cdot (K_1 - C \cdot K_2) / (1 + C^2) = C \cdot [(K_1 - C \cdot K_4) / (1 - C^2)] \quad 6$$

$$, \varphi_0 = \varphi_1 + \Delta \varphi \quad 7$$

$$\Delta \lambda = (K_1 - C \cdot K_2) / [(1 + C^2) \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_2) / 2] = (K_3 - C \cdot K_4) / [(1 + C^2) \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_1 + \varphi_3) / 2] \quad 8$$

$$, \lambda_0 = \lambda_1 + \Delta \lambda \quad 9$$

Пример.

1. $\varphi_1 = 64^{\circ}24,2' N = 64,403333^{\circ} N$.
2. $\lambda_1 = 10^{\circ}27,2' E = 10,453333^{\circ} E$.
3. $\varphi_2 = 64^{\circ}13,95' N = 64,2325^{\circ} N$.
4. $\lambda_2 = 10^{\circ}08,2' E = 10,136667^{\circ} E$.
5. $\varphi_3 = 64^{\circ}10,4' N = 64,173333^{\circ} N$.
6. $\lambda_3 = 9^{\circ}24,45' E = 9,4075^{\circ} E$.
7. $\alpha = 34,5^{\circ}$
8. $\beta = 86,2$
9. $\gamma = 120,7$

Решение:

10. $K_1 = -0,170833 / \operatorname{Tg}34,5 \cdot (-0,316666 \cdot \operatorname{Cos}64,317915) = -0,3857994$
11. $K_2 = -0,316666 / \operatorname{Tg}34,5 \cdot \operatorname{Cos}64,317915 - (-0,170833) = -0,0288464$
12. $K_3 = -0,23 / \operatorname{Tg}120,7 + (-1,045833 \cdot \operatorname{Cos}64,288335) = -0,3171628$
13. $K_4 = -1,045833 \cdot \operatorname{Cos}64,288335 - (-0,23) = 0,4994032$
14. $C = -0,3857994 - (-0,3171628) / (0,0288464 - 0,4994032) = 0,1299322$
15. $C^2 = 0,01688235$
16. $1 + C^2 = 1,0168824$
17. $\Delta\varphi = 0,1299322 \cdot [-0,3587994 - 0,1299322 \cdot (-0,288464) / 1,0168824 - 0,0488166$
18. $\varphi_0 = 64,403333 + (-0,0488166) = 64,354516^{\circ} N = 64^{\circ}21'16,28'' N$.
19. $\Delta\lambda = (-0,3857994) - 0,1299322 \cdot (-0,0288464) / 1,0168824 \cdot \operatorname{Cos}64,317915 = -0,867112$.
20. $\lambda_0 = 10,453112 + (-0,867112) = 9,586213^{\circ} N = 9^{\circ}35'10,37'' E$

Координаты, вычисленные аналитическим способом, совпали с координатами, нанесёнными на морскую карту с помощью протрактора.

Укажем формулы для расчёта среднеквадратической погрешности для вероятности 65% .

$$M_0 = m' \cdot D_1 \cdot D_2 / 3438 \cdot \sin\Theta \cdot [(D^1/d_1)^2 + (D_2/d_2)^2]^{1/2} ,$$

,m' - погрешность измеряемого горизонтального угла в минутах;

D₁, D₂, D₃ - расстояния от места судна до навигационных ориентиров 1, 2 и 3 в метрах; ,d₁, d₂ - расстояния между навигационными знаками 1 - 2 и 2-3 в метрах; Θ - угол между изолиния-

ми. $\theta = [360 - (a + p + c)]$; c_0 - снимаемый с карты между линиями 1-2 и 2-3; $t' / 3438$ - переход к относительной величине. Погрешность будет выражена в метрах.

Разработаны алгоритмы для аналитического определения внешних границ территориальных вод морских государств, а так же внешних границ любых зон на морских картах. Будет учитываться национальные геодезические системы и действующие всемирные морские законы.

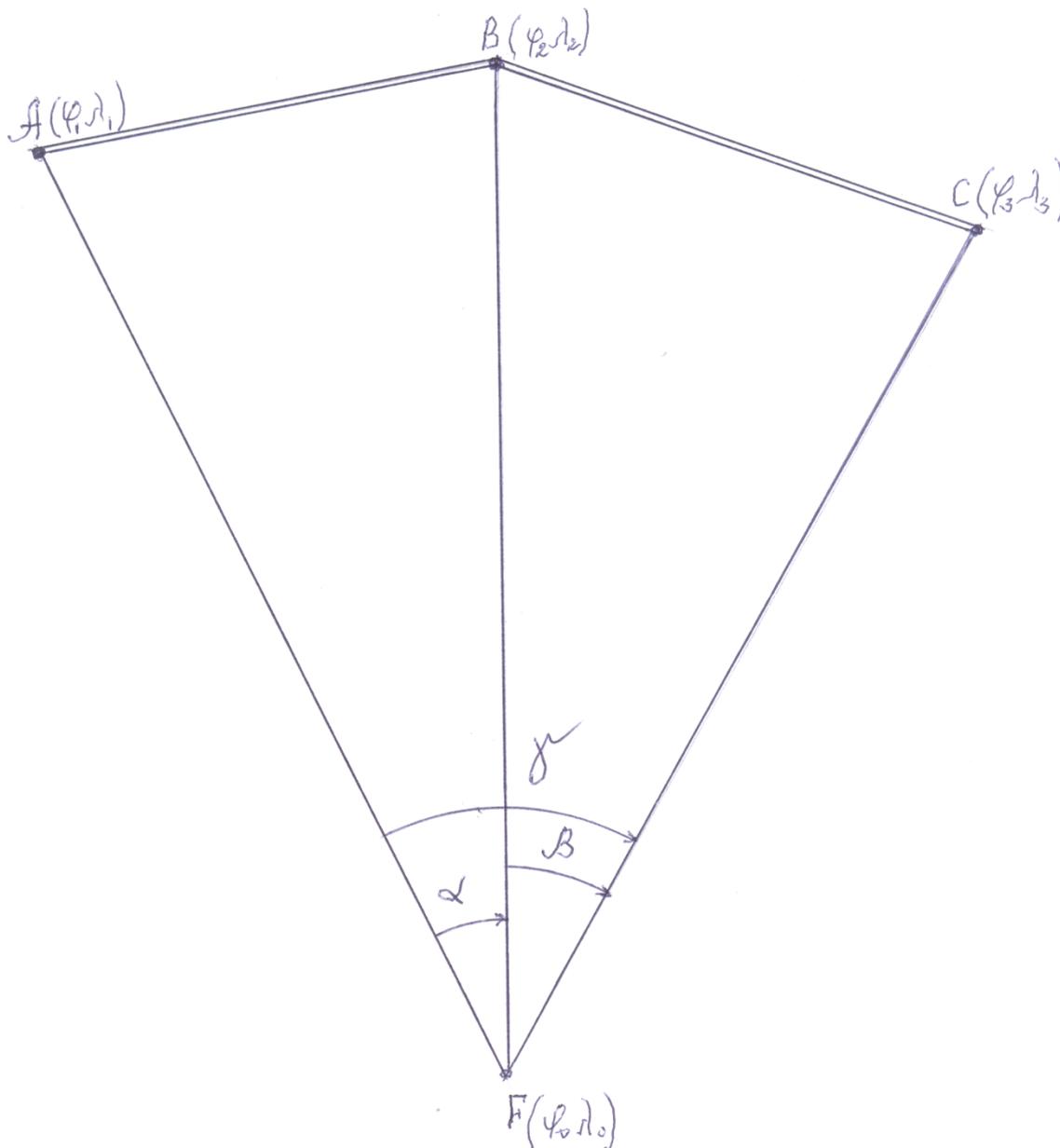


Рис. 1. Определение по двум горизонтальным углам.

Литература.

Белобров А.П. - Гидрографические работы - Л., Изд. ГУВМСф.1948. 368 с.

Белобров А.П. - Гидрографические работы (дополнительные вопросы) -Л., Изд. ГУ ВМС. 1951. 208 с.

Павлова А.В. - Морские навигационные карты - Л.,ЛГУ. 1961. 180с.

Белобров А.П., Мессер П.В., Шавров В.Б. - Инструкция по промеру - Л., Изд. Гидрографическое управление УМС РККА. 1937. 244 с.

Ольховский В.Е., Сарлаев В.Я. - Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец.240200 «Судовождение». - Мурманск, 1997. 66 с. - (Гос. комитет Федерации по рыболовству).

Ольховский В.Е. — Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы: Учеб. пособие для спец. 240200 «Судовождение» и курсов повышения квалификации плавсостава. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 1998.-57 с.

:Санаев А.И., Меньшиков В.И., Пасечников М.А. - Аналитическое определение места судна в прибрежной зоне. - Вестник МГТУ, том 5. №2, 2002. стр. 195-202.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУДНА.

Поздняков С. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

На первом этапе построения математической модели любого процесса необходимо выбрать общую структуру модели и класс уравнений, которыми предполагается описать наблюдаемый процесс, то есть решить так называемую задачу структурной идентификации. На этапе, когда структура модели и класс уравнений определены, возникает задача оценки числовых значений неизменяемых констант по имеющимся экспериментальным данным, то есть по значениям измеряемых переменных (откликам). Данную задачу принято называть задачей параметрической идентификацией.

Безусловна необходимость создания адекватной математической модели каждого конкретного судна. Когда сама модель уже выбрана тем или иным способом на основе гидродинамической теории, то возникает проблема определения параметров – коэффициентов модели. На этом этапе предпочтение отдается не теоретическому вычислению параметров модели, а их определению на основе натурных испытаний судна. Особенно перспективна эта идея, если идентификация проводится в реальном масштабе времени, когда идентифицированные параметры могут тут же использоваться для прогнозирования ближайшего маневра. Изменение обстоятельств предполагаемого маневра непосредственно сказываются на идентифицируемых параметрах и, тем самым, на точности предсказания траектории маневра. Именно это составляет главный интерес практического судовождения и его максимальной автоматизации в направлении повышения безопасности.

Рассмотрим общий подход к проблеме идентификации с точки зрения принципа максимума Понтрягина. Вместо обычной дифференциальной аппроксимации необходимо отыскивать минимум функционала, соответствующего принципу максимума Л.С. Понтрягина. Движение объекта определяется системой дифференциальных уравнений вида $dV/dt = f_v(V, \beta, \omega, C)$ при выборе коэффициентов C_j из некоторой закрытой области D_C : $C \in D_C$. Ставится задача минимизации следующего функционала:

$$\min\left\{\int [\alpha_1(X - X_3)^2 + \alpha_2(Y - Y_3)^2 + \alpha_3(V - V_3)^2 + \alpha_4(K - K_3)^2] dt\right\} = \min\left\{\int f_0 dt\right\},$$

где X_3, Y_3, V_3, K_3 – измеренные в процессе плавания значения характеристик координат, скорости и курса X, Y, V и K .

Такая постановка задачи позволяет отказаться от дифференциальной аппроксимации, традиционно применяемой при параметрической идентификации математической модели. Эта аппроксимация сводится к уравниванию в среднем квадратических невязок самих дифференциальных уравнений.

Согласно принципу максимума Понтрягина эта задача эквивалентна максимизации функции Гамильтона для нашей задачи:

$$H = -f_0 + p_v \cdot f_v + p_\beta \cdot f_\beta + p_\omega \cdot f_\omega + p_K \cdot f_K + p_x \cdot f_x + p_y \cdot f_y.$$

Это значит, что задача поиска минимума исходного функционала сводится к задаче управления: подбирая коэффициенты модели C_j , то есть управляя моделью (а не объектом) с помощью вектора параметров C , достичь максимума гамильтониана H .

Легко заметить, что если параметры модели входят в нее линейно, то линейно от них зависит и гамильтониан. Следовательно, его максимальное значение будет фактически наибольшим в области D_C , так как линейная функция параметров не имеет по ним локальных максимумов

внутри области. Наибольшее значение достигается на границе закрытой области возможных "управлений" C там, где гиперплоскость $H(C) = \text{Const}$ либо касается границы области D_C , либо в какой-то точке совпадения гиперплоскости с частью границы (рис. 1).

Из этого следует, что в нашем смысле оптимальным из управлений будет значение вектора C , соответствующее той вершине параллелепипеда, в которой гиперплоскость касается области D_C . Для плоскости общего положения такая вершина всегда существует и в каждый момент она единственна, что доказывает существование и единственность решения поставленной задачи. Это же доказывает и релейный характер решения как оптимального управления – при определенной смене условий функционирования модели (плавания) возможен только "перескок" в управлении от одной вершины к другой.

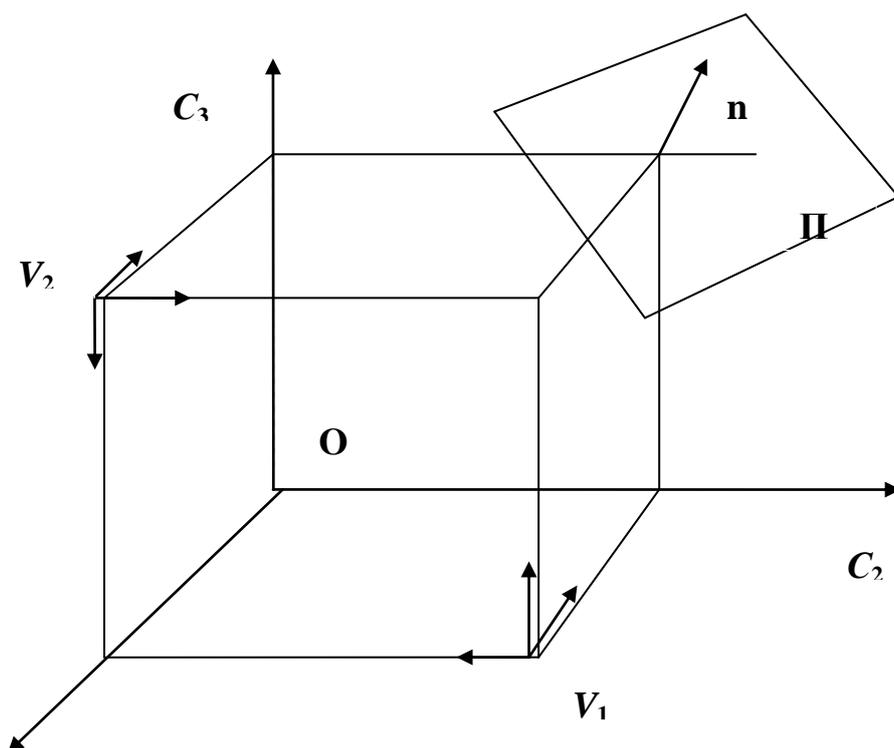


Рис. 1. Область управления моделью для трехпараметрической модели

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КОМПАНИИ

Бражный А. И., Сулов А. Н., Меньшиков В. И. (г. Мурманск, МА МГТУ, кафедра судовождения)

Found that fully centralized company safety management system dominated the situation on the reliability of the information is robust with respect to both random errors and targeted messages about the changes in the state parameters of the vessel.

Сознавая необходимость усиления ответственности судовладельцев за обеспечение безопасной эксплуатации и охрану морской среды, Международная морская организация (ИМО) приняла к использованию Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (МКУБ). Принятие МКУБ явилось логичным и своевременным шагом международного сообщества, которое сознательно направило усилия правительств морских государств на создание эффективных систем управления безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (СУБ), отвечающих требованиям девятой главы Международной Конвенции СОЛАС-74 и кодекса к ней. Главное назначение кодекса – переход от организации обеспечения и контроля эксплуатационной безопасностью морского судоходства и охраной окружающей среды, на чем акцентировалось внимание в ранее принятых международных документах, к управлению ими. Именно в управлении состоянием безопасной эксплуатации судов компании в рамках СУБ международная морская общественность видит тот рычаг, который способен реально минимизировать количество аварий и аварийных случаев на морском транспорте.

Рассмотрим систему управления безопасностью компании (СУБ), как двухуровневую иерархическую систему, состоящую из берегового подразделения, возглавляемого назначенным лицом компании (топ-менеджером по безопасности) и n судов, представляемых капитанами. Береговое подразделение компании и капитаны судов связаны информационными сетями с прямыми и обратными связями. Состояние безопасной эксплуатации каждого i -го судна будем характеризовать набором параметров y_i , которые принимают значения соответственно из соответствующих множеств Y_i $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$. Набор всех состояний элементов образует состояние системы $y = \{y_i\}$ в целом. Пусть в рассматриваемой системе существует следующая схема функционирования: сначала назначенное лицо осуществляет сбор информации о множествах возможных состояний Y_i подведомственных ему судов, а затем, используя эту информацию, направляет на эти же суда указания по управлению состоянием эксплуатации $\pi = \{\pi_i\}$, где $\pi_i \in P_i$, $\pi \in P$, P_i и P – множества допустимых управлений соответственно для i -го судна и СУБ в целом. При этом элементы множеств P_i и P назначаются такими, чтобы они были «желательными» с точки зрения топ-менеджера по безопасности и принимаются в виде следующих значений $\{y_i\}$. В свою очередь капитаны судов выбирают описания состояния безопасности своих судов y_i из множеств Y_i , стремясь при этом максимизировать близость (метрику) между состоянием безопасности своего судна и указаниями компании, а так же требованиями международных стандартов. Близость текущих состояний безопасности судов указаниям компании и требованиям международных стандартов можно характеризовать целевыми функциями $W_i = f(\pi_i, y_i)$, $i \in I$. Однако капитаны судов способны при формировании своих сообщений исказить информацию о множествах возможных состояний своих судов Y_i и выбирать такие состояния y_i , которые существенно отличаются от состояний указанных компанией π_i . Поэтому, при не выполнении указаний назначенного лица компании, капитаны судов могут нести некоторые экономические или организационные потери (штрафы) вида

$$f_i(\pi_i, y_i) \leq f_i(y_i, y_i). \quad (1)$$

В рамках существующей практики эксплуатации СУБ компании можно выделить два наиболее характерных варианта управления состоянием безопасности судна. Остановимся на одном из них, который связан с процессом текущего поддержания состояния безопасности, за счет «сильных штрафов» накладываемых на капитана судна за отклонение состояния безопасности судна от указанного компанией и требованиями международного стандарта. При этом вариант эксплуатации полностью исключает управление состоянием безопасности судна в экстремальных ситуациях, когда возникает непосредственная угроза жизни экипажа, судну и грузу. В свою очередь «сильный штраф» для СУБ можно определить задавая равенство, при котором для всех значений $r_i \in A_i$, $i \in I$ и любых $\pi_i \in Y_i(r_i)$ имеет место следующее выражение

$$f_i(\pi_i, \pi_i) = \Phi_i(\pi_i, r_i).$$

Естественно, что при сильных штрафах необходимо требовать от назначенного лица компании назначения только таких указаний по поддержанию состояния безопасности, которые могут быть реализованы, то есть $r_i \in Y_i(r_i)$ для всех $i \in I$.

Рассмотрим особенности функционирования СУБ компании при назначении «сильных штрафов». В этом случае множества допустимых требований к процессу поддержанию состояния безопасности судов будут иметь следующий вид

$$X_i(s) = Y_i(s_i) \cap D_i(s_{-i}),$$

где $D_i(s_{-i})$ - произвольное фиксированное множество, имеющее непустое пересечение с множеством допустимым состояний $Y_i(s_i)$ при всех $s \in A$ или множество, формально обладающее свойством

$$\forall s \in A: D_i(s_{-i}) \cap Y_i(s_i) \neq \emptyset.$$

Выполнение последних двух условий подчеркивает отличительную особенность функционирования СУБ при поддержании состояния безопасности судов компании, за счет введения «сильных штрафов», которая заключается в том, что эта система является полно централизованной [1]. Пусть для простоты дальнейшего изложения в СУБ с полной централизацией управления состоянием безопасности судов множества Y_i , заданы в параметрическом виде $Y_i = Y_i(r_i)$, причем точное значение вектора параметров безопасности r_i известно, только i -му капитану судна. Назначенное лицо знает лишь то, что $r_i \in A_i$ где A_i – множество состояний безопасности судна, отражающее степень его информированности о значении вектора параметров r_i . Очевидно, что от параметров r_i безопасного состояния судна зависят целевые функции $W_i = f(\pi_i, y_i, r_i)$, максимумы функций $f_i(\pi_i, y_i)$ определены на соответствующих множествах Y_i , $i \in I$, при этом интересы назначенного лица компании и всей СУБ в целом определяются через целевую функцию $W = \Phi(\pi, y)$. При формировании сообщений (докладов) о состоянии безопасности судна его капитан всегда сообщает назначенному лицу компании лишь оценки s_i параметров состояния r_i . Поэтому далее рассмотрим процесс функционирования СУБ, в котором с одной стороны существует не полная информированность назначенного лица компании, а с другой стороны следует обеспечивать прохождение достоверных докладов в информационных сетях, как доминантного свойства системы управления состоянием безопасности.

С формальной точки зрения достоверность докладов в информационных сетях СУБ, как доминантное свойство этой системы, может появляться лишь в том случае, когда для каждого капитана передача достоверных сообщений будет наиболее предпочтительной, каковы бы не были предпочтения остальных капитанов судов. Тогда доминантное свойство достоверности докладов в информационных сетях СУБ будет иметь место, если

$$\forall i \in I, s_i \in A_i, s_{-i} \in \prod A_j, r_i \in A_i \quad (2)$$

$$j \neq i$$

$$\varphi(\pi(s^*), r) \geq \varphi(\pi(s), r),$$

где $s^* = (s_{-I}, r_i) = (s_1, \dots, s_{i-1}, r_i, s_{i+1}, \dots, s_n)$, $s_{-i} = (s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$.

Рассмотрим выбранный вариант эксплуатации СУБ, предполагая, что капитаны судов при передаче информации назначенному лицу компании руководствуются условием $r = \{r_i\}$, которое свидетельствует о существовании доминантной информационной ситуации в системе, обусловленной наличием штрафных санкций (1). В такой ситуации суда (капитаны) будут передавать достоверные сведения в докладах назначенному лицу компании, при фиксированных целевых функциях $W = \{W_i\}$. Тогда представляется необходимым рассмотреть процедуру выбора указаний $\pi = \pi(s)$ по обеспечению безопасности судов, при которых СУБ функционирует так, что доклады капитанов всегда будут достоверными. Одним из основных условий выбора указаний $\pi = \pi(s)$, обеспечивающих доминирующую достоверность докладов в СУБ может быть состояние, выраженное в терминах «совершенного согласования» [1]. В общем виде состояние «совершенного согласования» можно записать так

$$\Phi_i(\pi(s), s_i) = \max_{x_i \in X_i(s)} \Phi_i(x_i, s_i) \quad (3)$$

для любых $i \in I$, $s \in A$, где $X_i(s)$ - устанавливаемое компанией (назначенным лицом) множество допустимых требований по поддержанию состояния безопасности для i -го судна при полученном сообщении s .

Пусть теперь назначенное лицо компании сомневается в достоверности сообщения поступившего с i -го судна. Тогда, формируя множество допустимых требований компании по поддержанию состояния безопасности этого судна в виде $X_i(s)$, назначенное лицо может ориентироваться на сообщения s_{-i} от остальных судов, а множество допустимых требований по поддержанию состояния безопасности судна составлять так

$$X_i(s) \equiv X_i(s_{-i}).$$

Если это условие выполняется, то для i -го судна, сообщаящего ложную информацию о своем состоянии безопасности s'_i , $s'_i \neq r_i$, стремясь получить больший выигрыш, чем при сообщении достоверной информации будет, имеет место неравенство вида

$$\Phi_i(\pi(s'), s_i) > \Phi_i(\pi(s''), s_i), \quad (4)$$

где

$$s' = (s'_{-i}, s'_i) = (s'_1, \dots, s'_i, \dots, s'_n),$$

$$s'' = (s'_{-I}, r_i) = (s'_1, \dots, r_i, \dots, s'_n),$$

$$\pi_i(s') \in X_i(s_{-i}).$$

Запишем условие (3) для случая $s = s''$

$$\Phi_i(\pi(s''), r_i) = \max_{x_i \in X_i(s)} \Phi_i(x_i, r_i) \geq \Phi_i(\pi(s'), r_i) \quad (5)$$

В этом случае условие (5) противоречит неравенству (4), и это противоречие можно снять лишь за счет введения равенства $s'_i = r_i$. Это равенство дополнительно порождает равенство

$$\Phi_i(\pi(s'), r_i) = \Phi_i(\pi(s''), r_i),$$

которое в соответствии с условием доминантной ситуации свидетельствует о том, что суда компании будут и в этом случае эксплуатации СУБ стремиться передавать назначенному лицу достоверную информацию о своем состоянии безопасности.

Таким образом, из проведенного исследования вытекает, что при полной централизации в системе управления состоянием безопасности, при доминантной информационной ситуации в этой системе последняя будет устойчива (робастна) по отношению как к случайным ошибкам, так и целенаправленным изменениям в параметрах состояния судна.

Литература

Бурков, В. Н. Основы математической теории систем / В. Н Бурков. - М. : Наука, 1977. – 268 с.

СЕТЬ, ЗАКРЕПЛЕННАЯ НА ОБРУЧЕ

Недоступ А. А., Павленко А. А., Ражев А. О. (г. Калининград, ФГБОУВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства)

Abstract. In article methods of calculation of force and geometrical characteristics of the netting on one and two hoops with loading are resulted.

В настоящее время все большее внимание уделяется дискретным моделям, которые применяются при моделировании и проектировании орудий рыболовства [1-5]. В современных науке и технике важную роль играет математическое моделирование, заменяющее физические эксперименты с реальными объектами экспериментами с их математическими моделями. Проектирование сложных объектов, например, сетных орудий рыболовства и многих других требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сетная часть состоит из огромного количества ячеей. Проблемой определения силы натяжения в нитках сети и формой сети занимались многие ученые [6-16]. В настоящей работе применяются алгоритмы, разработанные авторами. Применение трехмерных орудий рыболовства совместно с верификационными расчетами позволит специалистам по промышленному рыболовству осуществлять более точное прогнозирование и обеспечит инструментальную базу для внедрения современных подходов к управлению и эксплуатации орудиями рыболовства. Цель настоящих исследований - применение дискретной модели для расчета силовых и геометрических характеристик сети, закрепленной на обруче (см. рис. 1).

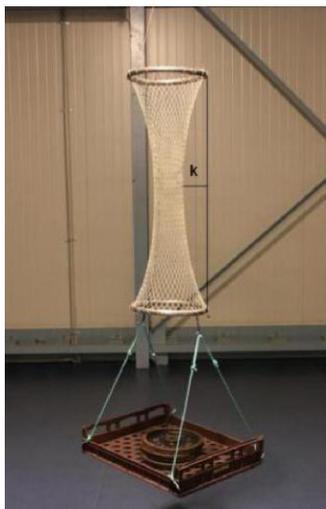


Рис. 1. Сеть, закрепленная на двух обручах

Рассмотрим два случая:

- сеть закреплена на двух обручах;
- сеть закреплена на одном обруче. *Сеть закреплена на двух обручах.*

Сеть, посаженная на обручи имеет переменный шаг ячейи a , а нить сети обладает определенным модулем упругости E , значение которого известно. На рис. 2 изображены оси координат системы.

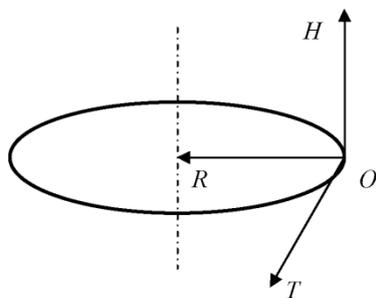


Рис. 2. Оси координат системы

OR - радиальная, направлена от точки окружности к ее центру; OH - осевая, направлена вверх параллельно оси; OT - касательная, параллельна касательной, проходящей через точку окружности

Приведем зависимости, связывающие геометрические характеристики ячеей сети

$$a_{R_i} = R_i \cos \frac{\pi}{n} - R_{i+1},$$

$$a_{T_i} = R_i \sin \frac{\pi}{n},$$

$$a_i^2 = a_{0_i} \left(1 + \frac{4T_i}{\pi E d^2} \right),$$

$$a_i^2 = a_{T_i}^2 + a_{H_i}^2 + a_{R_i}^2,$$

где a_{0_i} - длина нити i -того ряда до деформации; a_i - длина нити i -того ряда после деформации; a_{R_i} , a_{H_i} , a_{T_i} - проекции нити на оси; R - радиус описывающей окружности i -го ряда (координата R); n - количество ячеек по окружности; i - номер ряда, $i = [0...2m]$, где m - количество ячеек по высоте; E - модуль упругости нитки; d - диаметр нитки; T - сила натяжения нити i -го ряда.

Зависимости, связывающие силовые характеристики ячеек сети по оси OH :

$$F_{H_i} = 2T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} - \left(\frac{G}{n} + 2 \sum_{j=0}^{i-1} q_j \right) = 0,$$

$$T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{a_{H_{i+1}}}{a_{i+1}},$$

по оси OR :

$$T_i \frac{a_{R_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{R_{i+1} - R_{i+2} \cos \frac{\pi}{n}}{a_{i+1}},$$

где G - вес нижнего обруча с грузом или вес загрузки (для случая без нижнего обруча); q_j - вес нити j -го ряда; F_H - осевая проекция результирующей силы, приложенной к узлу i -го ряда.

Составим систему уравнений при искомым неизвестных: $R_1, \dots, R_{2m-1}, a_{H_1}, \dots, a_{H_{2m-1}}, T_0, \dots, T_{2m-1}$. Для сети получаем $6m-1$ неизвестных. Подставляя (1) - (3)

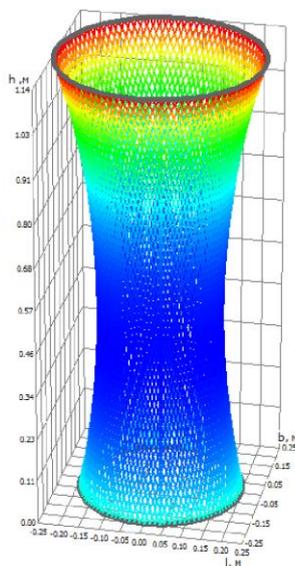
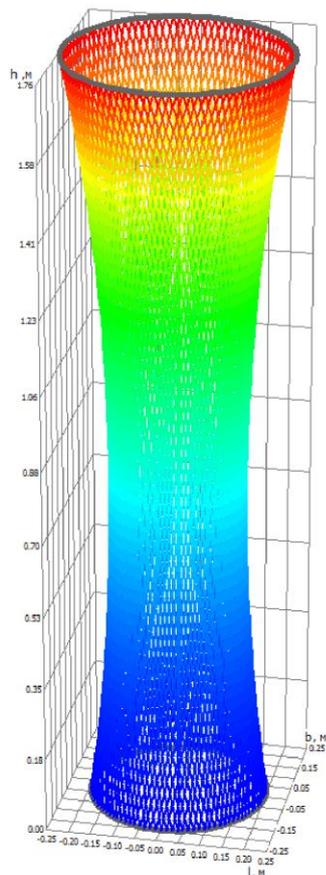
в (4) получаем одно уравнение, связывающее геометрические характеристики (для каждого ряда). Для сети получаем $2m$ таких уравнений. Подставляя (6) в (5) получаем одно уравнение, связывающее осевые силовые характеристики (для каждого ряда) и одно уравнение (7), связывающее радиальные силовые характеристики, для каждого ряда, кроме верхнего). Для сети получаем $4m-1$ таких уравнений. В результате получаем систему из $6m-1$ уравнений с $6m-1$ неизвестными.

Зная для каждого ряда R по формулам (1) и (2) находим a_T и a_R . На рис. 3 изображены 3D формы сетей, закрепленные на двух обручах. Спектр цвета на рис. 3 отображает силу натяжения в нитках.

Сеть закреплена на верхнем обруче. Добавим одно неизвестное R_0 и одно уравнение, определяющую радиальную проекцию нити, равную 0:

$$R_0 \cos \frac{\pi}{n} = R_1.$$

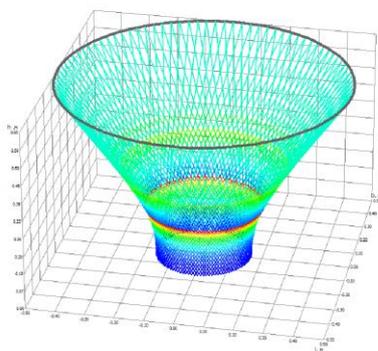
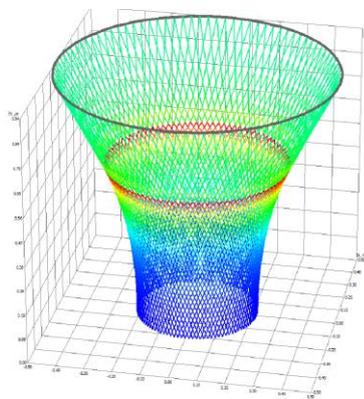
На рис. 4 изображены 3D формы сетей, закрепленные на верхнем обруче. Красный цвет характеризует большие значения силы натяжения в нитках сети, а синий меньшее натяжение.



а) $a=30\text{мм}$

б) $a=20\text{мм}$

Рис. 3. 3D форма сетей, закрепленных на двух обручах $q=0,0006\text{Н}$; $d=0,61\text{мм}$; $E=1,1\text{ГПа}$; $l_1=0,5\text{м}$ - диаметр верхнего обруча; $l_2=0,4\text{м}$ - диаметр нижнего обруча; $n=100\text{яч}$; $m=30\text{яч}$; $G=50\text{Н}$



а) $a=(100\div 20)\text{мм}$

б) $a=(100\div 10)\text{мм}$

Рис. 4. 3D форма сетей, закрепленных на верхнем обруче $q=0,0006Н$; $d=0,61мм$; $E=1,1ГПа$; $\lambda_1=1,0м$ - диаметр верхнего обруча; $\lambda_2=0,5м$ - диаметр

нижнего обруча; $p=100яч$; $t=20яч$; $G=500Н$

По итогам выполненных исследований, разработаны алгоритмы и методы расчета силовых и геометрических характеристик сети, посаженной на обруч. Разработана компьютерная программа.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Литература

Lee C.W., Lee G.H., Cha B.J., Kim H.Y., Lee J.H. Physical modeling for underwater flexible systems dynamic simulation// Ocean engineering. - 2005. №32. - p. 331-347.

Lee C.W., Lee G.H., Choe M.Y., Lee M.K. Development of a design and simulation tool for the moored underwater flexible system// 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2007. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources. Taylor and Francis. London. - 2007. - p. 935-939.

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.

Недоступ А.А. Дискретная модель рыболовной сети. Известия КГТУ. №18. - 2010. - С. 255-261.

Недоступ А.А., Полозков А.В. Математическое моделирование процесса погружения стенки кошелькового невода. Рыбное хозяйство. №3. - 2011. - С. 100-102.

Андреев Н.Н. Дифференциальное определение посадочного коэффициента// Труды Мосрыбвтуза. - Вып. V. - 1953. - С. 69-77.

Андреев Н.Н. Уравнение поверхности сетного полотна, прикрепленного к двум обручам// Труды КТИРПиХ. - Вып. XI. - 1960. - С. 15-28.

Андреев Н.Н. Уравнение поверхности сетного полотна кошелькового невода во время стягивания колец// Труды КТИРПиХ. - Вып. XVII. - 1964. - С. 43-73.

Изнанкин Ю.А. Геометрия рыболовной сети на поверхности вращения отрицательной кривизны// Труды КТИРПиХ. - Вып. XXI. - 1969. - С. 70-79.

Коротков В.К. Рабочая форма трала и метод расчета его конической части// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. - Вып. L. - 1971. - С. 115-124.

Дверник А.В., Долин Г.М. К изучению усилий, действующих в устье траловой сети// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. - Вып. LIII. - 1973. - С. 88-91.

Иванов Э.П. Расчет сетной оболочки постоянной отрицательной гауссовской кривизны с учетом растяжимости нитей// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. -

Вып. LVII. - 1975. - С. 80-83.

Гукало Я.М. О нагрузках в пространственных сетных фигурах и на моделях трала// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. - Вып. 62. - 1977. - С. 109-115.

Кулагин В.Д., Печерский Б.Г. Номограмма для расчета кошельковых неводов с учетом опущек// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. - Вып. 62. - 1977. - С. 121-126.

Изнанкин Ю.А., Котик В.П. О репрезентативности континуальной и дискретной моделей сетных мешков// Труды КТИРПиХ. Промышленное рыболовство. - Вып. 65. - 1977.- С. 47-52.

Кулагин В.Д. Атлас расчетных диаграмм сетных частей некоторых типов орудий лова// Труды КТИРПиХ. Теория. проектирование и эксплуатация рыболовных систем. -Вып. 89. - 1980. - С. 44-49

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА ВО ВРЕМЯ ПОГРУЖЕНИЯ ПРИ УСЛОВИИ ВЛИЯНИЯ ПОДВОДНОГО ТЕЧЕНИЯ

Недоступ А. А., Наумов В. А. (г. Калининград, ФГБОУВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства, кафедра водных ресурсов и водопользования)

Abstract. Mathematical models (the differential equations) immersing process of netting of purse seine, consisting of threads are developed. The description of algorithm of calculation of force and geometrical characteristics of purse seine is resulted at its immersing. Techniques of a numerical experimental research of process of immersing of netting of purse seine in the presence of currents for lack of excitement are developed.

Движение кошелькового невода определяется действующими на него силами, к которым относятся силы веса невода, гидродинамические силы и силы связей с судном. Этот процесс - динамический. Особое значение имеет достаточно точный расчет, следовательно, и оценка влияния гидродинамических сил, что позволяет на стадии проектирования обосновано определять необходимые параметры и характеристики невода и судовых механизмов, а в условиях промысла контролировать поведение кошелькового невода. При отсутствии течения проблема погружения сетной стенки кошелькового невода рассмотрена в работе [1]. В качестве объекта рассмотрения бралась отдельная сетная полоска, состоящая из элементов - ниток и узлов, которые погружаются под действием собственного веса и веса в воде загрузки нижней подборы.

Целью настоящей научно-исследовательской работы является исследование влияния гидродинамических сил на движение кошелькового невода на различных этапах лова (погружение стенки кошелькового невода) и создание методики расчета гидродинамических сил при наличии подводного течения. Достигнутый уровень процесса исследования данной проблемы изложен в работах [2-9]. Наличие подводного течения усложняет задачу математического моделирования процесса погружения сетной стенки кошелькового невода на заданную глубину. Подводное течение вызывает перемещение элементов кошелькового невода и нижней подборы по оси ОХ (в горизонтальной плоскости). При написании дифференциальных уравнений погружения ниток (элементов сети) будет получена достоверная математическая модель, частный случай которой является математическая модель, описывающая процесс погружения кошелькового невода в отсутствие подводного течения [1]. Задача подготовки вышеуказанной математической модели сложна в составлении дифференциальных уравнений и их решении. Между тем, авторами настоящей статьи предприняли попытку составления и решения дифференциальных уравнений процесса погружения сетного элемента кошелькового невода при наличии течения, с учетом ряда допущений:

рассматривается движение ниток, из которых изготовлена полоска сети по ширине равной 1 м;

погружение сети вертикальное (полоска остается в плоскости ZOY);

дель сети - регулярная, т.е. $d=\text{const}$ (диаметр нитки), $a=\text{const}$ (шаг ячеи) и $u_x=u_y=\text{const}$, причем $u_x=\sin a$ и $u_y=\cos a$ (посадочные коэффициенты сети);

горизонтальные усилия от соседних частей кошелькового невода не учитываются;

скорость подводного течения uf имеет одинаковое значение по глубине водоема. Изобразим на рис. 1 погружение элемента сети. На рис. 1 изображено: qm - вес в воде i -

го элемента сети (нити); R_{xi} - сопротивление i -го элемента сети (нити); R_{yi} - подъемная сила i -го элемента сети (нити); v_y - скорость движения i -го элемента сети (нити) по оси OY ; v_x - скорость движения i -го элемента сети (нити) по оси OX ; v_R - скорость воды относительно сети (элемента сети); ft_I - угол между вектором относительной скорости v_R и плоскостью ячее (угол атаки). Запишем уравнения движения элементов сетной полоски исходя из теоремы о производной количества движения при условии [10]:

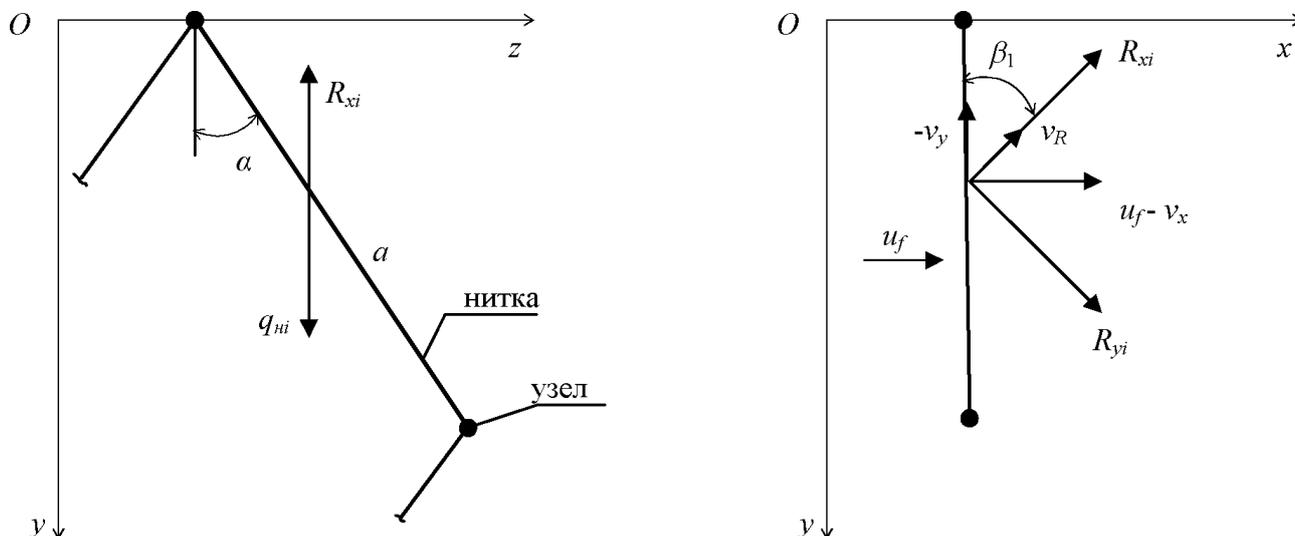


Рис. 1. Погружение нитки сетной полоски кошелькового невода (см. рис. 1)

где H - высота сетной полоски кошелькового невода (высота невода); g - ускорение силы тяжести; y - глубина погружения элемента полоски сети; q - вес в воде полоски сети; q_n - вес в воде загрузки нижней подборы и отрезка стяжного троса, по длине равные L ; p - плотность воды; c_{90n} - коэффициент сопротивления нижней подборы, $c_{90,,}=f(Re,,)$, ($Re\ll d,,v_R/\nu$); d_n - диаметр нижней подборы; u - коэффициент кинематической вязкости воды; F_o - сплошность сети; c_x - коэффициент сопротивления нитки; c_y - коэффициент подъемной силы нитки. Коэффициенты c_x и c_y определяются по формулам [11]

$$c_x = c_{90}^n 0,5 \left(1 - h_y^2 + (1 - h_y^2)^2 \right) + c_0 h_y^2, \quad (4)$$

или

$$c_x = c_{90} (1 - h_y^2), \quad (5)$$

где h_y - направляющий косинус, $h_y = h/a$, h - проекция i -й нитки на ось OY ; c_{90} - коэффициент сопротивления нитки, расположенной перпендикулярно к вектору движения сети; c_0 - коэффициент сопротивления нитки, расположенной параллельно к вектору движения сети

$$c_{90} = b_1 k Re^{-b_2}, \quad (6)$$

где $b_1=3,0$ - коэффициент для гладких цилиндров; $b_1=4,2$ - коэффициент для капрона; $b_2=0,165$ - коэффициент для капроновой сети; $b_2=0,16$ - коэффициент для полиэтиленовой сети,

$$c_0 = b_3 k^{-1} Re^{-b_2}, \quad (7)$$

где $b_3=0,05$ - коэффициент для гладкого цилиндра, $b_3=0,1$ - для полиэтилена и капрона,

$$h = a \cos \alpha \cos \beta_1, \quad (8)$$

$$h_y = \cos \alpha \cos \beta_1. \quad (9)$$

Поправочный коэффициент k определяется по формуле

$$k = \frac{1}{1 + (d/a)^{1/3}}. \quad (10)$$

Решение системы дифференциальных уравнений (1) с учетом (2) и (3) производится в среде MathCad методом Ньютона. Произведем расчеты времени погружения стенки натурного кошелькового невода 740x150 м, имеющего максимальную высоту в посадке [6-9] $H=150$ м и длину 740 м; характеристики сетной полосы, шириной 1 м: $q_c=24$ Н; $q_n=42$ Н; $d=0,98$ мм; $a=16$ мм; $u_x=0,707$; $\rho=1034$ кг/м³; $\nu=1,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $F_o=0,123$; $q_c/q_n=0,571$; $u_f=0,05$ м/с. На рис. 2 изображен график зависимости $y=f(t)$, на рис. 3 изображен график зависимости $v_y=f(t)$ и на рис. 4 изображен график зависимости $v_x=f(t)$. Построены графики с помощью системы уравнений (1) и (3) с учетом (2) - (10) для указанного выше примера.

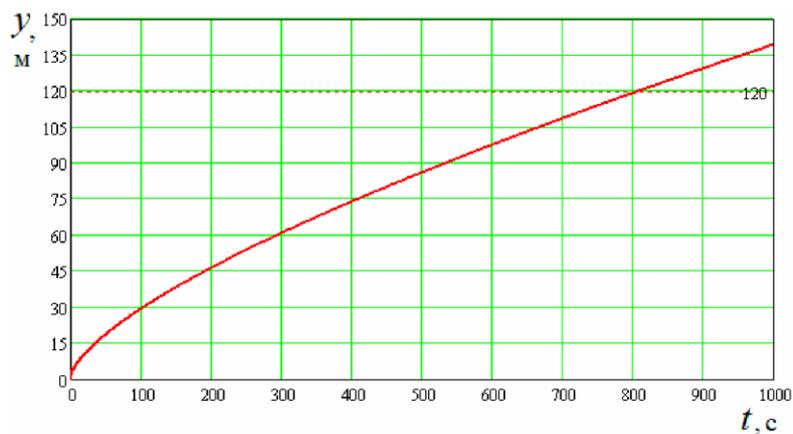


Рис. 2. Графики зависимости $y=f(t)$

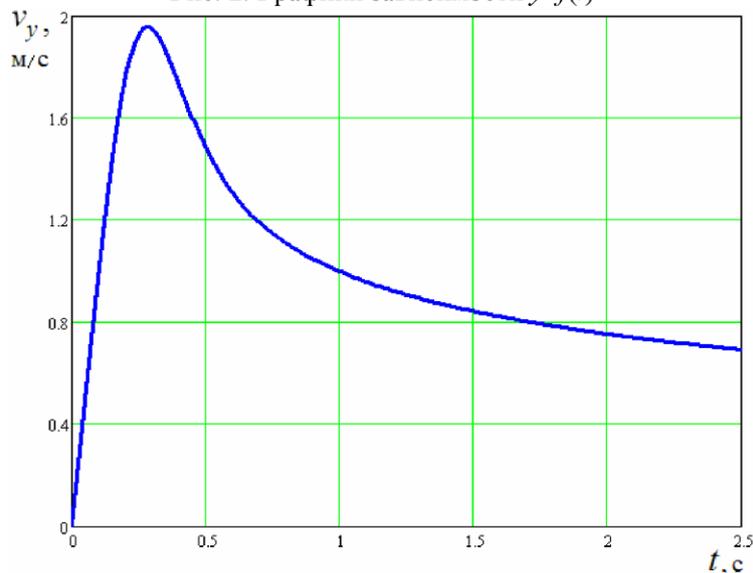


Рис. 3. Графики зависимости $v_y=f(t)$

Разработаны дифференциальные уравнения процесса погружения сетной стенки кошелькового невода, состоящей из ниток с учетом подводного течения. Приводится описание алгоритма расчета силовых и геометрических характеристик кошелькового невода при его погружении. Разработаны методики численного экспериментального исследования процесса погружения кошелькового невода при наличии течений в отсутствие волнения.

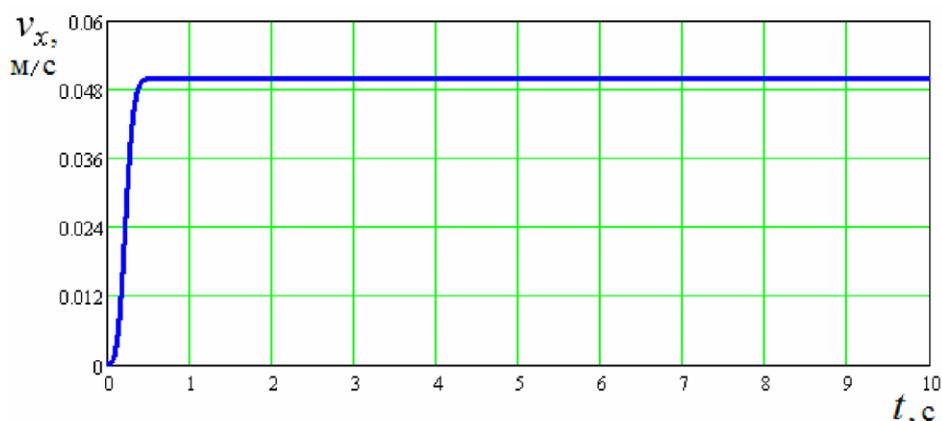


Рис. 4. Графики зависимости $v_x=f(t)$

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Литература

Недоступ А.А., Полозков А.В. Математическое моделирование процесса погружения стенки кошелькового невода. Рыбное хозяйство. - №3. - 2011. - С. 100-102.

Зверьков В.П. Некоторые результаты исследования режимов работы высокостенными кошельковыми неводами на промысле скумбрии. Известия ТИНРО. - 1971. - Том 76. - С. 156-167.

Белов В.А. Гидродинамика нитей, сетей и сетных орудий лова. Калининград: ОАО «МариН-ПО». - 2000. - 200 с.

Won S., Lee C., Kim Y., Kim H., Cha B., Kim H. Model experiments to estimate a purse seine net shape during the shooting and pursuing/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies. DEMAT 2001. V 2. 2002. Rostock. p. 129 - 136.

Kim K., Lee C-W., Kim H., Cha B. Verification of mathematical model on purse seine gear through sea trials and dynamic simulation/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2005. V 4. 2006. Busan. - p. 27-40.

Исследование динамики кошельковых неводов на волнении, различных скоростях и направленности подводного течения// Отчет о НИР (промежуточный): Руководитель Белов В.А., 2806 НИО. - Калининград: НПО промысловства. - 1982. - 56 с.

Исследование динамики кошельковых неводов на волнении, различных скоростях и направленности подводного течения// Отчет о НИР (промежуточный): Руководитель Белов В.А., 3133 НИО. - Калининград: НПО промысловства. - 1984. - 57 с.

Исследование гидродинамических сил, действующих на кошельковый невод// Отчет о НИР: Руководитель Белов В.А., 2818 НИО. - Калининград: НПО промысловства. - 1986. - 63 с.

Исследование гидродинамических сил, действующих на кошельковый невод// Отчет о НИР: Руководитель Белов В.А., 2818 НИО. - Калининград: НПО промысловства. - 1988. - 76 с.

Наумов В.А. Механика движения неоднородных сред. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». - Калининград. - 2005. - 125 с.

Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Монография. Калининград: Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. - 280 с.

**АВТОМАТИКА
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
СУДОВ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЫМОГЕНЕРАТОРА

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

Abstract. The article describes aspects of studying the dynamics of the smoke generation process for the smoke liquid production apparatus. The purpose of this studying is increasing efficiency of this process. The scheme of small-sized smoke generator along with smoke generation mathematical model and structure of the research complex are being presented.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы исследования динамики процесса дымообразования применительно к установке для получения коптильного препарата с целью повышения его эффективности, представлена схема малогабаритного дымогенератора, предлагаются математическая модель процесса дымогенерации и структура исследовательского комплекса.

Копчение – это один из важнейших традиционных способов обработки и сохранения рыбной и мясной продукции, который позволяет получать деликатесную продукцию, пользующуюся неизменным спросом у населения многих стран.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования процесса копчения является применение бездымных коптильных сред, химический состав и параметры применения которых поддаются регулированию. Среди бездымных агентов, предлагаемых для целей копчения, наибольший интерес представляют жидкие коптильные среды, получаемые на основе водных растворов дыма. Это объясняется их наибольшей адекватностью составу коптильного дыма, достаточно изученностью и доступностью, а также минимальной потенциальной токсичностью (происходит гарантированное удаление смолистой фракции, содержащей канцерогенные ПАУ) [1].

К основным недостаткам процесса получения жидких коптильных препаратов можно отнести:

- 1) высокую энергоемкость (существенные затраты на получение дымовоздушной смеси);
- 2) большую длительность;
- 3) высокую сложность и трудоемкость контроля состава (определение компонентного состава коптильного препарата производится по стандартным методикам, требующим наличия специального оборудования и высокой квалификации обслуживающего персонала);
- 4) отсутствие систем управления, позволяющих обеспечить необходимые контроль и качество управления процессом.

Основным элементом, определяющим показатели качества и энергоэффективность абсорбционной установки для получения коптильной жидкости, является дымогенератор. Реализация оптимального управления дымогенератором позволит решить ряд перечисленных выше недостатков, а именно: снизить затраты энергии на производство дымовоздушной смеси, обеспечить однородный состав дыма и, соответственно, получение коптильного препарата с предсказуемыми и стабильными свойствами.

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.

Методы исследования объектов традиционно делятся на два основных класса: аналитическое моделирование и идентификация [2].

В процессе аналитического моделирования объекты описываются системой дифференциальных уравнений в частных производных, интегральными уравнениями, интегро-дифференциальными уравнениями и иными уравнениями неограниченно сложного типа. Эти уравнения составляются на основании законов сохранения массы и энергии. Для широкого спектра объектов они достаточно хорошо изучены.

Однако существуют объекты, математическое описание которых усложняется наличием множества трудно учитываемых (и на практике неуправляемых) факторов. В случае с дымогенератором это начальная влажность используемых опилок, температура окружающей среды, отбор дыма, размер и плотность укладки опилок, количество воздуха, подаваемого в камеру, и т.д. Строгий вывод математического описания таких объектов затруднен, а получаемое решение весьма громоздко и неудобно в использовании.

В подобных случаях принято использовать метод идентификации, когда модель синтезируется на основании данных эксперимента, множества моделей–кандидатов и правил оценки степени соответствия испытываемой модели данным наблюдений.

В зависимости от степени детализации объекта в ходе процесса моделирования применяют метод «черного ящика» или метод «серого ящика» [2]. Метод «черного ящика» описывает объект как единую сущность с набором входных и выходных параметров. При построении модели методом «черного ящика» производится последовательное движение от наиболее простых математических описаний к более сложным до тех пор, пока не будет получен удовлетворительный результат. Достоинство данного метода заключается в простоте структуры модели, однако число итераций при подборе модели нелинейно возрастает с увеличением числа входов и выходов объекта, и, следовательно, растет число требуемых экспериментов.

Метод «серого ящика» опирается на имеющуюся априорную информацию. Модель строится с учетом структуры объекта из элементарных блоков, каждый из которых, в свою очередь, представляет собой уже известную для данного объекта зависимость или «черный ящик». В общем случае за счет следования структуре системы удастся значительно упростить математическое описание каждого отдельного блока, сохраняя при этом достаточно высокую степень адекватности модели в целом.

В настоящей работе производится построение модели дымогенератора с использованием метода «серого ящика».

Исследования проводились для дымогенератора С-1, разработанного Власовой А.Р. в рамках работ, проводимых НИГ кафедры автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного университета.

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 пиролиза, а также обеспечивает его большую равномерность по объему кассеты.

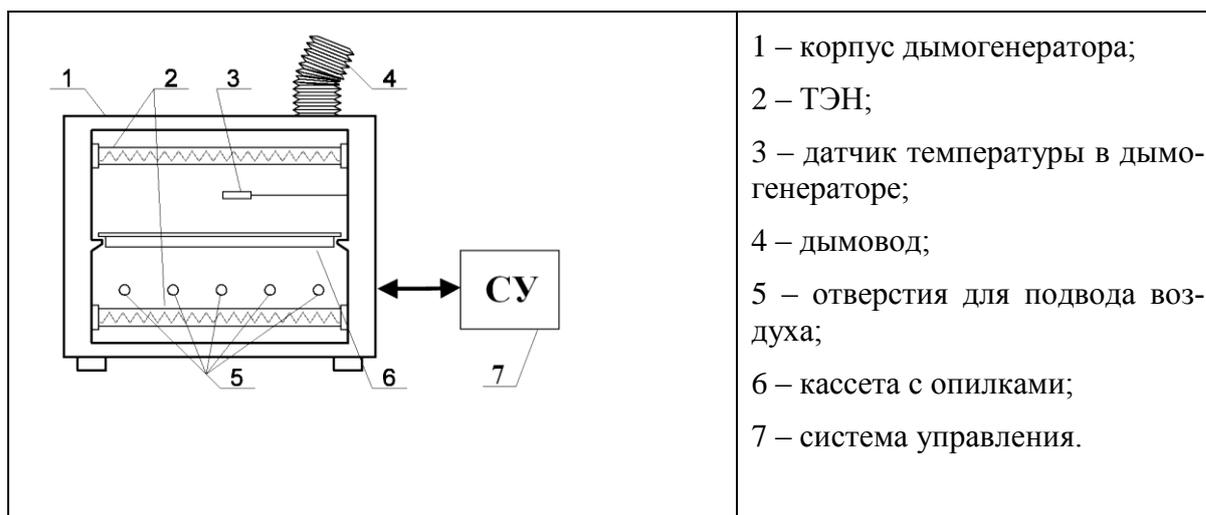


Рисунок 1 – Дымогенератор С-1

Базовая конструкция духового шкафа была доработана следующим образом: был реализован дымоотвод с помощью гофрированного алюминиевого вентиляционного канала, а также добавлены вентиляционные отверстия для подачи свежего воздуха в камеру. Также в конструкцию была добавлена малоинерционная термопара ДТПЛ014, измеряющая температуру внутри камеры дымогенератора.

Основные характеристики аппарата приведены в таблице 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, симистора ТС132-50 и блока управления симисторами и тиристорами (БУСТ) фирмы «Овен». Система управления 7 получает информацию о температуре в камере от датчика температуры 3 и выдает соответствующее управляющее управление на ТЭНы 2.

На персональном компьютере, подключенном к ПЛК-154 по интерфейсу Ethernet, ведется управление установкой и регистрация параметров процесса. Управляющие и регистрирующие алгоритмы были реализованы в программной среде разработки Smart Software Solutions CoDeSys v.2.3.

Согласно результатам исследований Пономаренко Д.А., Шокиной Ю.В. и др. [3,4] температура опилок в кассете дымогенератора изменяется по кривой, имеющей ярко выраженное скачкообразное изменение динамики скорости нагрева в области 80°C (рисунок 2). В рабо-

тах указанных авторов данному явлению не уделялось внимания. С точки зрения автора настоящей работы, после включения ТЭНов происходит подогрев камеры дымогенератора и опилок, а также начинается испарение влаги из опилок. К моменту достижения температуры, превышающей 80°C, большая часть влаги испаряется и вся подаваемая тепловая энергия тратится на дальнейший нагрев опилок. Этой концепции соответствует структурная схема модели дымогенератора, представленная на рисунке 3.

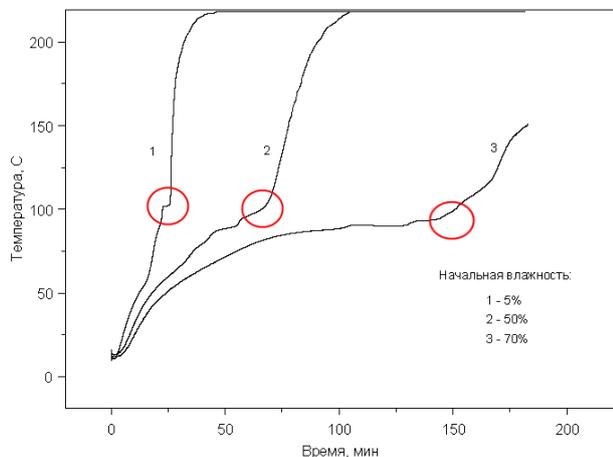


Рисунок 2 – Изменение температуры внутри кассеты дымогенератора с опилками при различных начальных влажностях опилок [3]

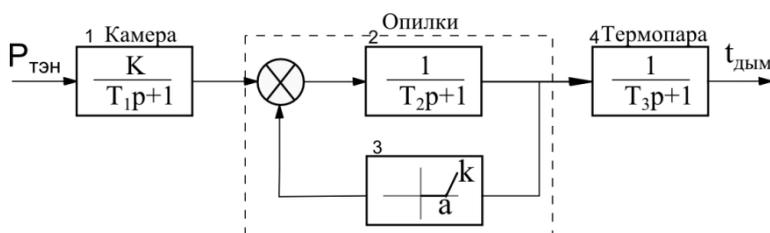


Рисунок 3 – Структурная схема модели дымогенератора С-1

Данная модель из трех основных частей: блок 1– описывает прогрев камеры дымогенератора, блоки 2 и 3 – нагрев опилок и выделение тепла при пиролизе, а блок 4 – описывает инерционность измерительной термопары.

Для определения коэффициентов представленной модели была проведена серия экспериментов. Опыты проводились для опилок с добавлением избыточной влаги, оптимальный объем которой был определен по предварительно проведенным экспериментам и составил 120мл. Мощность ТЭНов поддерживалась на максимуме до достижения температуры в камере 250⁰С, а затем снижалась на 25%. Температура измерялась термопарами, расположенными внутри камеры дымогенератора и в слое опилок.

Результат одного из опытов представлен на рисунке 4.

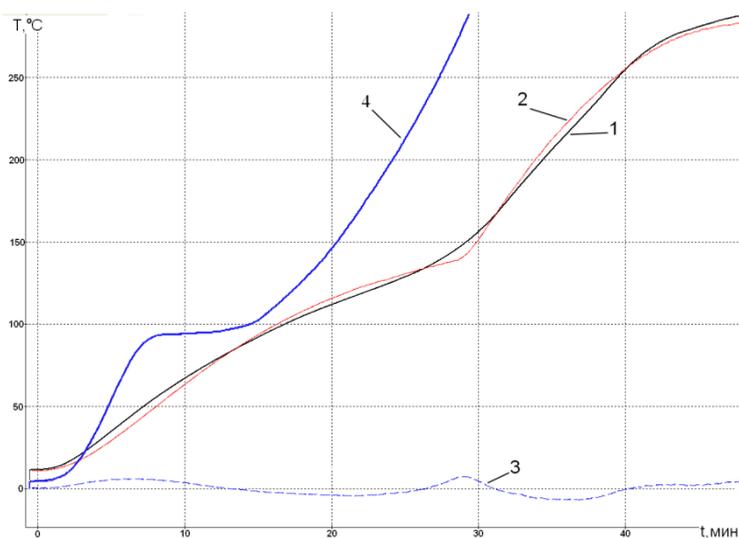


Рисунок 4 – Временные зависимости температуры внутри камеры дымогенератора (1) и в слое опилок (4), модели (2) и невязки (3)

По временной зависимости температуры в камере дымогенератора была построена математическая модель дымогенератора, а в дальнейшем планируется ее уточнение по результатам измерений температуры внутри слоя опилок.

В результате проведенных исследований было получено адекватное математическое описание дымогенератора, которое в дальнейшем будет использовано для оптимизации процесса образования дымовоздушной смеси.

Литература

Курко В. И. Основы бездымного копчения / В. И. Курко. – М. : Лег.и пищ. пром-сть, 1984. – 228 с.

Льонг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя / Л. Льонг : пер. с англ. А. С. Манделя, А. В. Назина : под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука, 1991. – 432 с.

Пономаренко, Д.А. Исследование и автоматизация процесса получения дыма с использованием инфракрасного излучения: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 : 05.13.06. / Пономаренко Дмитрий Александрович.– Мурманск, 2004

Шокина, Ю.В. Разработка способа получения копильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 / Шокина, Юлия Валерьевна.– Мурманск, 1999

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ПАНЕЛЬЮ ОПЕРАТОРА «ОВЕН» СП-270 в ходе проектирования стерилизационной установки Авк-30м

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

This article describes touch panel “OWEN” SP-270, its advantages and disadvantages being revealed in the process of AVK-30M autoclave development.

В статье описывается сенсорная панель оператора «ОВЕН» СП-270, ее достоинства и недостатки, выявленные в ходе проектирования стерилизационной установки АВК-30М.

«ОВЕН» СП-270 – это графическая панель оператора, поддерживающая сенсорное управление. Представляет собой графический дисплей диагональю 7 дюймов и разрешением 480x234 пикселя, упакованный в корпус со степенью защиты IP65. Панель предназначена для монтажа в щит управления. Она используется для отображения состояния технологического процесса, а также внесения в него изменений. По заявлениям разработчиков, СП-270 «способна полностью заменить пульт управления, состоящий из кнопок и переключателей» [1]. Внешний вид панели оператора представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид панели оператора

СП-270 планировалось использовать в составе стерилизационной установки АВК-30М как основной элемент обмена информацией с оператором [2]. При стерилизации панель отображает мнемосхему технологического процесса (рисунок 2). Показания всех смонтированных на установке датчиков представлены в текстовом и графическом виде. Оператор осуществляет управление установкой посредством нажатия на сенсорные кнопки, расположенные на мнемосхеме. Программное обеспечение панели позволяет организовать многоуровневый контроль доступа к оборудованию, а также осуществляет ведение архива тревог, построение трендов, хранение параметров формул стерилизации в энергонезависимой памяти.

Панель СП-270 оборудована двумя независимыми интерфейсами: RS-232 и RS-485, причем для подключения к проектируемой системе может использоваться любой. СП-270 поддерживает протокол Modbus в режимах Master и Slave. В АВК-30М панель связывалась по интерфейсу RS-232 с программируемым логическим контроллером (ПЛК) «ОВЕН» ПЛК-154-U-L, при этом работа панели была организована по принципу «панель – Master, ПЛК – Slave». Попытки организовать обмен с панелью в режиме «панель – Slave» не увенчались успехом, так как в нем панель не предоставляет совершенно никакой информации для отладки ошибок обмена.

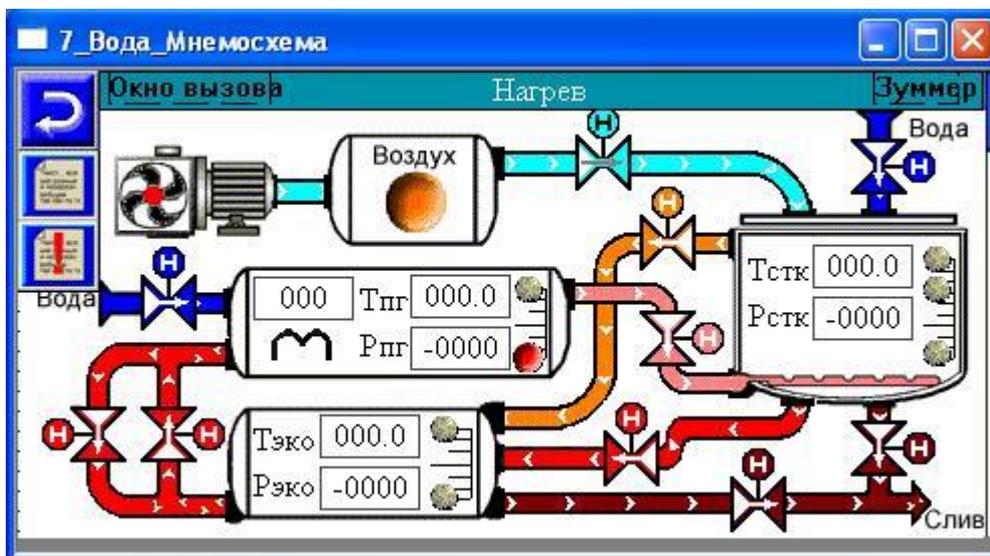


Рисунок 2 – Пример экрана панели в режиме работы «Стерилизация в водной среде, автомат»

Во время работы с СП-270 сложилось впечатление, что ее основным недостатком является полное отсутствие средств отладки. Так, на любые ошибки связи с ПЛК, независимо от их источника (сбой обмена, неправильная настройка адресов регистров при сопряжении ПЛК и панели и т.п.), панель формирует одинаковое окно ошибки «Потеря связи...». Следовательно, устранение ошибок в проектах средней величины, содержащих несколько экранов и около сотни переменных, превращается в практически неразрешимую задачу. Более того, некоторые ошибки в настройке элементов проекта могут привести к зависанию процесса программирования панели с выдачей сообщения об ошибке типа «Процессор не определен», что недвусмысленно указывает на сбой аппаратной части, хотя на самом деле ошибка в программном обеспечении. Как показала практика, единственным способом борьбы с этим недостатком является постоянное сохранение новых версий проекта под номерами. В случае, когда ошибку не удастся локализовать продолжительное время, единственным выходом остается откат к предыдущей версии.

Связь между программируемым логическим контроллером и панелью оператора осуществляется через выделенные для этого регистры ПЛК. Проекты для программируемых логических контроллеров «ОВЕН» традиционно разрабатываются в среде проектирования 3S Co-DeSys. Существенным недостатком СП-270 следует считать то, что принципы адресации регистров в CoDeSys и панели не совпадают. Таким образом, разработчику системы приходится вручную создавать таблицу адресов регистров (пример в таблице 1) и особенно тщательно следить за безошибочностью их вычисления, в противном случае место ошибки будет практически невозможно вычислить из-за отсутствия отладочной информации. Авторами настоящей статьи был разработан программный продукт, позволяющий осуществлять кор-

ректное вычисление адресов регистров в автоматическом режиме. Это позволило повысить удобство работы и существенно сократило число ошибок адресации.

Таблица 1 – Элемент таблицы регистров ПЛК и соответствующих им адресов СП-270

...				
	Time_Cur_S	8	Word	Секунды текущего времени (относ.)
	Time_Cur_S0730	9	Word	Секунды текущего времени минус 07:30
	Zummer	160	Byte	ПЛК->Пан зуммер
	StW_PgFillEco	161		Выбрано заполнение ПГ из ЭКО
	StW_PgFillDrain	162		Выбрано заполнение ПГ из магистрали
	StW_StkFill	163		Начато заполнение СТК
	StW_Ready	164		Аппарат готов к пуску (вода)
	StW_Nagrev	165		Этап нагрева (вода)
	StW_SSter	166		Этап собственно стерилизации (вода)
	StW_Ohl	167		Этап охлаждения (вода)
...				
	DOUL_EcoSlivWaste	200	Byte	Состояние клапана слива ЭКО->канализ.
	DOUL_EcoSlivPg	201		Состояние клапана передачи ЭКО->ПГ
	DOUL_CompressorAir	202		Состояние компрессора
	DIU_PgH	203		Сигнализатор верхнего уровня воды в ПГ
	DIU_PgL	204		Сигнализатор нижнего уровня воды в ПГ
	DIU_TENON	205		Сигнализатор питания на ТЭНах
	DIU_EcoH	206		Сигнализатор верхнего уровня воды в ЭКО
	DIU_EcoL	207		Сигнализатор нижнего уровня воды в ЭКО
	Regime_aa	13	Word	Продолжительность продувки
	Regime_A	14	Word	Продолжительность нагрева
	Regime_B	15	Word	Продолжительность собств. Стерилизации

...

Для создания проектов под СП-270 фирма-разработчик предлагает бесплатную программу «Конфигуратор СП-270» (рисунок 3). В ней осуществляются все операции с панелью, начиная от предварительной конфигурации адреса, назначения интерфейсных разъемов и заканчивая «рисованием» экранов и размещением на них активных элементов с последующей отладкой проекта в режиме «off-line».

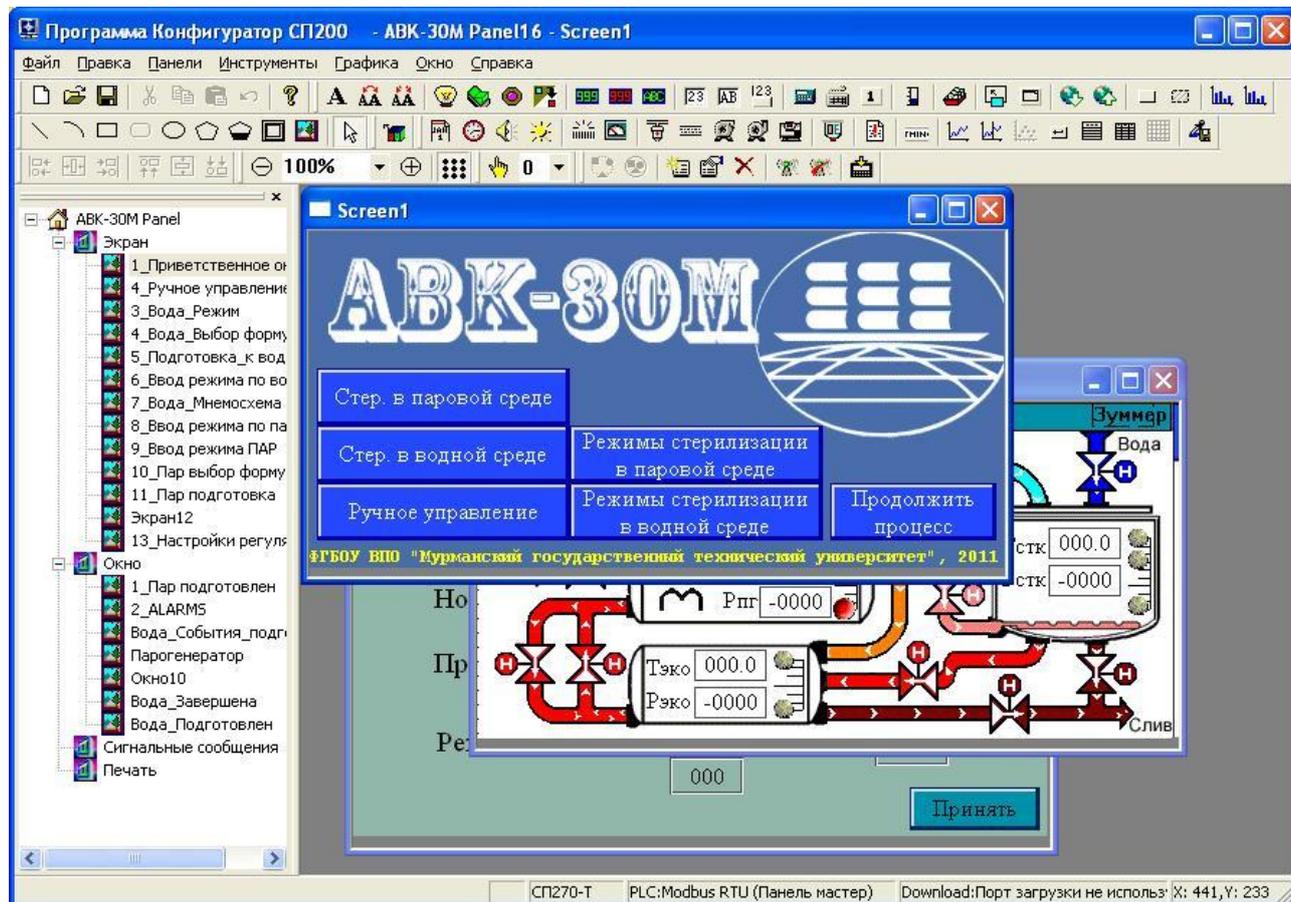


Рисунок 3 – Пример основного окна «Конфигуратор СП-270»

Основным достоинством конфигуратора является обширность его функций. Практически любая задумка разработчика может быть реализована при помощи конфигуратора. Недостатком этой программы является ее недоработанность, которая иногда существенно сказывается на удобстве работы с ней. К примеру, попытки изменить цвет фона одного из активных компонентов проекта приводят к краху программы, хотя у других компонентов изменение проходит успешно. Названия экранов проекта можно задать только один раз – при их создании. Хотя в конфигураторе имеется возможность изменения названия экрана, фактического влияния эта функция на проект не оказывает.

В конфигураторе есть возможность добавления в проект окна коррекции паролей проекта и окна коррекции календаря и встроенных часов. Безусловно, это функции нужные и полезные в масштабном проекте. Только их реализация недоработана – при добавлении любого из этих окон в проект и попытке загрузки его в панель возникает ошибка.

Наконец, в описании некоторых компонентов встречается «в текущей версии программы не используется», компонент «Исторические события» не поддерживает русский шрифт, а отвечающие за вывод графических трендов компоненты не имеют сетки и подписей к осям.

Некоторые из этих ошибок были поправлены в обновленной версии программного обеспечения, получившей название «Программатор СП-270». При этом появились новые ошибки, подчас весьма серьезные. Например, в проектах, созданных в программаторе, не происходит передача номера текущего экрана в регистр ПЛК. Для проектов, где он используется в качестве сигнала для выбора группы реакций на действия пользователя (как в АВК-30М), это недопустимо.

В целом, несмотря на многочисленные недостатки, «ОВЕН» СП-270 обладает достаточным разнообразием функций и сравнительно невысокой ценой. После устранения недоработок панель можно будет рекомендовать к использованию в составе технологического оборудования.

Литература

ОВЕН. Оборудование для автоматизации: каталог [Электронный ресурс] // Контрольно-измерительные приборы производства ОВЕН. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/text/36768225>. – Загл. с экрана.

Усовершенствование стерилизационной установки АВК-30 / А. В. Власов, А. В. Кайченков, А. А. Маслов, А. Р. Власова, В. В. Яценко // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-8 апреля 2011 г. / Федер. агенство по рыболовству, ФГОУ ВПО «Мурманский гос. техн. ун-т.», Ун-т Тромсе. – Электрон. текст. дан. (31 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1187-1192. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321100504.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В стерилизационной камере автоклава НА ЭТАПЕ ПРОДУВКИ

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

This paper offers a model's structure which describes behavior of temperature in AVK-30 autoclave's sterilization chamber at the expulsion stage as a function of inputs. An optimization of the sterilization chamber's temperature regulator based on the model's parameters with the purpose of sterilization effectiveness increase could be taken.

В статье предлагается структура модели, описывающая поведение температуры в стерилизационной камере автоклава АВК-30 на этапе продувки в зависимости от входных воздействий. По данным модели может быть осуществлена оптимизация регулятора температуры в стерилизационной камере с целью повышения эффективности процесса стерилизации.

Решение задачи повышения экономической эффективности консервного производства напрямую связано с уменьшением количества ресурсов, затрачиваемых на процесс стерилизации. Кроме того, снижается экологическая нагрузка на окружающую среду, что становится особенно актуальным в последнее время, когда антропогенное воздействие на природу достигло высокого уровня. Эффективность работы стерилизационной установки может быть повышена при помощи оптимизации системы управления по критерию, содержащему затраты на управление. При этом осуществляется поиск таких значений настроек регулятора, которые позволяют выполнить жесткие требования технологического процесса и обеспечить некоторую экономию энергетических ресурсов.

Для получения оптимальных настроек регулятора требуется наличие модели объекта и критериев оптимизации. Моделирование производится для стерилизационной установки АВК-30, расположенной в лаборатории «Современных технологий производства продуктов из гидробионтов» Мурманского государственного технического университета. С целью построения модели теплообмена в наименее прогреваемой области стерилизационной камеры на этапе продувки применяется метод идентификации в широком смысле. Для его реализации необходимо определить перечень входных и выходных параметров; на основании априорной информации построить структурную схему теплообмена в стерилизационной камере; найти значения параметров структурной схемы теплообмена в стерилизационной камере на основании экспериментальных данных; осуществить проверку адекватности полученной модели.

Выходным параметром объекта (стерилизационной камеры) является поле температур. На температуру в конкретной точке T_{cmk} оказывает влияние баланс притока и отвода теплоты ΔQ под действием входных параметров. На приток теплоты оказывают влияние теплота подводимого греющего пара $Q_{кнт}$ и теплообмен с парогенератором через рубашку стерилизационной камеры $Q_{нг}$. Эта теплота расходуется на нагрев продукта Q_{np} , корпуса аппарата и клеток, теплообмен с окружающей средой через крышку стерилизационной камеры и потери с удаляемыми из камеры конденсатом и продувочным паром $Q_{прод}$.

На подвод теплоты греющим паром оказывают влияние коэффициент заполнения широтно-импульсного модулятора (ШИМ) канала клапана подачи пара V и гидравлический напор между парогенератором и стерилизационной камерой $(P_{нг}-P_{cmk})$. На теплообмен с окружающей

средой оказывает влияние температурный напор между стерилизационной камерой и окружающей средой. Так как температура среды в помещении обычно изменяется в малых пределах (по сравнению с изменением температуры в стерилизационной камере), и этот процесс существенно инерционен (по сравнению с прочими процессами, происходящими в стерилизационной установке), ее влияние в динамике на объект невелико. Поэтому температура окружающей среды была исключена из списка входных параметров. Она будет косвенно учитываться в получившемся математическом описании объекта при аппроксимации по экспериментальным данным.

На подвод теплоты через рубашку оказывает влияние температурный напор между средой парогенератора и стерилизационной камерой ($T_{нг}-T_{смк}$). Следовательно, температура среды в парогенераторе определяет теплообмен со стерилизационной камерой через стенку. Его влияние существенно меньше в сравнении с теплотой, подводимой к камере паром, и оно смешивается с результатом работы ШИМ. Поэтому в явном виде температурный напор между парогенератором и стерилизационной камерой в предлагаемой модели отсутствует.

Давление в парогенераторе также влияет на количество подаваемого в стерилизационную камеру пара и вносимую им теплоту. Поэтому статические характеристики объекта будут иметь сложный нелинейный характер. Это обусловливается нелинейной зависимостью между гидравлическим напором и расходом пара. Согласно закону Бернулли, расход среды G пропорционален квадратному корню гидравлического напора:

$$G = S \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_1 - P_2)}{\rho}}, \quad (1)$$

где S – минимальное сечение тракта перемещения среды;

P_1 – давление среды в начале тракта;

P_2 – давление среды в конце тракта.

Так как на этапе продувки из стерилизационной камеры производится сброс паровоздушной смеси и конденсата, она не является герметичной. Давление в ней не может повыситься существенно выше атмосферного. При температуре содержимого стерилизационной камеры около 100 °С практически вся подводимая к ней теплота расходуется в виде тепловых потерь на теплообмен с окружающей средой, а также удаляется с отводимыми газами и конденсатом. Это также вносит вклад в нелинейность статических характеристик объекта.

Продукт отбирает до 50% энергии, подводимой теплоносителем к стерилизационной камере. Отсутствие продукта при тех же входных воздействиях существенно уменьшает инерционность подъема температуры в аппарате. Очевидно также, что наличие продукта или его отсутствие не влияет на установившееся значение температуры стерилизационной камеры. Таким образом, априорно примем продукт как один из элементов с дифференцирующими свойствами, если считать его входом температуру греющей среды, а выходом – отбираемую от стерилизационной камеры теплоту.

На основании сказанного выше построена обобщенная структурная схема теплообмена в стерилизационной камере АВК-30 (рисунок 1).

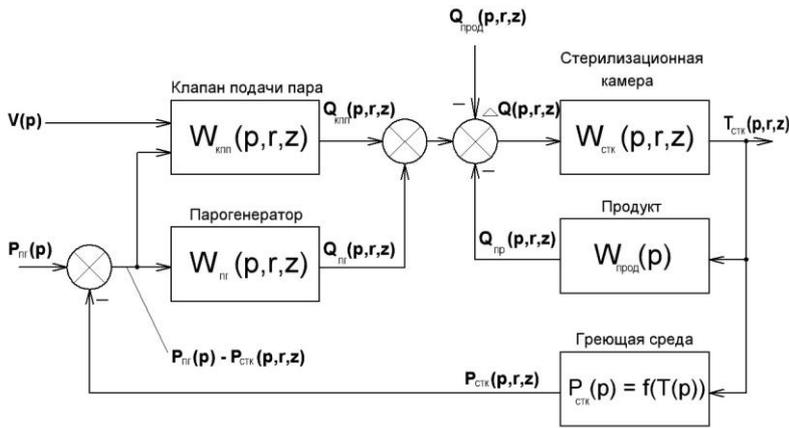


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема теплообмена в АВК-30

Здесь $W(p)$ – передаточные функции узлов стерилизационной установки, устанавливающие связь между изображениями выходных и входных сигналов соответствующих элементов (p – оператор преобразования Лапласа, r и z – координаты точки в осевом сечении стерилизационной камеры). Зависимость между $P_{стк}$ и $T_{стк}$ описывается полиномом по таблицам для насыщенного водяного пара.

На основании представленной на рисунке 1 структурной схемы и результатов предварительных экспериментов с различными входными воздействиями, для последующей идентификации была предложена аппроксимирующая структурная схема теплообмена в стерилизационной камере АВК-30 на этапе продувки (рисунок 2).

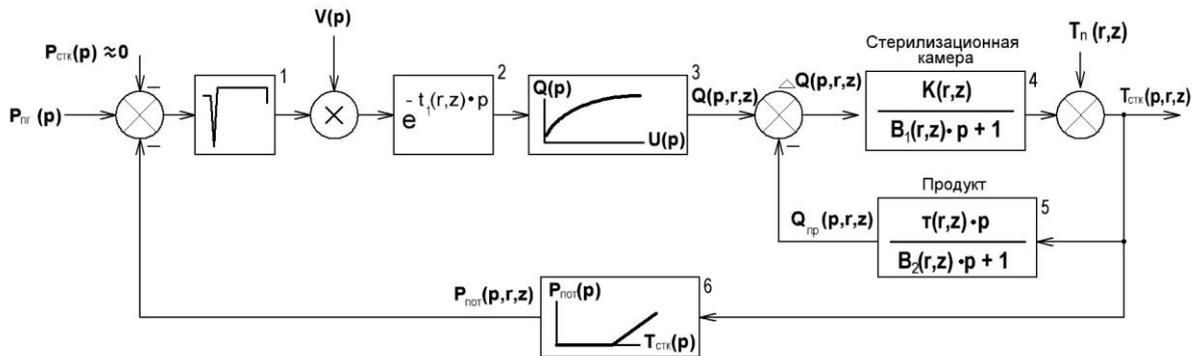


Рисунок 2 – Структурная схема теплообмена в АВК-30 на этапе продувки

Здесь блок 1 и входное воздействие V описывают долю расхода теплоносителя, теплота которого затрачивается на нагрев стерилизационной камеры. Избыточное давление в стерилизационной камере $P_{стк}$ в течение этапа продувки приблизительно равняется нулю, так как стерилизационная камера не является герметичной. Блок 2 описывает запаздывание при распространении пара по трубопроводам и стерилизационной камере к конкретной точке, явление конденсации первичного объема горячего пара на внешнем слое банок клетки и, следовательно, более поздний нагрев внутренних банок, а также вытеснение теплоносителем воздуха из аппарата. Блоки 4 и 5 описывают линейную часть стерилизационной камеры и продукт соответственно. Блоки 3 и 6 относятся к структурным нелинейностям объекта. Блок 3 показывает, что с увеличением расхода теплоносителя все меньшее его количество участвует в теплообмене со стерилизационной камерой и продуктом. Аппроксимирующая зависимость для описания этого явления следующая:

$$Q(p, r, z) = U(p) \cdot (b(r, z) + a_1(r, z) \cdot e^{\frac{U(p, r, z)}{y(r, z)}}), \quad (2)$$

где $Q(p, r, z)$ – участвующая в теплообмене со стерилизационной камерой и продуктом теплота в характерной точке с координатами r, z ;

$b(r, z), a_1(r, z), y(r, z)$ – коэффициенты аппроксимирующей зависимости для характерной точки с координатами r, z ;

$U(p, r, z)$ – входное воздействие для блока 3 в характерной точке с координатами r, z .

Блок 6 описывает долю расхода теплоносителя, которая практически не участвует в теплообмене со стерилизационной камерой. Этот эффект наблюдается при нагреве аппарата до температур, близких к 100 °С. Так как стерилизационная камера в этом диапазоне температур полностью заполнена насыщенным водяным паром, вся подводимая теплоносителем к ней энергия удаляется через продувочный клапан (за исключением доли, компенсирующей охлаждение стенок аппарата и отбор энергии продуктом). Для описания этого явления выбрана следующая зависимость:

$$\begin{cases} P_{\text{пот}}(p, r, z) = T_{\text{стк}}(p, r, z) \cdot x(r, z) \cdot (T_{\text{стк}}(p, r, z) - t_2(r, z)), & T_{\text{стк}}(p, r, z) \geq t_2(r, z) \\ 0, & T_{\text{стк}}(p, r, z) < t_2(r, z) \end{cases}, \quad (3)$$

где $x(r, z), t_2(r, z)$ – коэффициенты аппроксимирующей зависимости.

В качестве аппроксимирующей зависимости для блока 4 выбрано аperiodическое звено 1-го порядка, при этом зависимости коэффициента передачи K и постоянной времени B_1 от координат описываются полиномами. С точки зрения отбора теплоты продукт обладает дифференцирующими свойствами: в начале нагрева содержимого тары от греющей среды отбирается большое количество теплоты. По мере роста внутренней температуры продукта температурной напор между ним и греющей средой уменьшается и, следовательно, уменьшается тепловой поток. Это описание соответствует реальному дифференцирующему звену с параметрами T и B_2 .

T_n является параметром, описывающим установившееся значение температуры в стерилизационной камере в отсутствие подачи пара. Так как в АВК-30 имеет место теплообмен стерилизационной камеры с парогенератором через рубашку, T_n несколько больше температуры окружающей среды.

Была проведена серия экспериментов, в ходе которой параметры схемы теплообмена были идентифицированы по экспериментальным данным с использованием комплекса для исследования температурного поля греющей среды МИСт [2]. На рисунке 3 представлены временные зависимости модели и объекта на этапе продувки. Периодический характер кривой температуры объекта объясняется работой ШИМ.

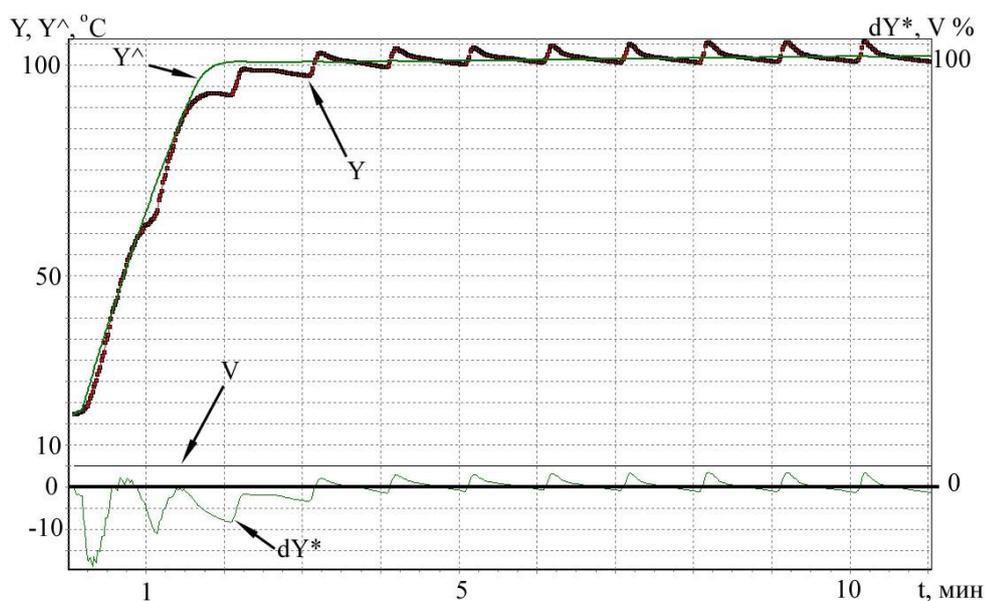


Рисунок 3 – Временные зависимости объекта (Y), модели ($Y^$), относительной ошибки аппроксимации (dY^*) и коэффициента заполнения ШИМ (V) на этапе продувки

На основании результатов экспериментов (действующее значение относительной ошибки аппроксимации не превышает 10%) можно сделать вывод, что предлагаемая модель в стерилизационной камере автоклава АВК-30 адекватно описывает объект на этапе продувки. Найденные параметры модели используются для поиска оптимальных по критерию расхода пара настроек регулятора температуры в стерилизационной камере.

Литература

А.В. Власов. Исследование динамики теплообмена в стерилизационной камере автоклава / А.В. Власов, А.В. Кайченков, А.А. Маслов // «Рыбное хозяйство». – №6/2009. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2009.

А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченков. Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.

РАЗРАБОТКА стерилизационной установки Авк-30м

Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Маслов А. А., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники)

This article describes AVK-30M autoclave and features of its construction, hardware and software realization.

В статье описывается стерилизационная установка АВК-30М, особенности ее конструкции и аппаратно-программной реализации.

Консервное производство – специализированная отрасль пищевой промышленности, позволяющая создавать запасы пищевых продуктов для потребления в районах с различными климатическими условиями в течение круглого года. Повышенное внимание к ней со стороны исследователей обуславливается тем, что она затрагивает вопросы самообеспечения страны продуктами питания. Необходимость постоянного совершенствования консервного производства диктуется научно-технической политикой России в области здорового питания. В настоящее время многие предприятия консервной отрасли России начали переход на автоматизированное управление процессами стерилизации, что позволяет повысить эффективность производства за счет сокращения продолжительности режимов тепловой обработки и уменьшения автоклавного парка.

В конце 2007 года кафедры Автоматики и вычислительной техники и Технологий пищевых производств МГТУ приняли решение совместно разработать и создать современную, эффективную и недорогую стерилизационную установку, получившую название АВК-30М (рисунок 1). Она построена на базе медицинского стерилизатора ВК-30. Данный стерилизатор оснащен интегрированным парогенератором с трубчатыми электронагревателями (ТЭНами) в качестве нагревательных элементов. Наличие встроенного парогенератора делает процесс нагрева стерилизационной камеры более интенсивным, так как наряду с передачей энергии путем подвода теплоты паром происходит теплообмен через стенку.



Рис. 1 – Стерилизационная установка АВК-30М

Выбор ВК-30 был основан на малых габаритах аппарата и сравнительно небольшой мощности, потребляемой им в работе. Это позволило эффективно использовать рабочее пространство лаборатории и уменьшить затраты на проведение экспериментов.

Стерилизатор ВК-30 был модернизирован с целью создания стерилизационной установки. Модернизация заключалась в удалении эжектора, предназначенного для создания вакуума с целью сушки стерилизованных медицинских предметов. Также была полностью переработана схема подачи пара в стерилизационную камеру по типу вертикальных автоклавов. Реализована нижняя подача пара в аппарат [1]. Был осуществлен подвод охлаждающей воды (из магистрали) и воздуха для создания противодействия при помощи компрессора и воздушного ресивера. Была увеличена мощность ТЭНов парогенератора. Также в стерилизационную установку был добавлен дополнительный сосуд высокого давления (экономайзер), предназначенный для сбора, хранения и рационального использования отработанных сред [2]. Основные характеристики и схема АВК-30М приведены в таблице 1 и на рисунке 2 соответственно.

Таблица 1 – Основные характеристики АВК-30М

Параметр	Значение
Суммарная мощность нагревательных элементов, кВт	9
Максимальное рабочее давление пара в паровой и стерилизационной камерах, кгс/см ²	2,2
Объем стерилизационной камеры, л	30
Объем водопаровой камеры, л	75

Максимальный объем воды в водопаровой камере на начало процесса, л	15
Внутренний диаметр стерилизационной камеры, мм	300
Внутренний диаметр водопаровой камеры, мм	350
Толщина стенки стерилизационной камеры, мм	3
Толщина стенки водопаровой камеры, мм	2
Количество корзин в аппарате, шт	2
Диаметр корзины, мм	270
Высота корзины, мм	175

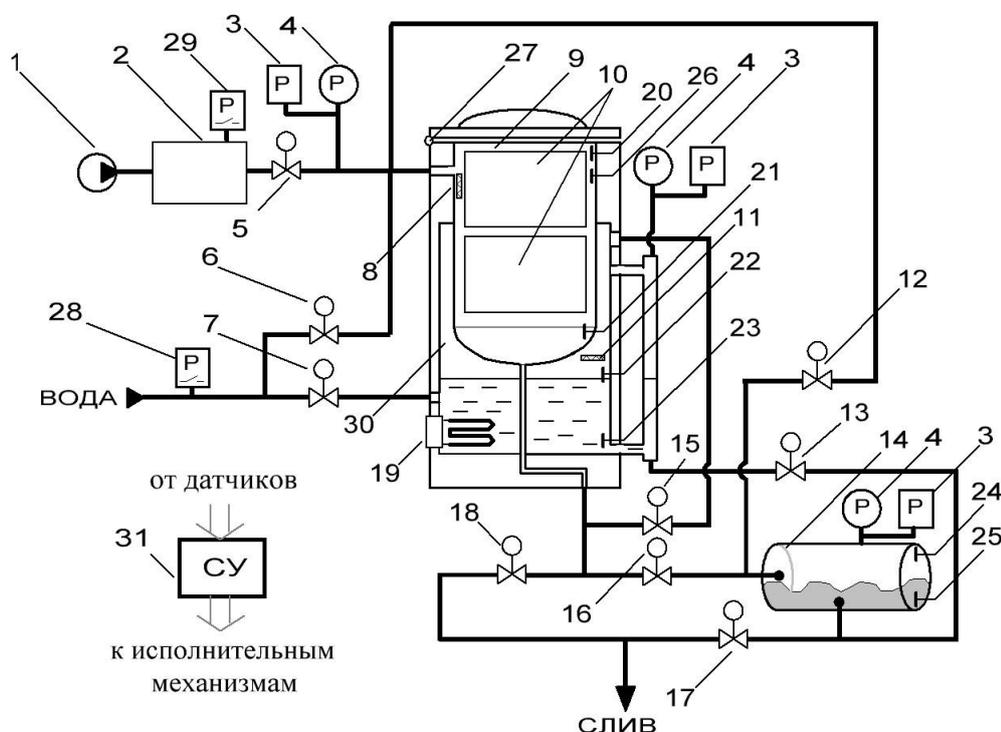


Рис. 2 – Схема стерилизационной установки АВК-30М

АВК-30М состоит из трех сосудов: стерилизационной камеры (9) с клетями (10), парогенератора (30) с трубчатыми электронагревателями (19) и экономайзера (14). Система управления установкой (31) осуществляет управление температурой в автоклаве и парогенераторе по показаниям датчиков температуры (8 и 11 соответственно). Также она контролирует наличие воды в магистрали по показаниям реле давления (28) и состояние крышки автоклава (27).

Воздух для создания противодавления на этапе охлаждения создается компрессором (1) с воздушным ресивером (2), о достижении требуемого давления воздуха в ресивере сигнализирует реле (29). Избыточное давление измеряется датчиками (3), причем оператор имеет возможность осуществить визуальный контроль по манометрам (4).

Передача сред между сосудами установки организована при помощи блока электромагнитных клапанов: 5 – клапан подачи воздуха; 6 – клапан подачи воды в стерилизационную ка-

меру; 7 – клапан подачи воды в парогенератор; 15 – клапан подачи пара в стерилизационную камеру; 16 – клапан слива из стерилизационной камеры в экономайзер; 17 – клапан слива из экономайзера; 18 – клапан слива стерилизационной камеры; 12 – клапан продувки; 13 – клапан передачи парогенератор-экономайзер.

Контроль уровней сред в сосудах установки производится по показаниям сигнализаторов: 20, 21 – верхнего и нижнего уровней воды в стерилизационной камере соответственно; 22, 23 – верхнего и нижнего уровней воды в парогенераторе соответственно; 24, 25 – верхнего и нижнего уровней воды в экономайзере соответственно; 26 – уровня заполнения стерилизационной камеры при водной стерилизации.

Система управления АВК-30М построена на базе отечественных средств для общепромышленной автоматизации фирмы «ОВЕН». Основными элементами являются программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК-154.U-L с 8-канальным модулем аналогового ввода ОВЕН МВА-8 и модулем дискретного ввода-вывода ОВЕН МДВВ. Обмен между входящими в систему управления устройствами осуществляется по промышленному интерфейсу RS-485. Схема аппаратных средств системы управления представлена на рисунке 3.

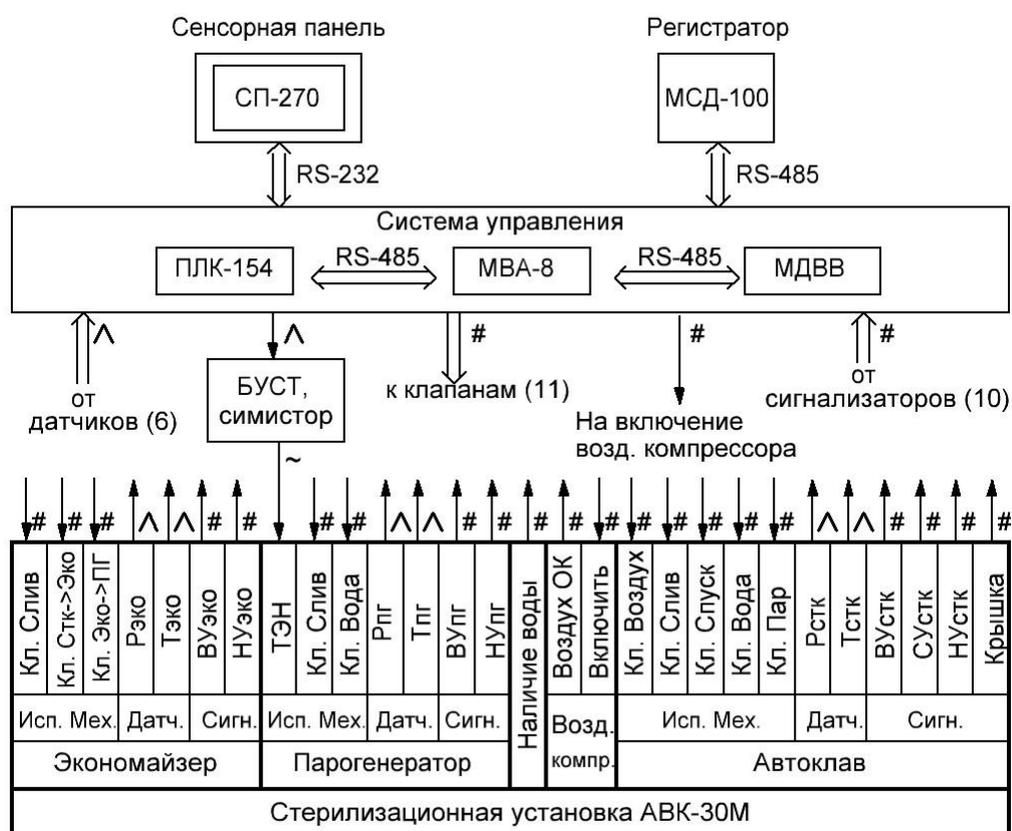


Рис. 3 – Схема аппаратных средств системы управления стерилизационной установки АВК-30М

Функционирование стерилизационной установки в соответствии с заданным режимом и обработку действий оператора обеспечивает программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК154. Его программный алгоритм реализован на языках МЭК SFC и ST. Он имеет контуры регулирования температуры (ПИ-регулятор) и давления в автоклаве, позиционные регуляторы давления в парогенераторе и компрессоре, алгоритмы управления установкой на всех этапах процессов стерилизации в паровой и в водной средах, а также блокировки для обеспечения нормальной работы установки.

Оператор осуществляет общее управление стерилизационной установкой при помощи сенсорной панели оператора ОВЕН СП270. Сенсорная панель в режиме master считывает параметры процесса и состояние исполнительных механизмов с ПЛК154 и отображает их оператору на мнемосхеме (пример на рисунке 4). Оператор имеет возможность задавать режимы работы установки в режиме «автомат», а также получает полный доступ к исполнительным механизмам в режиме «ручной». Сенсорная панель также хранит в энергонезависимой памяти набор режимов стерилизации, которые можно выбрать перед началом процесса.



Рис. 4 – Пример экрана мнемосхемы панели оператора ОВЕН СП270

Создание стерилизационной установки АВК-30М позволила получить гибкий комплекс для проведения исследований в области стерилизации консервной продукции и лабораторной разработки режимов стерилизации. По удобству эксплуатации, функциональности и энергоэффективности АВК-30М стоит на одном уровне с самыми современными отечественными стерилизационными установками.

Литература

Совершенствование стерилизационной установки на базе модернизированного медицинского стерилизатора ВК-30 / А. В. Власов, А. Р. Власова, А. В. Кайченков, А. А. Маслов, В. В. Яценко // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2009. – Т. 12, № 2. – С. 263-268.

Власов, А. В. Разработка способа использования конденсата и охлаждающей воды в стерилизационных установках по замкнутому циклу / А. В. Власов, А. Р. Власова, А. А. Маслов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : юбилейн. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 60-летию МГТУ, Мурманск, 5-9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 984-987. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321000362.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

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

Abstract. The article describes a way of solving a problem of nonlinear object's dynamics identification using artificial neural networks.

Аннотация. В статье рассматривается подход к решению задачи идентификации динамических свойств нелинейного объекта с использованием искусственных нейронных сетей.

В последние несколько лет наблюдается повышенный интерес к искусственным нейронным сетям, которые успешно применяются в различных областях: бизнесе, технике, физике, математике – везде, где требуется решать задачи прогнозирования, идентификации или управления. Это обусловлено множеством достоинств нейронных сетей. Например, они обеспечивают возможность нахождения решения задач, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными. Нейронные сети обеспечивают устойчивость к шумам во входных данных – нет необходимости отсеивать неинформативные, шумовые входные сигналы, нейронная сеть сама определит малопригодные для решения задачи и отбросит их. Наконец, нейронные сети обеспечивают высокое быстродействие работы обученной системы.

Для решения задачи оптимизации управления в автоматике часто требуется наличие аппроксимирующей модели объекта, параметры которой в большинстве случаев идентифицируются по переходному процессу (или их серии). Существует множество способов решения данной задачи. Например, для идентификации традиционно используются итерационные методы, математический аппарат которых хорошо проработан. Они имеют хорошую устойчивость к шумам, но недостаточное быстродействие. Напротив, обученная нейронная сеть позволяет получить решение за доли секунды.

Последнее свойство делает использование нейронных сетей более выгодным для решения задач идентификации в сравнении с итерационными методами. Программа поиска коэффициентов модели, реализующая итерационные методы, будет затрачивать сравнительно продолжительное время на обработку результатов каждого опыта. Используемая для решения той же задачи нейронная сеть одновременно потребует обучающей выборки большого объема и продолжительного времени на обучение, но по его завершении обработка результатов новых опытов с последующей идентификацией будет занимать несравнимо меньшее время (до секунды).

В продолжение тематики исследований [1] была поставлена задача обучения нейронной сети для идентификации параметров аппроксимирующей модели нелинейного объекта по переходному процессу. В качестве объекта было выбрано апериодическое звено второго порядка с однозначной нелинейностью. Структурная схема объекта представлена на рисунке 1:

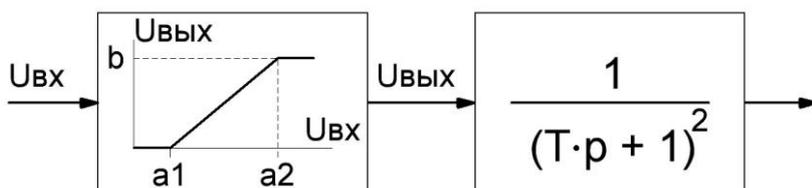


Рис. 1 – Структурная схема аппроксимирующей модели нелинейного объекта

В отличие от случая идентификации параметров линейного объекта по данным эксперимента, нелинейный объект требует использования более сложного входного воздействия – единичная «ступенька» не позволит определить параметры нелинейности. Поэтому предлагается реализовать входное воздействие в виде набора «ступенек» (рисунок 2).

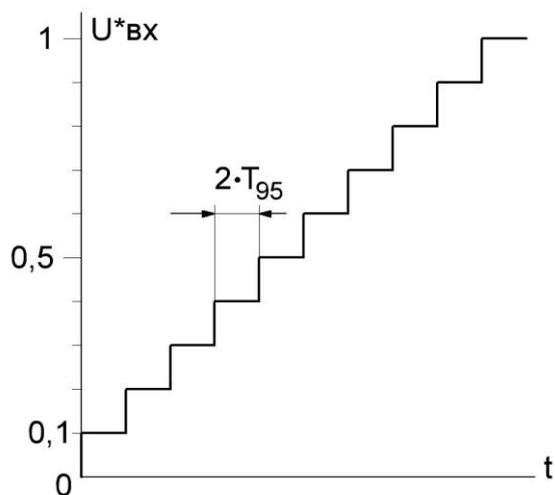


Рис. 2 – Входное воздействие

Использование нескольких «ступенек» требует определения их продолжительности. Очевидно, что объекты с существенно отличающейся инерционностью имеют переходные процессы различной продолжительности. Таким образом, необходимо варьировать продолжительность подачи каждой «ступеньки» на объект для того, чтобы поддерживать продолжительность экспериментов на минимально необходимом уровне.

Была разработана следующая методика исследования объекта, содержащего нелинейную часть:

Проводится получение временной зависимости выходного сигнала объекта при подаче на его вход единичной «ступеньки». По данным этого опыта определяется T_{95} (время, за которое объект достигает 95% от установившегося значения).

На вход объекта подается набор «ступенек», причем высота каждой «ступеньки» составляет 10% от номинального значения входного воздействия, а продолжительность – $2 \cdot T_{95}$. В данном опыте регистрируются значения выходного параметра объекта таким образом, чтобы на каждую «ступеньку» приходилось 15 интервалов регистрации.

Полученные 150 отсчетов подаются на вход обученной нейронной сети, которая осуществляет вычисление параметров аппроксимирующей модели объекта.

В ходе исследований была разработана программа в среде MatLab, генерирующая обучающие выборки. Результаты численных экспериментов показали, что размер и продолжительность создания обучающей выборки для нейронной сети со 150 входами и 4 выходами ($a1$, $a2$, b , T) находятся за пределами современных возможностей персональных компьютеров. Поэтому было предложено использовать четыре нейронных сети, по одной на каждый параметр модели объекта. Для обучения нейронных сетей были созданы обучающие выборки, состоящие из массива параметров модели (варьируемых на 20 уровнях) и массивов соответствующих им значений реакции на входное воздействие. Диапазоны изменения параметров

модели в ходе генерации обучающих выборок представлены в таблице 1. Объем выборок составил порядка 100000 значений.

Таблица 1 – Диапазоны изменения параметров модели

Параметр	Значение	
	Минимальное	Максимальное
$a1$	0	0,9
$a2$	0,1	1
b	0,1	1
T	0,5	1,5

При помощи пакета Neural Networks Toolbox (NNT) системы математического моделирования MatLab 2009 [1] нейронные сети были обучены. Для параметров $a1$ и $a2$ число нейронов в первом слое равняется 5 (рисунок 3). Для параметра T – 15. Параметр b потребовал большего числа нейронов в первичном слое – 30.

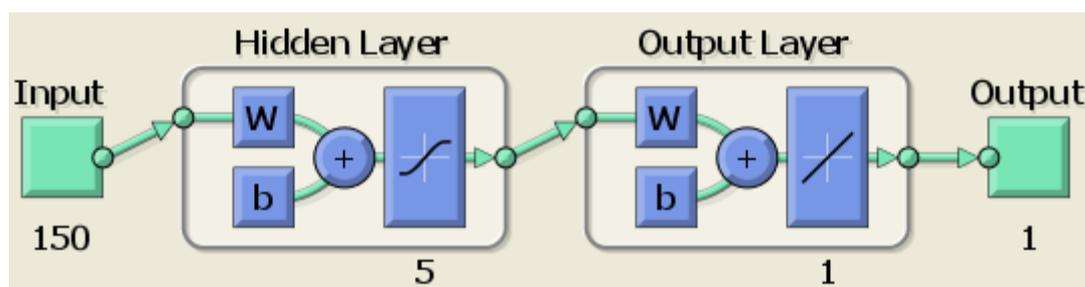


Рис. 3 – Структура нейронной сети для $a1$

На рисунках 4-7 представлены результаты идентификации параметров модели нелинейного объекта по опытным данным ($a1$, $a2$, b и T соответственно).

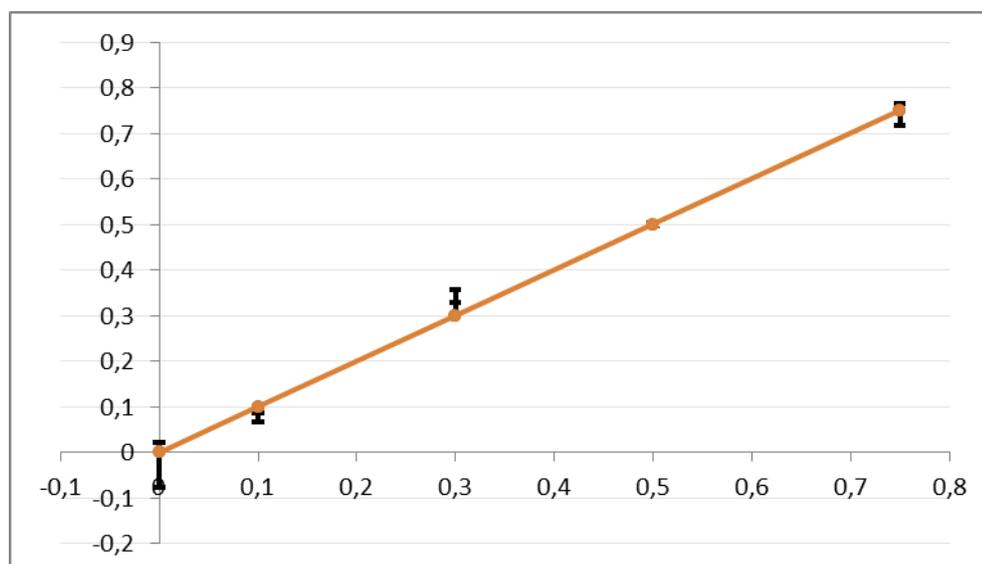


Рис. 4 – Результаты идентификации параметра $a1$

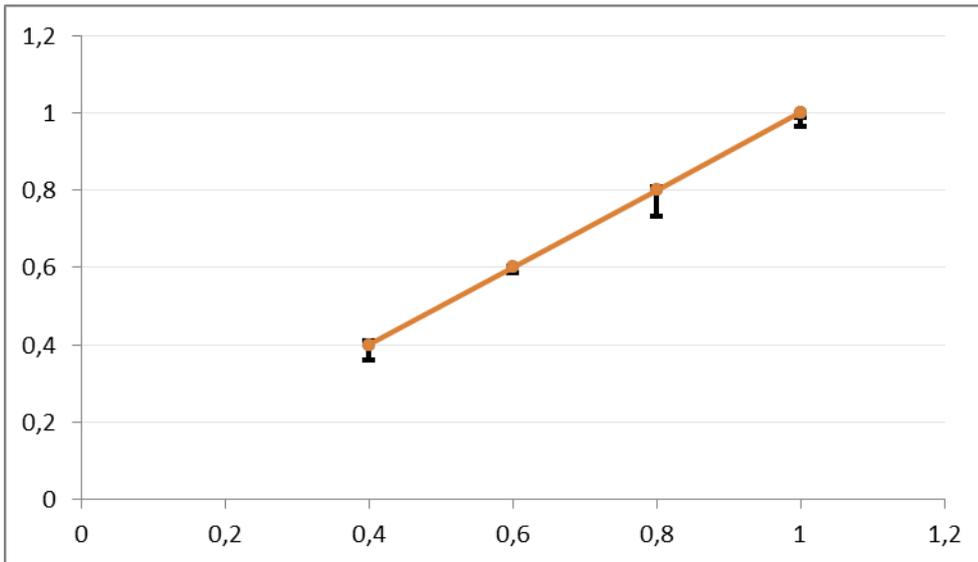


Рис. 5 – Результаты идентификации параметра $a2$

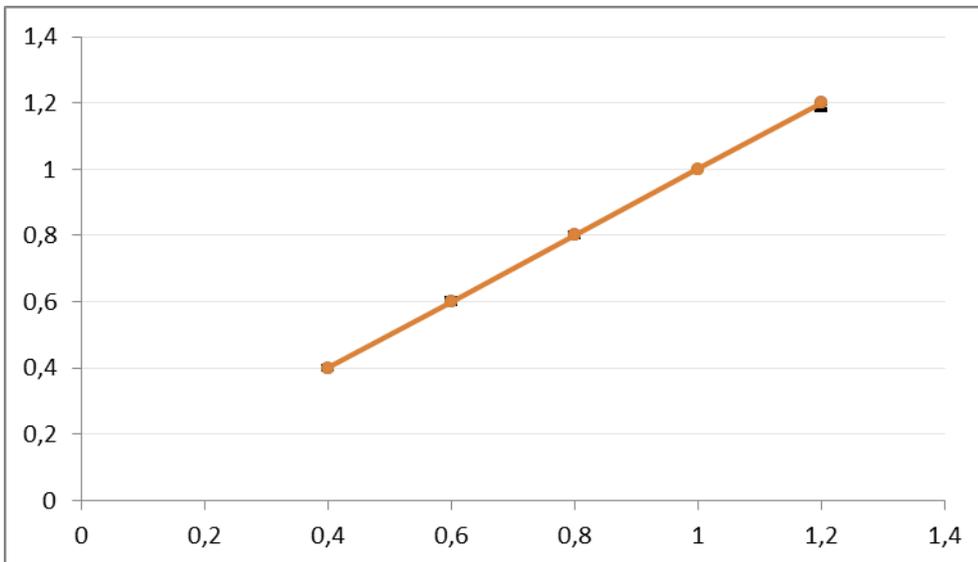


Рис. 6 – Результаты идентификации параметра b

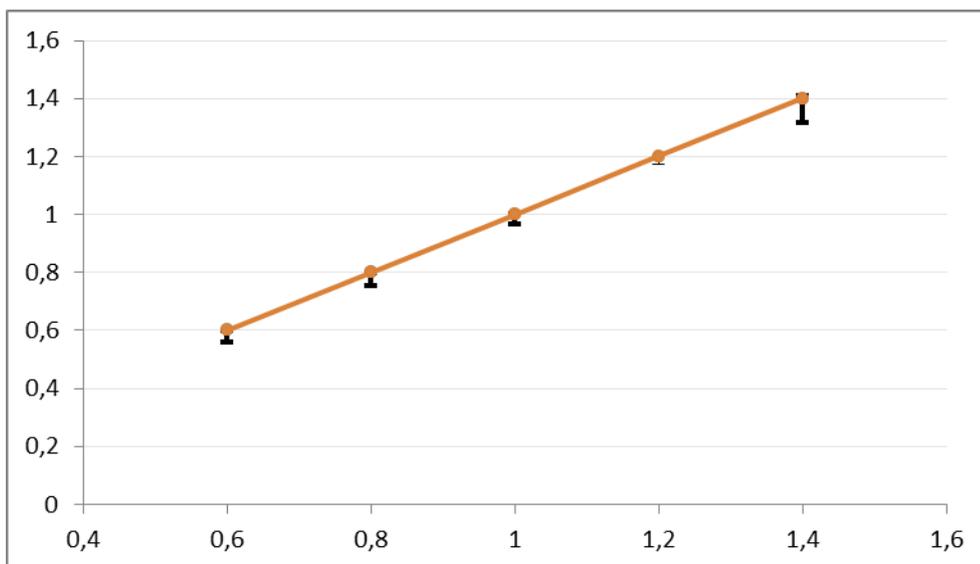


Рис. 7 – Результаты идентификации параметра T

По результатам исследования можно сделать вывод, что нейронные сети могут быть успешно использованы для идентификации параметров модели нелинейных объектов по переходному процессу. Тем не менее, с увеличением сложности объекта размеры нейронной сети, обучающей выборки и время обучения нелинейно возрастают. Это становится сдерживающим фактором при выборе нейронной сети для идентификации параметров моделей сложных систем по опытными данным.

Литература

Власов, А.В. Постановка задачи идентификации динамических свойств объекта с помощью нейронных сетей / А.В. Власов, А.Р. Власова, А.В. Кайченко, В.В. Яценко // Сборник трудов по материалам международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2011». Мурманск, 2011. – С. 1187-1192.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРО-ЭВМ ARDUINO

Маслов А. А., Яценко В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

Abstract: The article presents an overview of 8-bit microcontrollers with RISC architecture, and discusses the functionality of a microcomputer Arduino.

В мире происходит непрерывное развитие и появление все новых и новых 16- и 32-разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, но наибольшая доля мирового микропроцессорного рынка и по сей день остается за 8-разрядными устройствами. По всем прогнозам аналитических компаний на ближайшее время, лидирующее положение 8-разрядных микроконтроллеров на мировом рынке сохранится.

Реализация концепции RISC-архитектуры в 8-разрядных микроконтроллерах существенно расширила среду их применения. К традиционным приложениям таких МК (телекоммуникации, системы сбора данных, системы охраны, автоэлектроника, системы отображения информации и т. д.) сегодня прибавляются такие, где раньше использовались только более мощные 16- и 32-разрядные процессоры с функцией цифровой обработки сигналов, например, обработка видеосигналов и векторное управление электроприводом. Продвижение 8-разрядных RISC-микроконтроллеров на этот рынок произошло во многом благодаря тому, что они нередко предлагают оптимальное соотношение производительности и цены.

Современные 8-разрядные RISC-микроконтроллеры занимают промежуточную нишу по своим техническим характеристикам между классическими 8-разрядными микроконтроллерами и 16-разрядными микроконтроллерами. Высокая производительность и меньшая, чем у 16-разрядных МК, цена превращают RISC-микроконтроллеры в мощный инструмент для построения эффективных многофункциональных контроллеров, используемых в самых разнообразных приложениях.

Наиболее известными семействами с префиксом RISC являются микроконтроллеры PICmicro (фирма MICROCHIP), AVR (фирма ATMEL), SX (фирмы Scenix Sem) и др.

Первые микроконтроллеры компании MICROCHIP PIC16C5х появились в конце 80-х годов и благодаря своей высокой производительности и низкой стоимости составили серьезную конкуренцию производимым в то время 8-разрядным МК с CISC-архитектурой.

Первое, что привлекает внимание в PIC-контроллерах — это простота и эффективность. В основу концепции PIC, единую для всех выпускаемых семейств, была положена RISC-архитектура с системой простых однословных команд, применение встроенной памяти программ и данных и малое энергопотребление.

Особый акцент MICROCHIP делает на максимально возможное снижение энергопотребления для выпускаемых микроконтроллеров. Из программных средств отладки наиболее известны и доступны различные версии ассемблеров, а также интегрированная программная среда MPLAB. Российские производители программаторов и аппаратных отладочных средств также уделяют внимание PIC-контроллерам.

В отличие от MICROCHIP, компания ATMEL Corp. — один из мировых лидеров в производстве широкого спектра микросхем энергонезависимой памяти, FLASH-микроконтроллеров и микросхем программируемой логики, взяла старт по разработке RISC-микроконтроллеров в

середине 90-х годов, используя все свои технические решения, накопленные к этому времени.

Периферия МК AVR включает: таймеры-счётчики, широтно-импульсные модуляторы, поддержку внешних прерываний, аналоговые компараторы, 10-разрядный 8-канальный АЦП, параллельные порты (от 3 до 48 линий ввода и вывода), интерфейсы UART и SPI, сторожевой таймер и устройство сброса по включению питания. Все эти качества превращают AVR-микроконтроллеры в мощный инструмент для построения современных, высокопроизводительных и экономичных контроллеров различного назначения.

ATMEL предлагает программную среду AVR-studio для отладки программ в режиме симуляции на программном отладчике, а также для работы непосредственно с внутрисхемным эмулятором. AVR-studio доступен с WEB-страницы ATMEL, содержит ассемблер и предназначен для работы с эмуляторами ICEPRO и MegaICE. Ряд компаний предлагают свои версии Си-компиляторов, ассемблеров, линковщиков и загрузчиков для работы с микроконтроллерами семейства AVR. Как и продукция MICROCHIP, микроконтроллеры ATMEL широко применяются в России и, как следствие, программируются многими отечественными программаторами. Ряд российских фирм предлагает также различные аппаратные средства отладки AVR-микроконтроллеров.

Многим разработчикам знакомы проблемы настойчивого поиска микроконтроллера, обладающего необходимым количеством таймеров, АЦП, ШИМ и контроллеров различных последовательных интерфейсов. И чтобы всё это размещалось на одном кристалле.

Стандартный ответ компаний-производителей — размещение на кристалле как можно большего числа периферийных модулей для потенциального использования — приводит к необходимости решения многих технологических проблем (потребление, отвод тепла и так далее) и к значительному удорожанию кристалла. Другой подход тоже не идеален — разбиение микроконтроллеров на множество подсемейств, у MICROCHIP, к примеру, до 500 отличающихся модификаций, где всегда можно найти что-нибудь подходящее и недорогое. Запросы у разработчиков могут быть весьма нестандартны.

Таким образом, при подготовке инженера в современной двухуровневой системе образования (бакалавр - магистр) необходимо в сжатые сроки научить студента программировать и отлаживать системы на базе микроконтроллеров (согласно стандартам третьего поколения для направления «Автоматизация технологических процессов и производств»).

Простейшим способом изучения возможностей микроконтроллера является использование отладочного набора содержащего плату с микроконтроллером и всеми необходимыми для его работы элементами.

На кафедре Автоматики и вычислительной техники разработаны и созданы лабораторные стенды для изучения функциональных возможностей микроконтроллеров PIC16F876A.

Для изучения не менее распространенных микроконтроллеров фирмы Atmel авторами предлагается использовать в учебном процессе в рамках дисциплины «Микропроцессорные системы управления» недорогую микро-ЭВМ Arduino (или ее копии), программируемую через USB порт, в которую можно загрузить любую программу и получить компактное автономное микропроцессорное устройство.

Arduino – это инструмент для проектирования электронных устройств (электронный конструктор) с открытым программным кодом, построенная на простой печатной плате с современной средой для написания программного обеспечения.

Несмотря на то, что плата была создана преподавателем итальянского ВУЗа Ivrea Massimo Banzi для обучения студентов, применение контроллеров Arduino не ограничивается акаде-

мическими рамками. С их помощью любители и разработчики модернизировали блоки управления двигателями автомобилей, создали модели беспилотных летательных аппаратов и даже кластер из нескольких плат, систему мониторинга состояния почвы комнатных растений.

Проект Arduino был удостоен почетного упоминания при вручении призов Prix Ars Electronica 2006 в категории Digital Communities.

Технически Arduino представляет собой небольшую электронную плату, ядром которой является микроконтроллер ATmega168. На плате размещены 14 цифровых входов/выходов, 6 из которых могут работать в режиме ШИМ (PWM), 6 аналоговых входов, тактовый генератор на 16 МГц, разъемы питания и USB, ICSP-порт (разработка фирмы Atmel для простой прошивки своих контроллеров), несколько контрольных светодиодов и кнопка сброса. В самодельных вариантах плат разъем USB часто заменяется на RS-232, а подключение платы осуществляется через переходник.



Рис.1. Российский аналог Freeduino

Интегрированная среда разработки Arduino – это кроссплатформенное приложение на Java, включающее в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату. Среда разработки основана на языке программирования Processing и спроектирована с упором на простоту и удобство. Используемый язык программирования микропроцессора аналогичен проекту Wiring. Этот язык совместим с C/C++ и дополнен некоторыми библиотеками. Перед прошивкой, программы обрабатываются препроцессором, а затем компилируются с помощью AVR-GCC. Ключевой особенностью платы является то, что в нее прошита специальная прошивка-bootloader, которая отвечает за связь с компьютером и «горячее» перепрограммирование платы.

Так как изначально в проекте Arduino использовались микроконтроллеры Atmega8, затем был выполнен перевод на Atmega168 и совсем недавно – на ATmega1280, то на данный момент доступно 10 версий плат.

Несмотря на большое разнообразие плат, все они совместимы с предыдущими версиями, что является одним из главных достоинств проекта. Кроме обратной совместимости есть и другие плюсы:

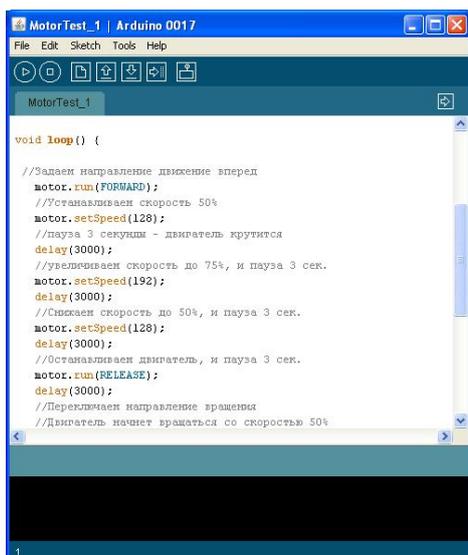


Рис. 2. Программная среда

Программное обеспечение Arduino работает на Windows, Macintosh OS X, Linux и других операционных системах, поскольку является открытым и работает на Java.

Программная среда проста в использовании для новичков, но достаточно гибкая для продвинутых пользователей, что позволяет быстро достигать нужного результата. Особенно это удобно в образовательной среде, где студенты могут с легкостью разобраться с платформой, а преподаватели — разработать учебный курс и задания.

Язык может быть расширен с помощью библиотек на C++, а более продвинутые специалисты могут создать свой собственный инструментарий для Arduino на основе компилятора AVR C.

Так как Arduino основан на широко распространенных микроконтроллерах Atmel, а схемы модулей опубликованы под лицензией Creative Commons, опытные схемотехники могут создать собственную версию модуля для своих нужд. Даже сравнительно неопытные пользователи могут сделать макетную версию модуля, чтобы понять, каким образом он работает.

Так как проект Arduino открыт, то за время его существования сторонними разработчиками и просто любителями были сделаны различные варианты похожих плат.

Сообщество Arduino быстро развивается: разработчики выпускают новые версии среды разработки и прошивок, появляется все большее количество разработок на базе Arduino, платформа усложняет свою аппаратную и программную часть, а также увеличивается количество библиотек для разработки программ микроконтроллера. Наибольшую часть работы проделывают создатели проекта. Однако наиболее интересные решения и применения платформы придуманы и реализованы радиолюбителями и фанатами. Сообщество Arduino на сегодняшний день в области электроники одно из самых быстрорастущих.

Литература

М. Ахметов, 8-разрядные RISC микроконтроллеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.chipnews.ru/html.cgi/arhiv/99_09/stat_2.htm

Getting Started with Arduino Uno [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Что такое Freeduino? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://freeduino.ru/arduino/index.html>

Среда разработки Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://arduino.ru/Arduino_environment

Практическое программирование Arduino/CraftDuino - драйвер двигателей L293D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/arduino/170.html>

Все проекты с Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino-projects.ru/>

Arduino / Каталог Arduino-проектов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.informatica.md/node/65642>

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ДУГОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Благинин В. А., Кажекин И. Е. (г. Калининград, КГТУ, кафедра электрооборудования судов и электроэнергетики)

Possibility of occurrence of ship fires because of the overvoltages accompanying single-phase circuit is viewed. The expedient of protection against them, related to change of a mode of a neutral is offered.

Анализ статистики морских пожаров показывает, что при нынешнем состоянии мирового флота пожарная опасность судов определяется уровнем опасности однофазных замыканий (ОЗ) на корпус вих бортовых электросистемах. Важнейшие опасные проявления ОЗ связаны с током замыкания, а также с уровнями наибольших дуговых перенапряжений, развивающихся при неустойчивом контакте в точке замыкания. Пожарная опасность токов ОЗ в сетях трехфазного переменного тока ранее уже была исследована в ряде публикаций (например, см. [1] и др.). В то же время пожарной опасности дуговых перенапряжений пока уделялось гораздо меньшее внимание. Это, в частности, объясняется недостаточной изученностью этого довольно сложного физического явления и того воздействия, которое оно способно оказывать на изоляцию в низковольтных электросистемах.

Дуговые перенапряжения представляют собой наложение на переменное или постоянное напряжение сети двух составляющих – напряжения смещения нейтрали, вызванного поляризацией изоляции отдельных фаз (или полюсов), и импульсного напряжения, возникающего в результате коммутаций в точке замыкания на корпус. Эти перенапряжения возникают между неповрежденными фазами (полюсами) и корпусом судна. Они охватывают всю электрическую сеть, а через трансформаторные связи они проникают в смежные сети. По величине своих амплитудных значений дуговые перенапряжения относятся к числу наиболее опасных среди различных видов внутренних перенапряжений, возникающих в сети. Они способны даже в низковольтных электросистемах вызывать повторные пробой на ослабленных участках изоляции неповрежденных фаз (полюсов). В результате таких пробоев возникают междугазные (междуполюсные) замыкания через корпус.

Исследования показали, что в точке повторного пробоя сопротивление поврежденной изоляции $R_{из}$ может измеряться десятками и даже сотнями мегаомов. Далее, по мере развития дефекта, это сопротивление может изменяться, постепенно снижаясь. При этом мощность тепловыделений $P_{в}$ в поврежденном участке изоляции, образующихся под воздействием линейного напряжения, будет возрастать по кривой, показанной на рисунке 1. Если величина $P_{в}$, начиная с некоторого значения $R_{из1}$, превысит мощность теплоотдачи $P_{о}$, то в точке повторного замыкания произойдет бурный рост температуры и возникнет мощный дуговой процесс. Причем защита от коротких замыканий в течение нескольких минут не сможет отключить горящий кабель, поскольку ток замыкания еще не достигнет уставки ее срабатывания.

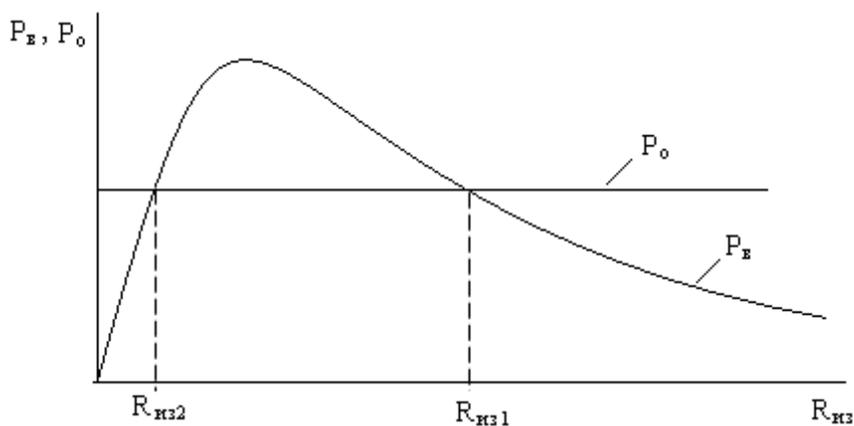


Рис. 1 – Мощности тепловыделений $P_{\text{в}}$ и теплоотдачи $P_{\text{о}}$ на поврежденном участке изоляции сети.

В той точке, где первоначально возникает однофазное замыкание на корпус, интенсивность дуговых процессов и процессов тепловыделения после возникновения повторного пробоя также резко усилится. В результате в двух точках сети, возможно находящихся в совершенно различных помещениях судна, одновременно возникнут два чрезвычайно опасных очага самовоспламенения. Они способны с большой вероятностью вызвать серьезный общесудовой пожар, причем система защиты сети от коротких замыканий не сможет его предотвратить.

Подобное развитие событий явилось причиной гибели атомной подводной лодки «К8», произошедшей в 1970 году [2]. В лодке одновременно возникло два мощных очага огня – в третьем отсеке, где находится центральный пост управления, и в седьмом, где размещены электродвигатели и частично жилье. Пожар начался в рубке гидроакустика, расположенной в третьем отсеке. Через непродолжительное время, измеряемое минутами, загорелся седьмой отсек. Таким образом, пожары возникли сразу в двух отсеках из девяти, имевшихся на лодке. Причем горящие отсеки были довольно далеко разнесены один от другого.

В результате пожара атомная подводная лодка «К8» затонула в Бискайском заливе на глубине 4680 метров. На лодке погибло 52 человека, многие из которых проявили необычайное мужество. Ценой собственной жизни членам экипажа удалось заглушить атомный реактор и обеспечить спасение остальной части команды.

Для подавления дуговых перенапряжений в промышленных электроустановках высокого напряжения применяется режим глухого заземления нейтрали [3]. Аналогичный режим нейтрали используется и на части судов мирового флота с низковольтными электроустановками [4]. Он допускается к применению рядом ведущих классификационных обществ мира [5].

Однако подобный способ защиты от перенапряжений приводит к увеличению токов ОЗ до значений токов короткого замыкания. В результате любое замыкание на корпус влечет за собой срабатывание максимальной токовой защиты и обесточивание некоторой группы потребителей, включая, возможно ответственные.

По этой причине на подавляющем большинстве судов мирового флота предпочтение отдано системам с изолированными нейтральными. Это означает, что для низковольтных электросистем из двух угроз, обусловленных токами ОЗ и дуговыми перенапряжениями, более серьезной признается опасность токов. Применение изолированной нейтрали ограничивает токи ОЗ до значений, при которых их немедленное отключение не считается необходимым. Этим существенно улучшаются показатели бесперебойности электропитания потребителей и по-

вышается уровень электро- и пожаробезопасности судов. Вместе с тем, опасность дуговых перенапряжений остается достаточно высокой.

Из сопоставления свойств электросистем с глухозаземленной и изолированной нейтралью видно, что улучшение одного показателя, например, величины перенапряжений, в большинстве случаев влечет за собой ухудшение другого, например, тока ОЗ. Подобное встречное изменение свойств сетей характерно для большинства переходов от одного режима нейтрали к другому. В приложении к промышленным сетям эта особенность изменения режимов нейтрали учтена в ПУЭ [3]. Там указано, что для классов напряжений, свыше 35 кВ должна применяться глухозаземленная нейтраль, ограничивающая перенапряжения как наиболее важный источник опасности при ОЗ. В сетях с классом напряжений 35 кВ и ниже следует применять изолированную или резонансно-заземленную нейтраль, ограничивающие токи ОЗ и порождаемые ими угрозы.

Исследования КГТУ показали, что указанная закономерность не является универсальной - существует принципиальная возможность перейти к такому режиму нейтрали, при котором можно одновременно уменьшить как величины токов ОЗ, так и уровень максимальных перенапряжений в сети. Устройства, реализующие такую возможность, были разработаны и запатентованы [6]. В настоящее время они проходят лабораторные и эксплуатационные испытания на судне. Их применение позволит повысить уровень пожарной безопасности бортовой электросистемы.

Литература

Благинин В.А. Проблемы обеспечения пожарной безопасности электроэнергетических систем промысловых судов / В.А. Благинин. – М., Рыбн. хоз-во. сер. техническая эксплуатация флота: Обзорная информация/ ВНИИ РХ; вып. 3. - 1990. – 36 с.

Мормуль Н.Г. Катастрофы под водой. Гибель лодок в эпоху «холодной войны». Изд. 2-е. испр. и доп. – СПб., 2001. – 659 с.

Правила устройства электроустановок (седьмое издание) / Новосибирск, «Сибирское университетское издательство», 2007 – 512 с.

Уотсон Д.О. Судовая электротехника. Практика эксплуатации судового электрооборудования. Изд. 3-е, стереотип. Сокращ. перевод с англ. Е.А. Калязина и В.Д. Филимонова. – М., 1979. – 336 с.

Граве В.И. Электропожаробезопасность высоковольтных судовых электроэнергетических систем / Спб., «Элмор». – 2003. – 160 с.

Благинин В.А. Способ ограничения перенапряжений в электросетях / В.А. Благинин, И.Е. Кажекин // Пат. 2342756 Российская федерация, МПК Н 02 Н 9/00 Способ ограничения перенапряжений в электросетях / № 2007149444/09; заявл. 27.12.2007; опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36 – 8 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ГИБКОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Вотинов М.В.¹, Маслов А.А.¹, Ершов М.А.² (¹г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; ²г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Abstract. The article is devoted to the topical issues of support of Russia's small enterprises flexible systems of automated control in parts of raw materials thermal processing in food industry, allowing in a matter of seconds retune itself on a new product and a new recipe.

Рыбная промышленность в Мурманской области является одной из традиционных ведущих отраслей. По данным Росстата объем производства пищевой рыбной продукции в России в 2010 г. составил 3400 тысяч тонн, из них предприятиями Мурманской области 553,5 тысяч тонн. Объем производства рыбы сушеной и вяленой в Мурманской области составил 736,1 тонн.

Для развития и успешного функционирования малых рыбоперерабатывающих предприятий актуальна разработка компактного, простого в эксплуатации оборудования, оснащенного гибкими системами автоматического управления технологическим процессом. Применение такого оборудования позволит в минимальные сроки менять параметры технологического процесса, использовать энергоэффективные способы обработки сырья, быстро адаптироваться к выпуску новой продукции.

В Мурманском государственном техническом университете разработана и внедрена в производство в учебно-экспериментальном цеху малогабаритная сушильная установка (МСУ) конструкции инженеров Ершова М.А. и Толстореброва И.Н. 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. Данный комплекс разрабатывался в соответствии с ГОСТ 24.104-85 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования» и ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения».

Аппаратная часть комплекса выполнена на оборудовании российской фирмы «ОВЕН», которая хорошо зарекомендовала себя на рынке автоматики. Оборудование фирмы «ОВЕН» отличается надежностью выпускаемых элементов. Система автоматики, представленная на рисунке 2, собрана в компактном корпусе и состоит из элементов аналогового и дискретного ввода/вывода информации: МВУ8, МВА8, МДВВ, БУСТ2 и др. Система безопасна для обслуживающего персонала и выполнена в строгом соответствии нормам пожарной безопасности.

Программная часть комплекса, схематично представленная на рисунке 1, состоит из следующих элементов:

программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой»;

программное обеспечение «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки»;

- программное обеспечение «Анализатор экспериментальных данных САУ МСУ»;
- программное обеспечение «Автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ»;
- программное обеспечение «Мобильный обозреватель САУ МСУ»;
- программный модуль «DATAREADER»;
- программный модуль «WEBCAM»;
- программный модуль «Конфигуратор САУ МСУ».

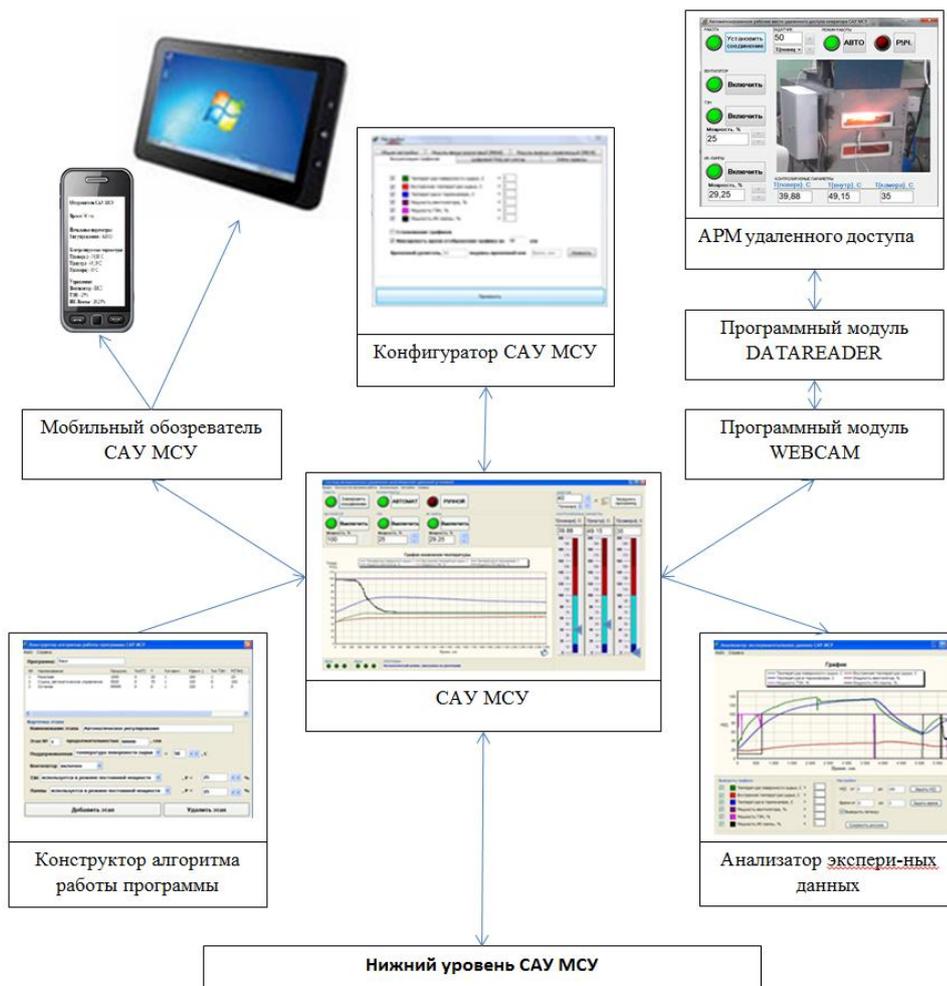


Рис. 1 - Структура программной части комплекса

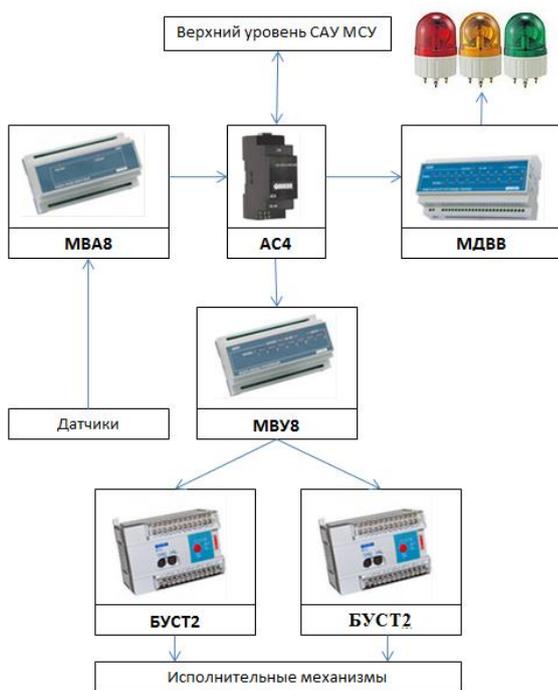


Рис. 2 - Структура аппаратной части комплекса

Программная часть комплекса позволяет реализовать как ручное, так и автоматическое управление технологическими процессами получения солено-сушеных и копченых изделий с использованием программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой». Вместе с тем, благодаря программным модулям «DATA READER» и «WEB CAM», позволяет выполнять удаленное управление программно-аппаратным комплексом на базе программного обеспечения «Автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ». Использование программного обеспечения «Мобильный обозреватель САУ МСУ» позволяет в online-режиме по телекоммуникационным каналам связи (мобильная связь, интернет) производить контроль основных параметров программно-аппаратного комплекса.

Благодаря программному обеспечению «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки» возможно создание различных технологических алгоритмов термической обработки сырья. Программа оптимизирована для создания технологических режимов тепловой обработки гидробионтов сушкой, вялением и копчением. Таким образом, смена программы функционирования программно-аппаратного комплекса позволит в минимальные сроки менять параметры технологического процесса, а также быстро адаптироваться к выпуску новой продукции.

Все программные и конструктивные разработки зарегистрированы в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный институт промышленной собственности».

В настоящее время программно-аппаратный комплекс гибкого автоматического управления процессами термической обработки рыбы полностью адаптирован и оптимизирован под работу на малогабаритной сушильной установке. Имеются алгоритмы программ, сформированные в программном обеспечении «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки» для процессов горячей и холодной сушки рыбы».

Необходимо отметить, что представленный программно-аппаратный комплекс может быть развернут и настроен за считанные минуты на любом оборудовании, предназначенном для термической обработки сырья. Малые габариты программно-аппаратного комплекса, ис-

пользование оборудования отечественного производителя, гибкость системы – все эти факторы актуальны для малых рыбоперерабатывающих предприятий России.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ»

Вотинов М.В., Маслов А.А. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра автоматике и вычислительной техники)

Abstract. The article is devoted to the topical issues of support of Russia's small enterprises flexible systems of automated control in parts of raw materials thermal processing in food industry, allowing in a matter of seconds retune itself on a new product and a new recipe.

Пищевая рыбная промышленность для Мурманской области является одной из традиционных ведущих отраслей. По данным Росстата объем производства пищевой рыбной продукции предприятиями Мурманской области составляет 553,5 тысячи тонн.

Одними из основных процессов обработки сырья в пищевой рыбной промышленности являются термические процессы (сушка, вяление, копчение), которые по своей структуре очень трудоемки и сложны. Успешное функционирование малых рыбоперерабатывающих предприятий невозможно без использования компактного, простого в эксплуатации оборудования, оснащенного гибкими системами автоматического управления технологическим процессом.

В Мурманском государственном техническом университете разработан и внедрен в состав малогабаритной сушильной установки (МСУ) конструкции инженеров Ершова М.А. и Толстореброва И.Н. программно-аппаратный комплекс, реализующий систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья. Программная часть комплекса состоит из программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой», а также из прикладных программных средств.

Программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» предназначено для управления и контроля технологическим процессом термической обработки сырья в малогабаритной сушильной установкой. Программное обеспечение легко освоении, настройке и эксплуатации, так как имеет наглядный и интуитивно понятный интерфейс, представленный на рисунке 1.

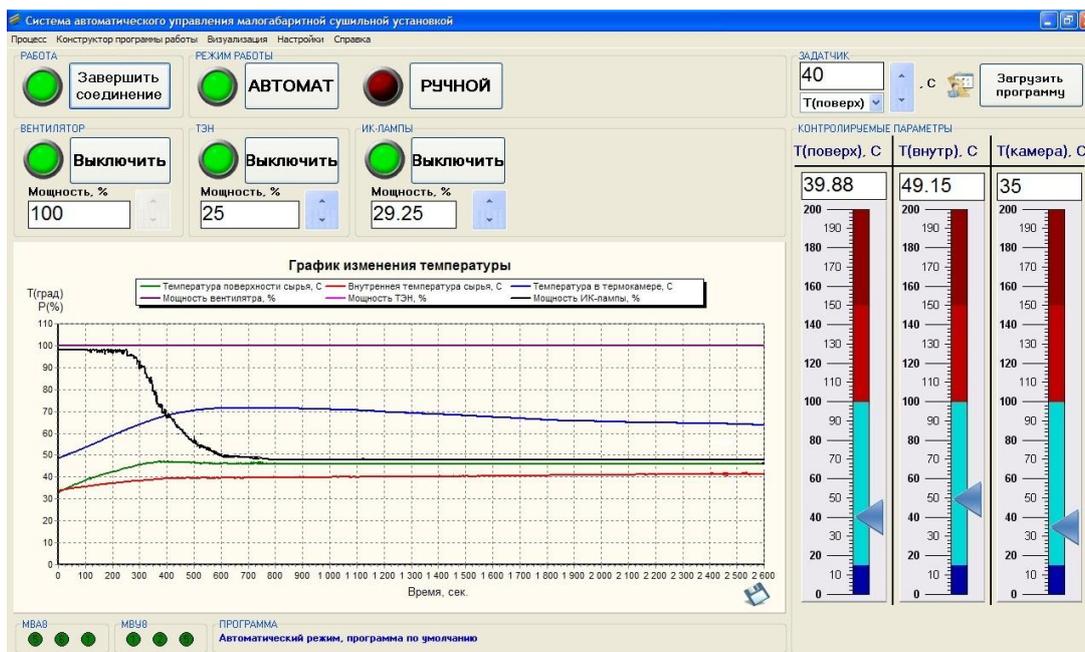


Рис.1 - Программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой»

Программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» позволяет реализовать как ручное, так и автоматическое управление технологическими процессами получения солено-сушеных и копченых изделий. Автоматический режим управления малогабаритной сушильной установкой подразумевает управление технологическим процессом сушки без вмешательства оператора, а ход процесса контролируется программой, заложенной в программное обеспечение.

Алгоритм работы программы формируется в прикладном программном обеспечении «Конструктор алгоритма работы МСУ», которое дает возможность пользователю вводить до 1000 этапов работы. На каждом конкретном этапе позволяет задавать различные комбинации режимов работы (автоматический режим, режим постоянной мощности) исполнительных механизмов (инфракрасных ламп, ТЭНов, центробежного вентилятора), различные типы уставок:

температура поверхностного слоя сырья;

температура в камере;

внутренняя температура сырья.

Сформированная программа в виде файла с расширением «.prog» может быть подгружена в «Систему автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» в любой момент времени, тем самым обеспечивая гибкость всего программно-аппаратного комплекса при переходе на новый вид выпускаемой продукции или новую рецептуру.

В состав программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» входит также «Автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ» (АРМУД), предназначенное для удаленного мониторинга и контроля работы программно-аппаратного комплекса. АРМУД (рисунок 2) подключается к комплексу по «клиент-серверной» технологии, выступая в качестве «клиента». Программное обеспечение позволяет управлять всем технологическим процессом, протекающим в малогабаритной сушильной установке. Для визуализации технологического процесса АРМУД отображает в

online-режиме видео поток, формируемый программным модулем «WEBCAM» и поступающий посредством программного модуля «DATAREADER».

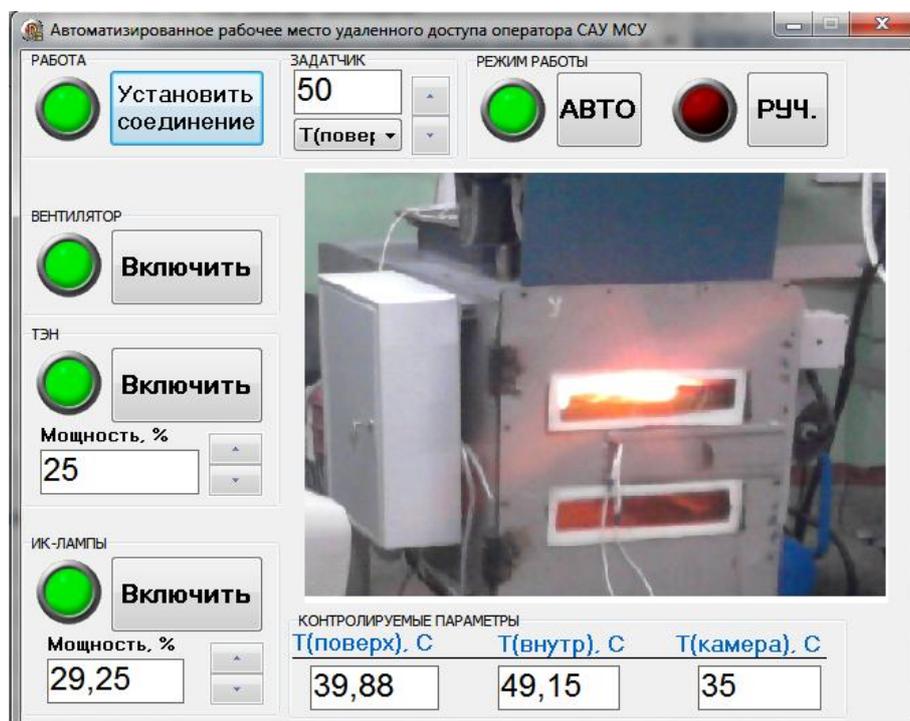


Рис. 2 - Программное обеспечение «Автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ»

Программно-аппаратный комплекс разрабатывался в соответствии с ГОСТ 24.104-85 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования» и ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения», а все программные и конструктивные разработки зарегистрированы в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный институт промышленной собственности».

В настоящее время программно-аппаратный комплекс гибкого автоматического управления процессами термической обработки рыбы полностью адаптирован и оптимизирован под работу на малогабаритной сушильной установке. Имеются алгоритмы программ, сформированные в программном обеспечении «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки» для процессов горячей и холодной сушки рыбы.

Таким образом, на базе программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой», а также использованием прикладных программных средств, удалось реализовать систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья.

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ГИБКОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Вотинов М.В., Маслов А.А. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра автоматики и вычислительной техники)

Abstract. The article is devoted to the application software of hardware-software complex heat treatment of raw materials intended to form the algorithm of the drying installation, configuration, hardware and online services system.

Пищевая промышленность представляет собой крупнейшую часть народного хозяйства Российской Федерации и насчитывает свыше 40 самостоятельных отраслей.

Одними из основных процессов обработки сырья в пищевой рыбной промышленности являются термические процессы (сушка, вяление, копчение), которые по своей структуре очень трудоемки и сложны. Современные тенденции к расширению видового состава сырья, ассортимента готовой продукции приводят к увеличению и совершенствованию рецептур приготовления той или иной продукции.

Успешное функционирование малых рыбоперерабатывающих предприятий немислимо без использования компактного, простого в эксплуатации оборудования, оснащенного гибкими системами автоматического управления технологическим процессом. Применение такого оборудования позволит в минимальные сроки менять параметры технологического процесса, использовать энергоэффективные способы обработки сырья, быстро адаптироваться к выпуску новой продукции.

В Мурманском государственном техническом университете разработан и внедрен в состав малогабаритной сушильной установки (МСУ) конструкции инженеров Ершова М.А. и Толстореброва И.Н. программно-аппаратный комплекс, реализующий систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья. Помимо основного программного обеспечения: «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой», программная часть комплекса включает и прикладные программные средства, к которым относятся:

программное обеспечение «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки»;

программное обеспечение «Анализатор экспериментальных данных САУ МСУ»;

программный модуль «Конфигуратор САУ МСУ»;

программное обеспечение «Мобильный обозреватель САУ МСУ».

Обычно программы термической обработки сырья, предлагаемые изготовителем оборудования, не вполне устраивают опытных технологов. Автоматика должна предоставлять возможность пользователю менять все параметры, влияющие на процессы сушки, вяления, копчения, добиваясь оптимизации продолжительности технологического процесса, соответствующего качества готового продукта. Программное обеспечение «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки» (рисунок 1) позволяет спроектировать режим, по которому будет функционировать автоматика малогабаритной сушильной установки. Программное обеспечение дает возможность пользователю вводить до 1000 эта-

пов работы, на каждом конкретном этапе позволяет задавать различные комбинации режимов работы (автоматический режим, режим постоянной мощности) исполнительных механизмов (инфракрасных ламп, ТЭНов, центробежного вентилятора).

Сформированный алгоритм работы программно-аппаратного комплекса сохраняется в файле с расширением «.prog» для последующей загрузки в программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой». В систему в любой момент времени можно подгрузить данные файлы и весь программно-аппаратный комплекс перейдет на новую технологию производства и вид выпускаемой продукции.

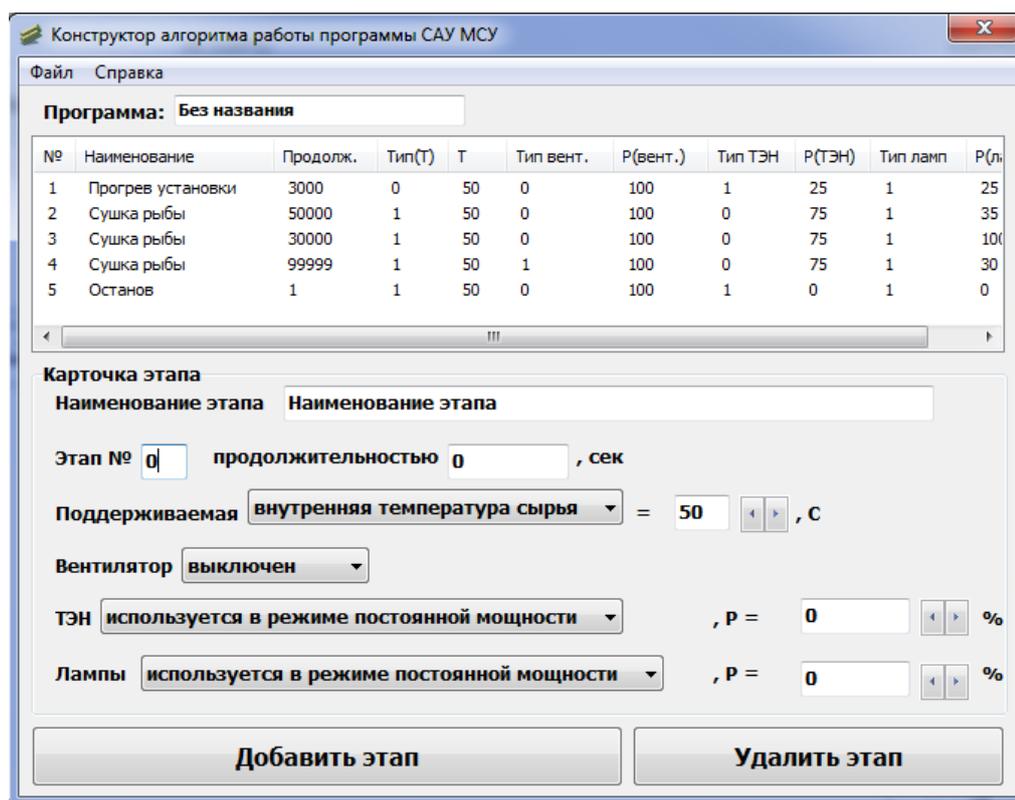


Рис. 1 - Программное обеспечение «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки»

Программная часть комплекса функционирует в режиме реального времени, выдавая оператору на экране всю текущую информацию о технологическом процессе. Вместе с тем, все данные архивируются, для дальнейшего их просмотра предназначено программное обеспечение «Анализатор экспериментальных данных САУ МСУ» (рисунок 2), которое позволяет пользователю выбирать конкретный временной период из всего массива экспериментальных данных для дальнейшего изучения и анализа. Программное обеспечение обладает функцией избирательного отображения графиков, таким образом, пользователю предоставляется возможность выбора для отображения только определенных, вызывающих повышенный интерес данных. Сформированные визуальные данные выгружаются в виде графического файла с расширением «.bmp».

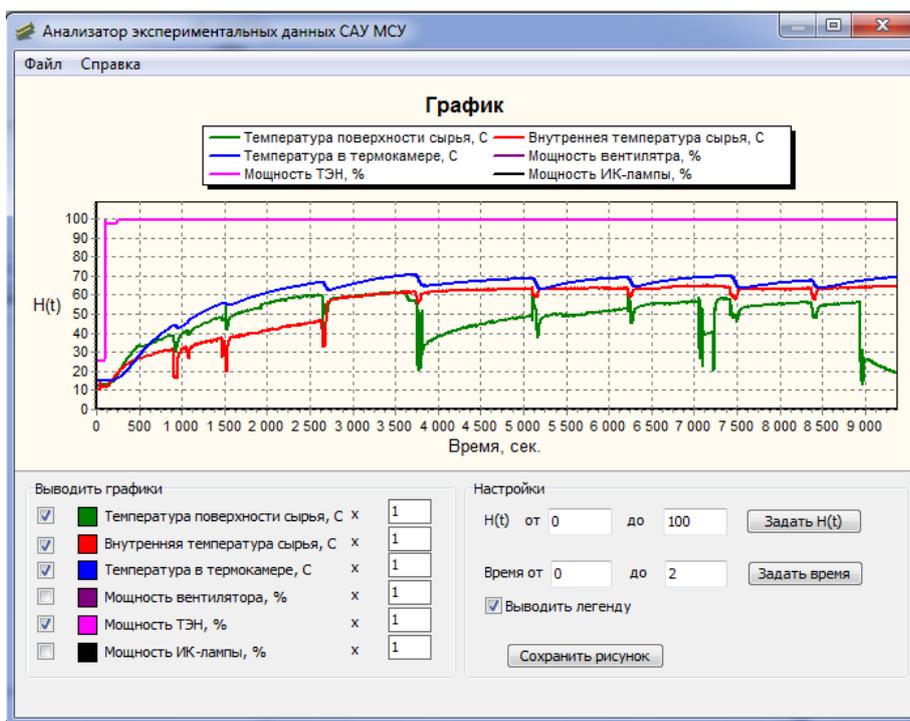


Рис.2 - Программное обеспечение «Анализатор экспериментальных данных САУ МСУ»

Настройка программно-аппаратного комплекса ведется через программный модуль «Конфигуратор САУ МСУ», представленный на рисунке 3. Программный модуль работает с основным конфигурационным файлом системы автоматического управления МСУ: «config.ini». Программный модуль позволяет пользователю конфигурировать устройства ввода-вывода информации, а также проводить настройку цифровых ПИД - регуляторов системы. Программный модуль обладает функцией автоматического обновления файла «config.ini» на сервере системы автоматического управления без необходимости остановки технологического процесса.

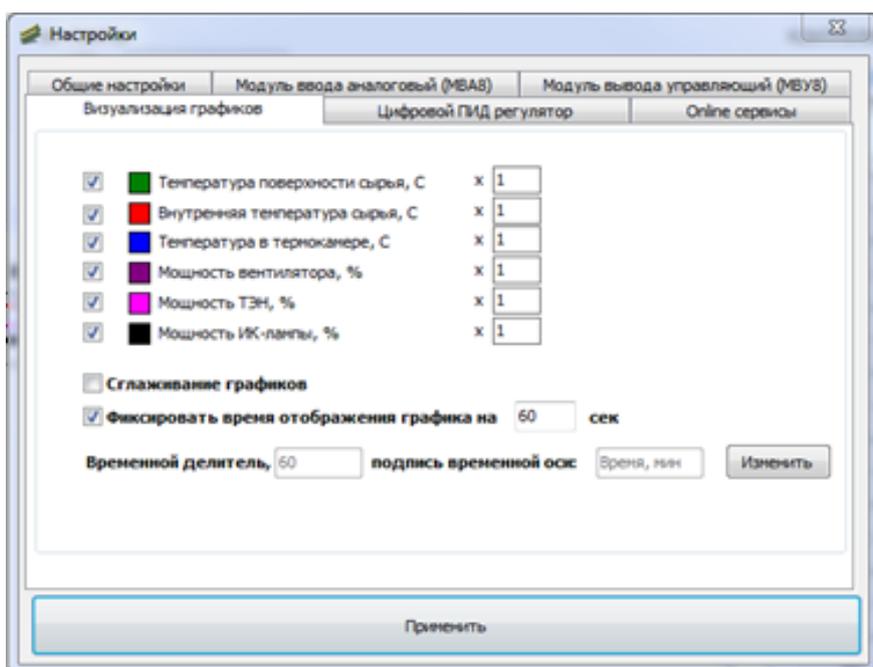


Рисунок 3 - Программный модуль «Конфигуратор САУ МСУ»

Помимо общих настроек программно-аппаратного комплекса «Конфигуратор САУ МСУ» позволяет активировать online-сервис «Мобильный обозреватель». Online-сервис «Мобильный обозреватель» выполнен на базе программного обеспечения «Мобильный обозреватель САУ МСУ» и позволяет в online-режиме по телекоммуникационным каналам связи (мобильная связь, интернет) производить контроль основных параметров программно-аппаратного комплекса, например с мобильного телефона (рисунок 4).

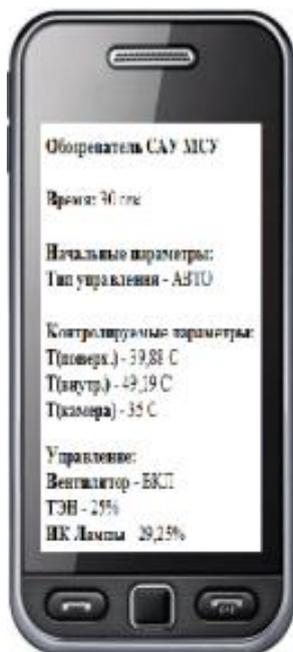


Рис.4 - Индикация основных параметров программно-аппаратного комплекса на мобильном телефоне

Все программные разработки зарегистрированы в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный институт промышленной собственности».

Благодаря прикладным программным средствам, входящим в состав программно-аппаратного комплекса, удалось реализовать систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья на базе программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой». В настоящее время программно-аппаратный комплекс гибкого автоматического управления процессами термической обработки рыбы полностью адаптирован и оптимизирован под работу на малогабаритной сушильной установке. Имеются алгоритмы программ, сформированные в программном обеспечении «Конструктор алгоритма работы малогабаритной сушильной установки» для процессов горячей и холодной сушки рыбы. Использование online-сервиса позволяет контролировать состояние всего программно-аппаратного комплекса в online-режиме по телекоммуникационным каналам связи, находясь на удаленном расстоянии от малогабаритной сушильной установки.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛОГАБАРИТНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Вотинов М.В.1, Ершов М.А.2 (1г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; 2г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Abstract. This article describes the technical and technological features developed in MSTU. The unit is designed to develop low-waste technological processes of salt-dried and smoked products.

В Мурманском государственном техническом университете разработана и внедрена в производство в учебно-экспериментальном цехе малогабаритная сушильная установка (МСУ) конструкции инженеров Ершова М.А. и Толстореброва И.Н. Установка предназначена для разработки малоотходных технологических процессов получения солено-сушеных и копченых изделий.

Установка по конструкции является однокамерной, предназначенной для экспериментальных исследований процессов вяления и сушки рыбы и изготовления небольших опытных партий данных видов рыбопродукции.

Установка работает автономно. В состав МСУ входит термокамера с элементами подогрева сушильного агента, а также блок автоматики, реализующий систему автоматического управления процессами сушки и вяления. Камера МСУ оснащена дверью загрузки и выгрузки рыбопродукции.

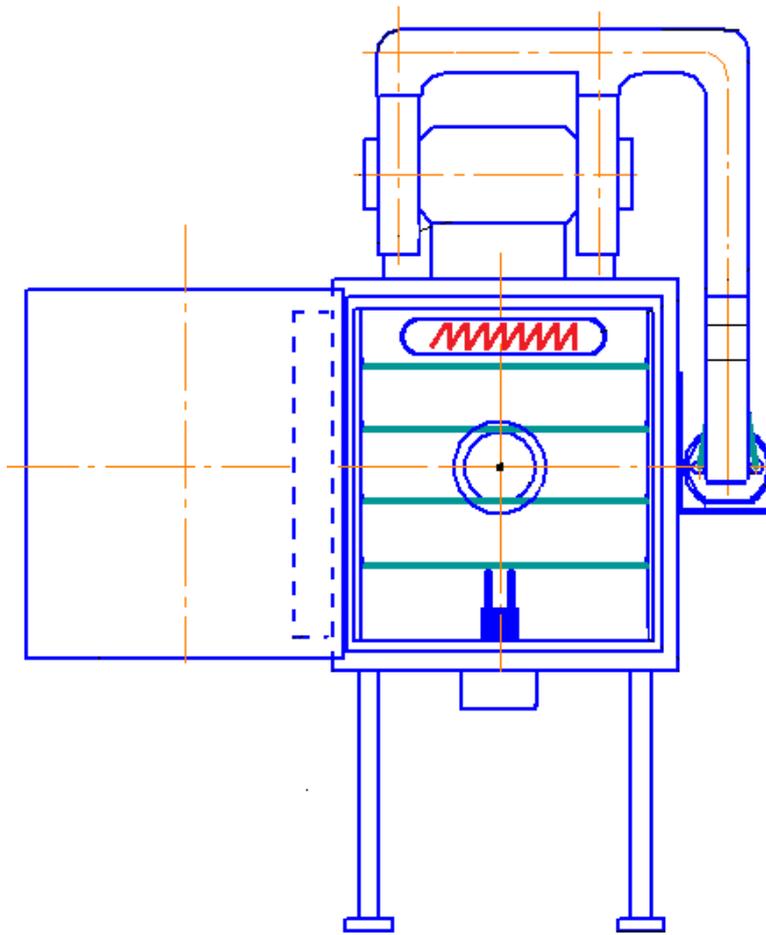


Рис. 1 - Общий вид малогабаритной сушильной установки

Конструкция для подготовки и подогрева сушильного агента включает следующие элементы:

центробежный нагнетательный вентилятор;

камера нагрева воздуха с трубчатым электронагревателем (ТЭН) мощностью 2 кВт;

лампы инфракрасного излучения (ИК-лампы) мощностью 2 кВт.

Камера нагрева воздуха снабжена теплоизоляцией и смонтирована непосредственно на корпусе МСУ. ИК-лампы расположены в верхней части термокамеры МСУ. Двусторонний центробежный вентилятор подает сушильный агент по воздуховоду через камеру нагрева в термокамеру МСУ. В установке предусмотрена подача дымовоздушной смеси в камеру обезвоживания. В термокамере МСУ происходит последующий нагрев сырья с использованием инфракрасного излучения, производимого ИК-лампами. Управление технологическим процессом обезвоживания осуществляется с рабочей станции оператора МСУ, оснащенной ЭВМ с использованием программного обеспечения «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» («САУ МСУ»), рисунок 2.

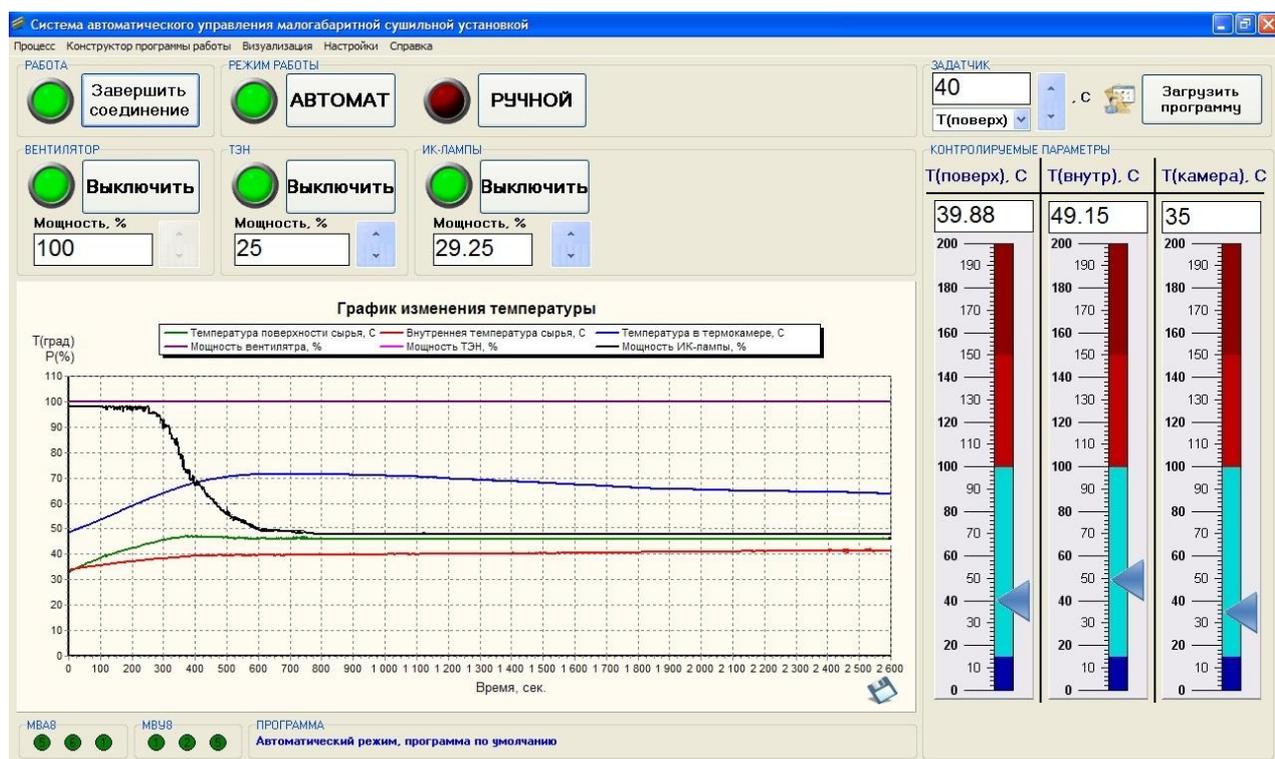


Рис. 2 - Программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой»

В конструкцию МСУ помимо датчика температуры типа ДТС, измеряющего температуру воздуха в термокамере установки, внедрен инфракрасный датчик для измерения температуры поверхностного слоя обрабатываемого сырья.

Блок автоматики малогабаритной сушильной установки в режиме реального времени передает программному обеспечению «САУ МСУ» информацию, поступающую с датчиков. На основе полученной информации «САУ МСУ» выводит сигналы управления для регулирования мощности инфракрасного излучения. Кроме этого контролируется и регулируется температура сушильного агента, проходящего через камеру нагрева воздуха.

Установка может работать в ручном и автоматическом режимах. На протяжении всего технологического процесса осуществляется автоматическая регистрация всей получаемой информации. В программном обеспечении «САУ МСУ» ведется отображение текущего состояния параметров процесса обезвоживания.

В состав программного обеспечения «САУ МСУ» входит конструктор алгоритмов работы МСУ, позволяющий проектировать режимы обезвоживания. Конструктор алгоритмов обезвоживания дает возможность оператору установки вводить до 1000 этапов работы. Для каждого конкретного этапа возможно задание различных параметров режимов работы.

Отличительной особенностью программного обеспечения «САУ МСУ» является возможность информирования оператора МСУ о режимах и контролируемых параметрах процессов обезвоживания по телекоммуникационным каналам связи через глобальную сеть «Интернет» и мобильную связь.

Помимо контроля и управления технологическими параметрами программное обеспечение «САУ МСУ» выполняет защиту элементов системы:

- в случае превышения заданного аварийного значения температуры в камере;

- в случае обрыва соединений датчиков.

Рабочая температура теплоносителя в термокамере достигает 130 °С, скорость движения – до 2,5 м/с.

Габаритные размеры малогабаритной сушильной установки 1200x500x950 мм.

По результатам проведенных технологических испытаний МСУ отмечено, что аппаратные средства САУ и программное обеспечение «САУ МСУ» работоспособны, надежны и допускают эксплуатацию установки для отработки тепловых режимов при выпуске опытных партий вяленой и сушеной рыбопродукции.

ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В КОПТИЛЬНЫХ И СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Маслов А. А., Селяков И. Ю., Аминов В. А. (г. Мурманск, МГТУ, Политехнический факультет, кафедра АиВТ)

Аннотация. Статья посвящена измерению скорости потока дымовоздушной смеси в установках для копчения и вяления рыбы. Авторами предложен вариант реализации датчика потока.

Abstract. The article deals with the measurement of smoke-air mixture flow speed in smoking and drying fish machines. Authors offered the option of flow sensor realization.

В процессах вяления и копчения рыбы существует ряд технологических параметров, поддержание которых необходимо для получения качественной продукции. Одним из таких параметров является влажность. В учебно-экспериментальном цехе МГТУ (Мурманского государственного технического университета) на базе УКСУ (Универсальной коптильно-сушильной установки) был реализован психрометрический способ измерения влажности. В результате экспериментов было выявлена необходимость корректировки показаний психрометра по скорости потока воздушной смеси.

Еще одним технологическим параметром служит скорость потока сушильного агента (воздушной смеси). Этот параметр меняется в зависимости от загрузки камеры. По вышеуказанным причинам, появилась необходимость в датчике потока:

- устойчивого к агрессивной среде (дымовоздушная смесь используемая при копчении);
- устойчивого к высоким температурам до 80 °С.

Стоимость такого датчика составляет от 30 тысяч рублей. Альтернативой последнему является создание датчика потока на тензопреобразователе (тензодатчике).



Рис.1 – Тензопреобразователь C05

Для создания датчика потока использовали тензопреобразователь серии C05 представленный на рисунке 1. Из трех предлагаемых групп точности пропорционального преобразования выбрали третью – термокомпенсированный датчик, наиболее точный и стабильный. Технологи-

гия соединения сапфировой подложки тензочувствительного элемента с титановой измерительной мембраной обеспечивает высокую температурную стабильность характеристик и малую величину гистерезиса преобразования. Конструктивное исполнение тензодатчика - герметичный корпус. Остальные технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица -1 Технические характеристики тензопреобразователя С05

Пределы измерения Н(кг)	5(0,5)
Диапазон температур измеряемой среды °С:	+1..+80
Предельный температурный диапазон °С:	-60..+130
Нелинейность выходного сигнала по абсолютной величине не более, % Ud	0,4
Питание тензопреобразователей постоянным током, мА при эксплуатации	2±0,3
Питание тензопреобразователей постоянным током, мА при снятии метрологических характеристик	2±0,0004
Среднее время наработки на отказ	40000 ч
Средний срок службы	12 лет
Гарантийный срок	24 месяца

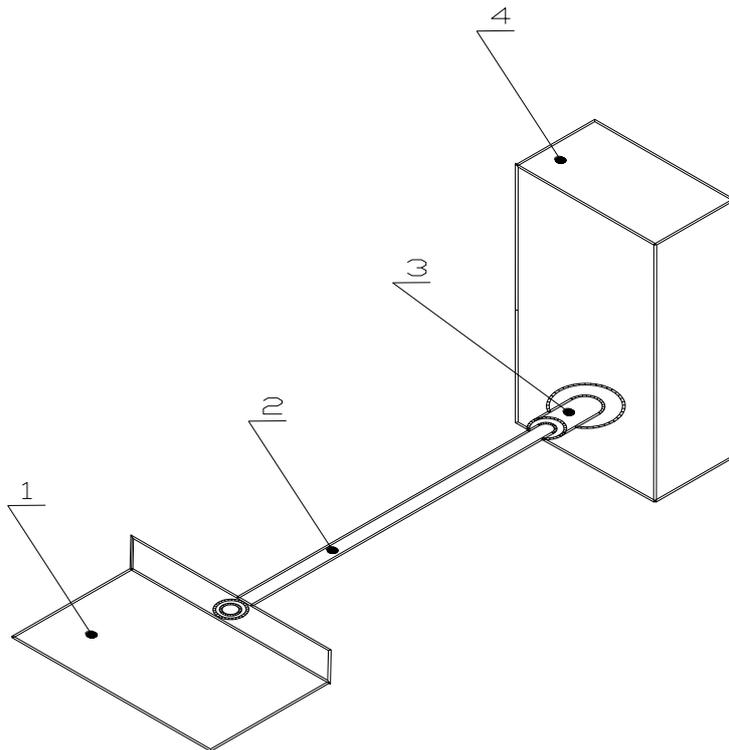


Рис.2 - Датчик потока на тензопреобразователе (1 - парус; 2 - штанга; 3 - чувствительный элемент (тензопреобразователь); 4 – корпус с монтажной платой)

Получившийся датчик представлен на рисунке 2. Он состоит из чувствительного элемента (тензопреобразователя С05), расположенного в корпусе вместе с монтажной платой, соединенного со штангой 2, и парусом 1. Парус служит для преобразования скорости потока сушильного агента в момент силы, а штанга служит для увеличения этого момента и передачи его на преобразователь.

Функциональная схема электронного преобразователя представлена на рисунке 3.

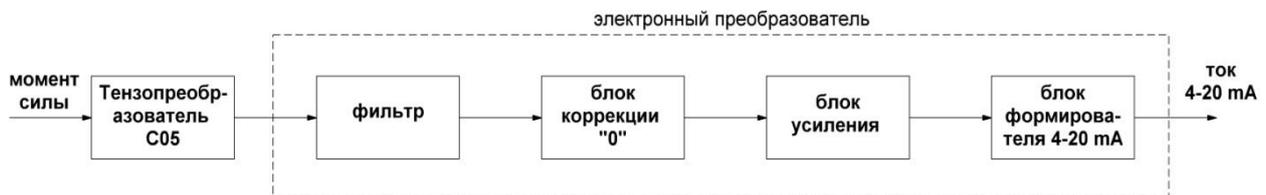


Рис. 3 – Функциональная схема электронного преобразователя

Момент силы, передаваемый от паруса через штангу в тензопреобразователь, преобразуется в напряжение. Этот сигнал поступает на фильтр, который сглаживает помехи, вызванные

вихревыми потоками в воздуховоде. Полученный сигнал поступает в блок коррекции «0», в котором величина входного напряжения становится равна нулю. Данный блок необходим чтобы собственный вес паруса со штангой не вносил изменений в выходной сигнал. Сигнал с этого блока поступает на блок усиления. В этом блоке коэффициент усиления подбирается таким образом, чтобы при максимальной скорости выходное напряжение было 10В. В блоке формирования 4-20 мА полученное напряжение с блока усиления преобразуется в ток 4-20 мА.

Готовый датчик был поставлен на УКСУ в рециркуляционный воздуховод. Рядом с ним был расположен анемометр, на котором показывалась текущая скорость воздушного потока. Выход датчика был подключен к ПЛК (программируемому логическому контроллеру). В ходе эксперимента были сняты показания датчика при изменении скорости воздушного потока, менявшегося за счет изменения скорости вращения рециркуляционного вентилятора. Как видно из полученного графика, представленного на рисунке 4, показания датчика изменяются пропорционально скорости воздушного потока.

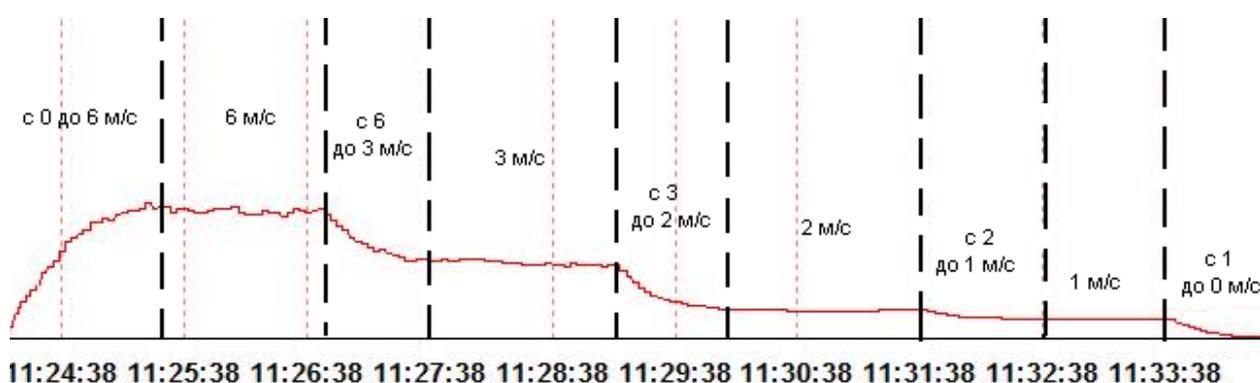


Рис. 4 – Показания датчика воздушного потока при изменении скорости потока сушильного агента от 0 до 6 м/с

Выводы

Датчик, созданный на тензопреобразователе С05, обладает рядом преимуществ:

- стоимость созданного датчика около четырех-пяти тыс. руб., что в 5-6 раз дешевле, чем стоимость заводского датчика воздушного потока;
- чувствительный элемент (тензопреобразователь С05) имеет среднее время наработки на отказ 40000 часов – это 4,5 года непрерывной работы, в случае отказа он меняется на новый стоимостью около двух тысяч рублей (заводской датчик имеет приблизительно такой же срок наработки на отказ, но нет возможности замены только чувствительного элемента);
- высокая ремонтпригодность, т.к. все элементы электрической схемы находятся в свободной продаже, в отличие от заводских датчиков;
- внутри воздуховода располагается только штанга и парус, что дает возможность очищать обслуживающему персоналу датчик от смол, выделяемых при копчении, без опасности повредить его;
- система для контроля и измерения влажности психрометрическим способом с переменным воздушным потоком в агрессивной среде, состоящая из двух датчиков температуры («сухого» и «влажного») и представленного датчика потока, будет стоить в 2-3 раза дешевле, чем заводской датчик влажности для агрессивной среды.

Литература

А.А. Маслов, А.В. Кайченков А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37

А.А. Маслов, А.Ю. Висков Современный подход к разработке проектов АСУТП// «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-ПРЕСС, 2001. – С. 68

Маслов А.А. Автоматизация контроля и управления процессом копчения / А. А. Маслов, А. В. Кайченков, В. А. Аминов // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] / ФГОУВПО «МГТУ». электрон. текст. дан. (30Мб) - Мурманск: МГТУ, 2011. 1 опт. Компакт-диск (CD-R). - систем. требования: PC не ниже класса Pentium II Mb RAM; свободное место на HDD 14 Мб; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше; Международная научно-техническая конференция «Наука и образование - 2011» электрон.). – С. 1175–1181 – Текст подгот. ФГОУВПО «МГТУ».

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ В ВОДЕ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

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

This article considers the questions of optimization of the automated control system and sterilization formula.

В статье рассмотрены вопросы оптимизации формулы стерилизации и системы управления процессом стерилизации.

Научно-исследовательская группа кафедры автоматики и вычислительной техники МГТУ совместно с сотрудниками кафедры технологий пищевых производств ведет разработку и исследование энергоэффективных способов проведения различных технологических процессов. 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, 2]. В настоящее время проводятся исследования усовершенствованного способа стерилизации, направленные на получение математического описания, оптимизацию и моделирование процесса стерилизации определенного вида консервной продукции.

Оптимизация процесса стерилизации проведена в два этапа: получена оптимальная формула стерилизации; получены оптимальные параметры регуляторов в системе автоматического управления.

Получение оптимальной формулы стерилизации

Формула стерилизации оптимизирована по критерию минимальных затрат на управление процессом с учетом ограничений. Критерий для получения оптимальной формулы стерилизации имеет следующий вид:

$$J_{i \cdot \delta \cdot \bar{n}} = \int_0^t Q(\tau) d\tau + K_1 \cdot (115 - t_{i \cdot \delta \cdot \bar{n}}^i)^n + K_2 \cdot (L_{\zeta \delta \bar{n}} - L_{e i i})^m \rightarrow \min, \quad (1)$$

где K_1, K_2 – весовые коэффициенты;

$L_{\text{зад}}$ – заданное значение фактического стерилизующего эффекта;

$L_{\text{кон}}$ – значение фактического стерилизующего эффекта по окончании процесса;

n и m – показатели степени при штрафных величинах;

$Q(\tau)$ – энергозатраты на этапах А, В, D (Рисунок 1):

$$Q(\tau) = Q_A + Q_B + Q_D. \quad (2)$$

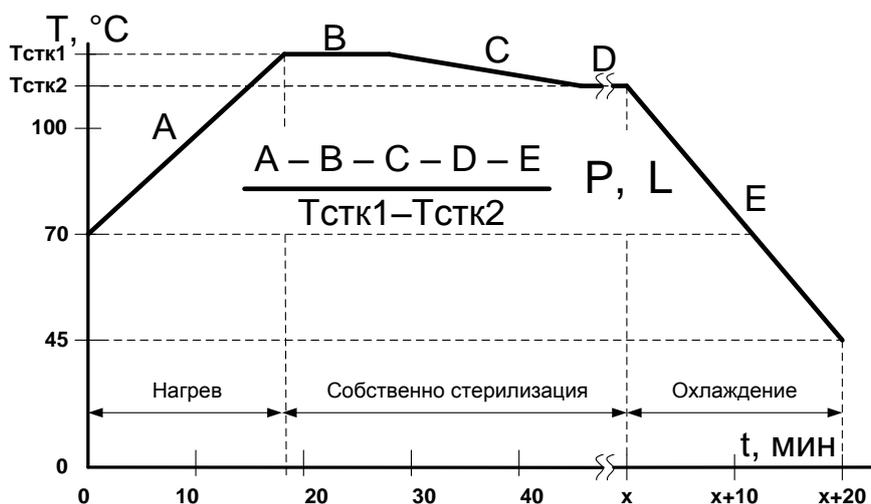


Рисунок 1. Модернизированный способ стерилизации. Этапы технологического процесса

Первое слагаемое в выражении (1) включает в себя затраты на управление процессом стерилизации. $Q(\tau)$ включает в себя три составляющих (2) – затраты на управление на этапах Q_A , Q_B и Q_D . Стерилизация на этапе С происходит при естественном охлаждении автоклава.

Второе и третье слагаемое в выражении (1) – штрафные величины $J_{o.ф.с.}$, отвечающие за выполнение ограничения на модернизированный процесс стерилизации по максимальному значению температуры продукта ($115\text{ }^\circ\text{C}$) и требуемому значению фактического стерилизующего эффекта $L_{зад}$ (6,7 усл. мин.).

Результаты проведенного исследования по определению показателей степени при штрафных величинах n и m позволили установить, что наилучшим образом интегральная оценка штрафует за выходы за технологические ограничения при n и m , равных 4 (при весовых коэффициентах $K_1 = 100$, $K_2 = 10$).

Оптимизацию проводили методом покоординатного спуска в программе Modern_Optim, разработанной сотрудниками кафедры АиВТ МГТУ. Результаты оптимизации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оптимизации формулы стерилизации для консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress для автоклава АВК-30М

Оптимизируемый параметр	Значения оптимизируемых параметров
Температура в стерилизационной камере $T_{стк1}, ^\circ\text{C}$	119,9
Продолжительность этапа τ_B , мин.	9,1
Продолжительность этапа τ_D , мин.	16,5

Полученная оптимальная формула стерилизации имеет следующий вид:

$$\frac{16,5 - 9 - 23 - 16,5 - 20}{120 - 115} 0,19 - 0,16 \quad (3)$$

Оптимизация регуляторов температуры

В системе управления АВК-30М в контурах регулирования температуры реализована рекуррентная форма цифрового ПИД-регулятора параллельной структуры.

Коэффициенты регуляторов температуры парогенератора и стерилизационной камеры автоклава АВК-30М на этапах нагрева и собственно стерилизации оптимизированы по критерию минимальных затрат на управления с помощью программного обеспечения Reg_Sost, разработанного сотрудниками кафедры АиВТ МГТУ (рисунок 2). Для оптимальной настройки параметров регуляторов был выбран следующий критерий оптимальности:

$$J_5 = \int_0^t (|e(t)| + k \cdot |U(t)|) \cdot dt \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $e(t)$ – рассогласование;

k – весовой коэффициент;

$U(t)$ – величина управляющего воздействия.

Критерий оптимальности (4) позволяет минимизировать отклонение температуры от заданного значения и затраты на управление. Результаты оптимизации приведены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты оптимизации параметров регуляторов температуры АВК-30М

Коэффициенты регуляторов	Контур регулирования температуры		
	Стерилизационная камера		Парогенератор
	Нагрев	С.Стер	
Кр	0,9	11,73	15
Ti	500	5,21	10

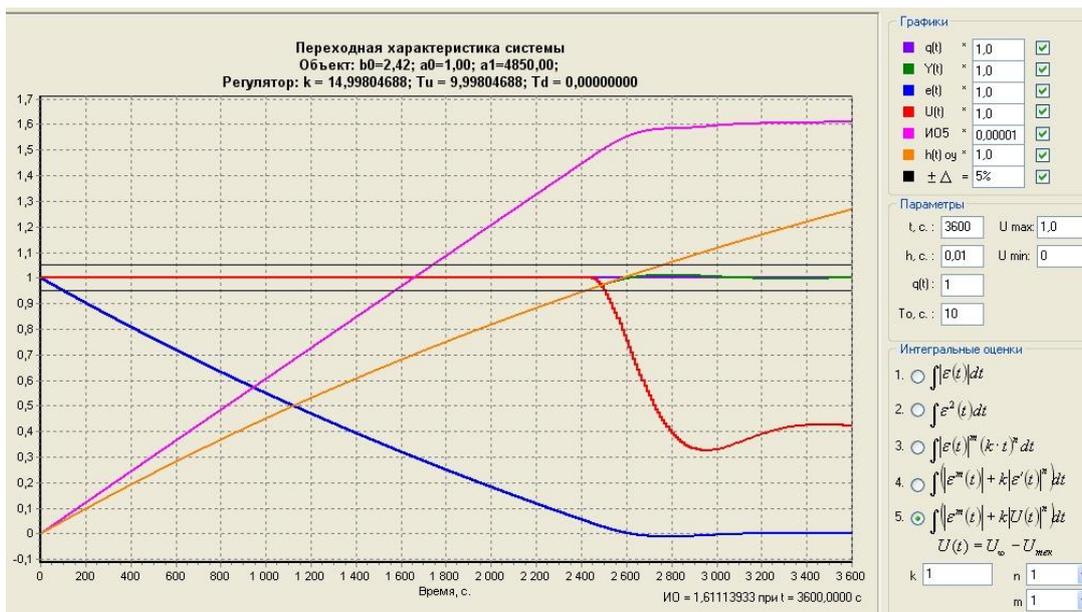


Рисунок 2. Результат оптимизации коэффициентов регуляторов в программе Reg_Sost

Оценка эффективности оптимизированного способа стерилизации консервов

Основной задачей испытаний была экспериментальная оценка эффективности модернизированного способа стерилизации консервов, с точки зрения проведенной оптимизации.

Сравнение способов стерилизации показывает, что модернизированный способ является более эффективным с точки зрения энергозатрат и времени процесса.

Потребляемая электроэнергия меньше на 20 %, продолжительность модернизированного способа стерилизации короче на 8,9 %. Это позволяет повысить коэффициент использования стерилизационной установки и уменьшить энергозатраты на выработку партии консервной продукции.

Выводы

В ходе проведенного исследования были получены оптимальная формула стерилизации для консервов «Печень трески натуральная» для автоклава АВК-30М, а также оптимальные параметры регуляторов температуры стерилизационной камеры и парогенератора. Установлено, что оптимизация процесса стерилизации консервов из гидробионтов позволяет получить экономию электроэнергии на 20% и времени на 9%.

Литература

Совершенствование способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченoв, В. А. Гроховский, А. А. Маслов, и др. // Рыб. хоз-во. – 2011. – №3. – С.112–113.

Власов А. В. Оптимизация процесса стерилизации паром в автоклавах периодического действия / А. В. Власов, А. В. Кайченoв ; Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск,

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

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

The article describes the features of the automatic control system for a universal smoking and drying unit.

В статье рассматриваются особенности реализации системы автоматического управления универсальной коптильно-сушильной установкой.

Введение

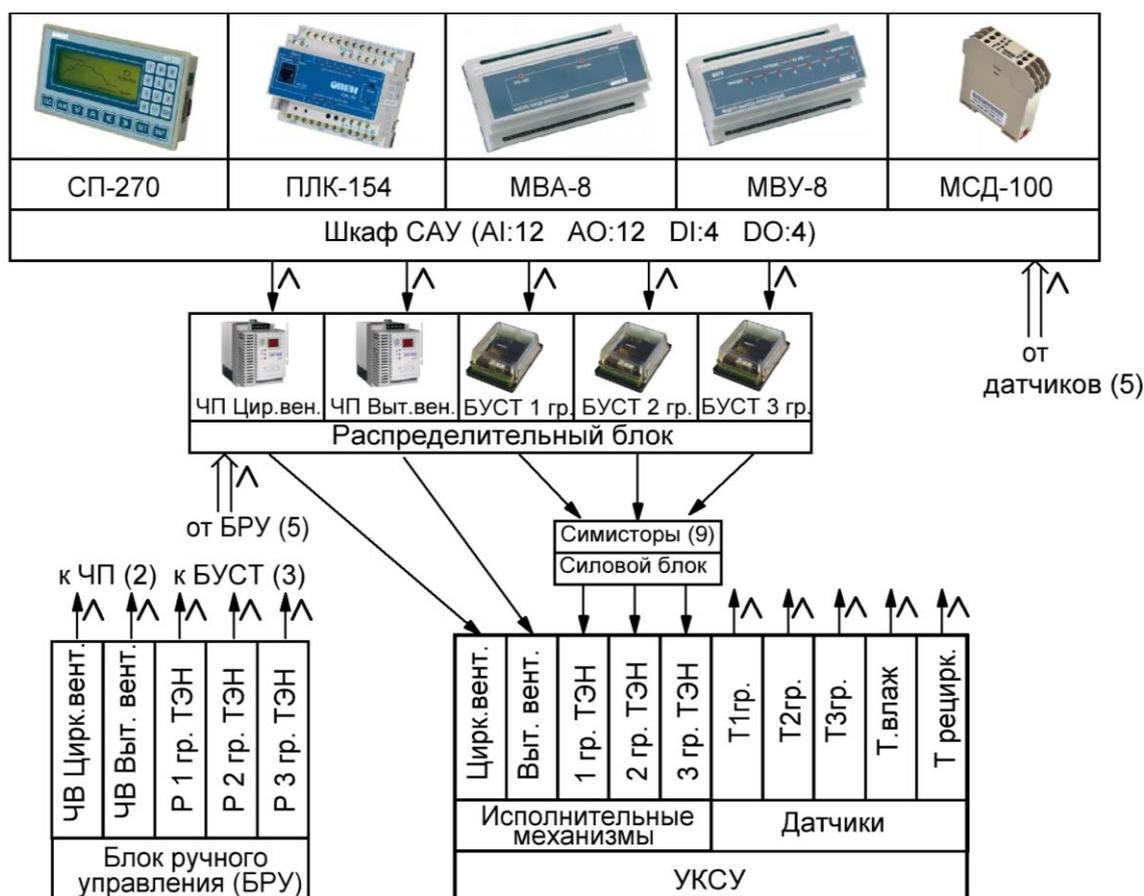
Кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) уже много лет совместно занимаются автоматизацией технологических процессов пищевых производств. На сегодняшний день разработана автоматическая система управления (АСУ) процессом стерилизации, ведутся работы по разработке АСУ малогабаритной сушильной установкой. В 2010 году сотрудники кафедр разработали и создали универсальную коптильно-сушильную установку (УКСУ), расположенную в учебно-экспериментальном цехе (УЭЦ) МГТУ [1].

При проектировании автоматической системы управления УКСУ учитывалось основное свойство установки – универсальность [2]. Так как установка должна обеспечивать выпуск качественной как сушеной, так и копченой продукции, её модули копчения и сушки должны иметь возможность проводить оба этих процесса. В связи с этим система управления модулями также должна быть универсальной и иметь возможность проводить и копчение, и сушку в автоматическом режиме. В связи с этим блоки АСУ модулей сушки и копчения идентичны по конструкции. Эта особенность упростила процесс сборки блоков системы управления.

Основная цель разработки УКСУ – замена одной из существующих установок в учебно-экспериментальном цехе МГТУ и обеспечение выпуска качественной и недорогой рыбной продукции в промышленных масштабах. Однако, помимо решения производственных задач, УКСУ используется в научных целях для разработки новых технологий изготовления сушеной и копченой продукции. Эта особенность также учитывалась при проектировании АСУ. Алгоритмы управления при решении исследовательских задач отличаются от производственных, поэтому реализация АСУ на недорогих общепромышленных регуляторах не была целесообразной, в связи с тем, что они не позволяют изменять программу, заложенную в них при производстве. Наиболее подходящим вариантом для реализации системы управления УКСУ стал программируемый логический контроллер (ПЛК) ОВЕН ПЛК-154. Кафедра автоматики и вычислительной техники с 2005 года сотрудничает с компанией ОВЕН в рамках программы поддержки вузов. За 6 лет созданы лабораторные стенды на базе программных и аппаратных средств ОВЕН, позволяющие студентам получать практические навыки работы с современным оборудованием автоматизации. В связи с этим, выбор аппаратных средств осуществлялся исходя из опыта эксплуатации сотрудниками кафедры АиВТ программируемых логических контроллеров ОВЕН [3].

Особенности разработки аппаратной части АСУ.

Автоматическая система управления реализована на базе управляющего контроллера ОВЕН ПЛК 154. Функциональная схема АСУ представлена на рисунке 1. Помимо ПЛК в систему управления входит модуль аналогового ввода (МВА8), к которому подключены основные датчики, расположенные в модуле установки, а также дополнительные, используемые для решения научных задач (рисунок 2а). Модуль аналогового вывода (МВУ8) содержит 8 каналов с токовым выходом (4-20 мА), сигналы с которых поступают на блоки управления симисторами и тиристорами (БУСТ), а также частотные преобразователи вытяжного и циркуляционного вентиляторов, расположенные в распределительном блоке (рисунок 2б). БУСТ, в сочетании с мощными симисторами ($I_{max}=80A$), позволяет осуществлять непрерывное управление мощностью нагревательных элементов (ТЭН), установленных в секциях моделей УКСУ. Симисторы расположены в отдельном силовом блоке (рисунок 2 в) в связи со значительным нагревом при минимальном сигнале управления и необходимостью принудительной вентиляции радиаторов, на которых они установлены. Частотные преобразователи фирмы Lense изменяют частоту вращения вытяжного и циркуляционного вентиляторов. Циркуляционный вентилятор обеспечивает поддержание заданного воздушного потока в модулях установки. Частота вращения вытяжного вентилятора изменяется в зависимости от сигнала управления контура регулирования относительной влажности воздушной смеси. Влажность воздушной смеси, прошедшей через модуль, также является одним из параметров технологического процесса. Измерение относительной влажности осуществляется психрометрическим методом.



Рису. 1 - Функциональная схема АСУ.

Все параметры технологического процесса задаются и отображаются на интерфейсной панели ИП320. Панель оператора позволяет отображать текст, отображать графики изменения температуры и влажности; выводить сообщения об аварийных ситуациях. Для архивирования значений регулируемых параметров присутствует модуль сбора данных (МСД-100). Связь ПЛК с МВА8 и МВУ8 осуществляется по протоколу ОВЕН. Связь с панелью оператора ИП320 осуществляется по протоколу ModBus в режиме Master (ИП320), а МСД «прослушивает» сеть в режиме «SPY».

Блок ручного управления (рисунок 2г) позволяет изменять мощность каждой группы ТЭНов, а также частоту вращения приточного и вытяжного вентиляторов. Это необходимо для обеспечения настройки коэффициентов регуляторов АСУ, а также для ручного управления процессами копчения и сушки в случае блокировки системы автоматики. БРУ позволяет задавать и отслеживать величину задаваемого параметра (в % мощности), а также переключать режимы работы (Ручной или Автоматический). В блоке ручного управления присутствует пять источников тока (4-20 мА). Основным элементом каждого источника тока является операционный усилитель. БРУ позволяет контролировать ток, протекающий в одной из фаз нагрузки. Измерение тока осуществляется с помощью датчика Холла.

В АСУ универсальной коптильно-сушильной установки (рисунок 3) реализован ряд защит:

защита электрооборудования по обрыву фазы;

нулевая защита электрооборудования;

защита от перегрева ТЭНов при отсутствии воздушного потока, создаваемого циркуляционным вентилятором;

контур температурной защиты блокирует БУСТ при превышении температурой в секциях выше аварийного значения.



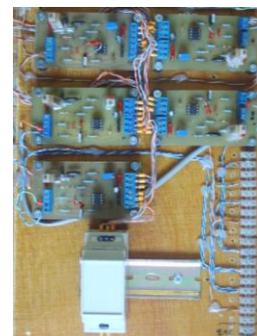
Блок САУ – 2а



Распределительный блок – 2б



Силовой блок – 2в



Блок ручного управления – 2г

Рис. 2 – Внешний вид блоков АСУ.



Рисю 3 – Внешний вид системы управления.

Особенности разработки программной части АСУ.

Программное обеспечение разрабатывалось в SC3.1-системе Smart Software Solutions CoDeSys версии 2.3 на языках стандарта МЭК 61131-3. В контурах регулирования температуры был реализован ПИД-регулятор рекуррентной формы записи параллельной структуры. Использование ПИД-регулятора из готовой библиотеки CoDeSys “PID_Regulators” (рисунок 4), значительно усложнило его настройку. Во-первых, шаг квантования такого регулятора привязан к шагу опроса датчиков, который изменяется во время работы ПЛК. Во-вторых, последовательно-параллельная структура регулятора усложнила поиск его оптимальных коэффициентов. Использование ПИД-регуляторов с автонастройкой также не привело к желаемому результату – получению оптимальных коэффициентов. Для сглаживания электромагнитных помех в программной части АСУ реализован фильтр Изермана.

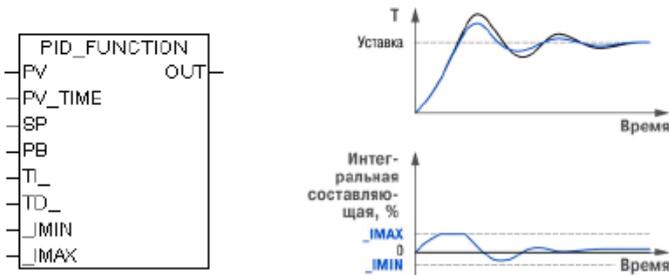


Рис. 4 – FBD-блок PID-Function в среде CoDeSys 2.3 .

Программный блок “IP320” предназначен для сопряжения панели оператора ОВЕН ИП320 с ПЛК-154. На панель выводятся основные регулируемые параметры (температуры в секциях) в виде текста и графиков, а также вычисляемые в ПЛК значения – влажность воздушной смеси и жесткость режима (рисунок 5). Также в блоке реализован вывод на панель оператора сообщений об аварийных ситуациях (недостатке воды влажного термометра, превышению максимально допустимой температуры в секции).



Рис. 5 – Внешний вид интерфейсной панели ИП320 при работе установки

Вывод:

Система автоматического управления универсальной коптильно-сушильной установки в настоящее время эксплуатируется в учебно-экспериментальном цехе МГТУ и обеспечивает выпуск качественной копченой и сушеной продукции. В рамках решения научных задач осуществляется поиск оптимальных режимов работы установки.

Литература

Маслов, А. А. Разработка систем управления процессами вяления и копчения в универсальной коптильно-сушильной установке / А. А. Маслов, А. В. Кайченков, В. А. Аминов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : юбилейн. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 60-летию МГТУ, Мурманск, 5-9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1327-1330. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321000362.

Разработка схемы универсальной коптильно-сушильной установки и методики расчета процессов тепло- и массообмена / А.Н. Папуша, В.А. Похольченко, А.М. Ершов и др. // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2007. – Т. 10, № 4. – С. 648-652.

Кайченков А.В. Разработка систем автоматического управления на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» и их внедрение в учебный процесс и производство / А. В. Кайченков, А. А. Маслов, В. А. Аминов и др. // Наука и образование - 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4–8 апреля 2011 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (43 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2011.-(НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321100504.- С. 1228-1233.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫМ ФРИКЦИОННЫМ ДЫМОГЕНЕРАТОРОМ

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

The article describes advantages and disadvantages of friction smoke generator. Modern construction of smoke generator allowing full control of smoke generation process is being offered.

В статье рассмотрены достоинства и недостатки фрикционных дымогенераторов. Предложена конструкция дымогенератора с системой управления, позволяющая осуществить полный контроль за процессом дымообразования.

Копчение реализуется под воздействием технологического дыма, содержащего копильные компоненты. Очевидно, что качество копчёного продукта напрямую зависит от свойств и качества копильной среды. В состав копильной среды входят порядка 10000 твёрдых, жидких и газообразных органических соединений. Считается, что около 1000 из них участвуют в образовании свойств копченого продукта. Поэтому так важно в целях приготовления пищевых продуктов не только изучать процессы дымообразования, но и применять современные достижения науки и техники при проектировании дымогенераторов [1].

Наилучшими технологическими свойствами обладает дым, полученный при температуре сжигания древесины в пределах от 220 до 350°C. В этом случае состав водорастворимых веществ в дыме оптимален и включает в себя фенолы, формальдегид, фурфурол, альдегиды и диацетил. Такой дым является более ценным для копчения [2].

В настоящее время в промышленности применяется дым, образованный в результате тления опилок. Этот способ дымообразования не позволяет получить постоянную температуру пиролиза, при этом существует опасность получения ПАУ. Дымообразование методом трения происходит при температуре ниже 400°C, что позволяет уменьшить содержание канцерогенных веществ в дыме [2].

Фрикционные дымогенераторы подразделяют на дисковые и барабанные (рисунок 1). В дымогенераторах данного типа образование дыма протекает при температурах около 300°C. Наличие прижимного устройства позволяет регулировать усилие прижатия бруска и тем самым контролировать температуру пиролиза и количество получаемого дыма.

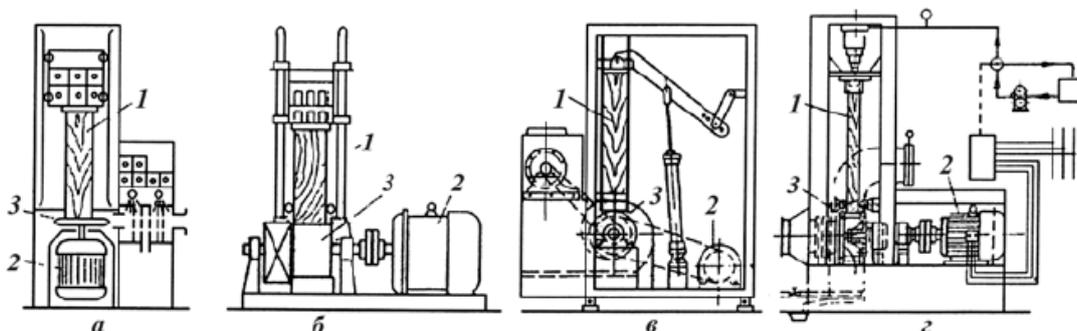


Рис. 1 - Фрикционные дымогенераторы (а - дисковые; б – барабанные;

в – с пневматическим амортизатором; г – с автоматическим поджатием груза;
1 – деревянный брусок; 2 – электродвигатель; 3 – фрикционный диск или барабан)

Отличительными особенностями фрикционных дымогенераторов (ДГ) являются: простота в изготовлении и эксплуатации; малые габариты и вес; генерация дыма с наименьшим содержанием канцерогенных веществ; генерация дым с более высокой концентрацией копильных компонентов; быстрый пуск и остановка. Основным недостатком является то, что потребление электроэнергии в них в два раза выше, чем в дымогенераторах с электрическим обогревом [2]. По мнению авторов, низкая энергоэффективность фрикционных дымогенераторов является следствием того, что до настоящего времени не разработана оптимальная по энергозатратам система автоматического управления фрикционным дымогенератором.

Сотрудниками МГТУ Глазуновым Е.А. и Носенко О.В. разработан и создан фрикционный дымогенератор с цилиндрической обечайкой (рисунок 2). Такой принцип дымогенерации обеспечивает равномерную подачу дыма вследствие постоянного прижатия пиломатериала к обечайке под действием центробежной силы. С точки зрения разработки системы автоматического управления такой дымогенератор весьма сложен, в связи с тем, что пиломатериалы располагаются на вращающейся части аппарата. Использование каких-либо датчиков в такой конструкции затруднено. Одним из вариантов автоматизации дымогенератора является использование частотного преобразователя для регулирования частоты вращения электродвигателя. Несмотря на то, что дымогенератор обладает всеми преимуществами фрикционных ДГ, он имеет ряд особенностей: так как обечайка расположена внутри камеры, то трение значительно разогревает корпус аппарата, что сказывается на продолжительности его работы; так как прижимное устройство располагается на вращающейся части ДГ, степень прижима невозможно изменить в процессе функционирования.

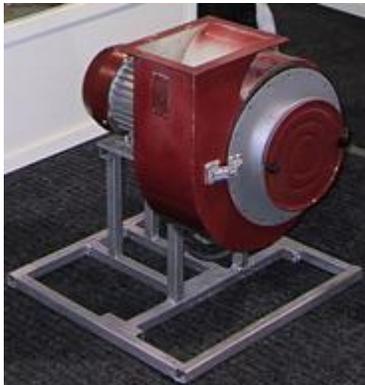


Рис. 2 – Фрикционный дымогенератор с цилиндрической обечайкой

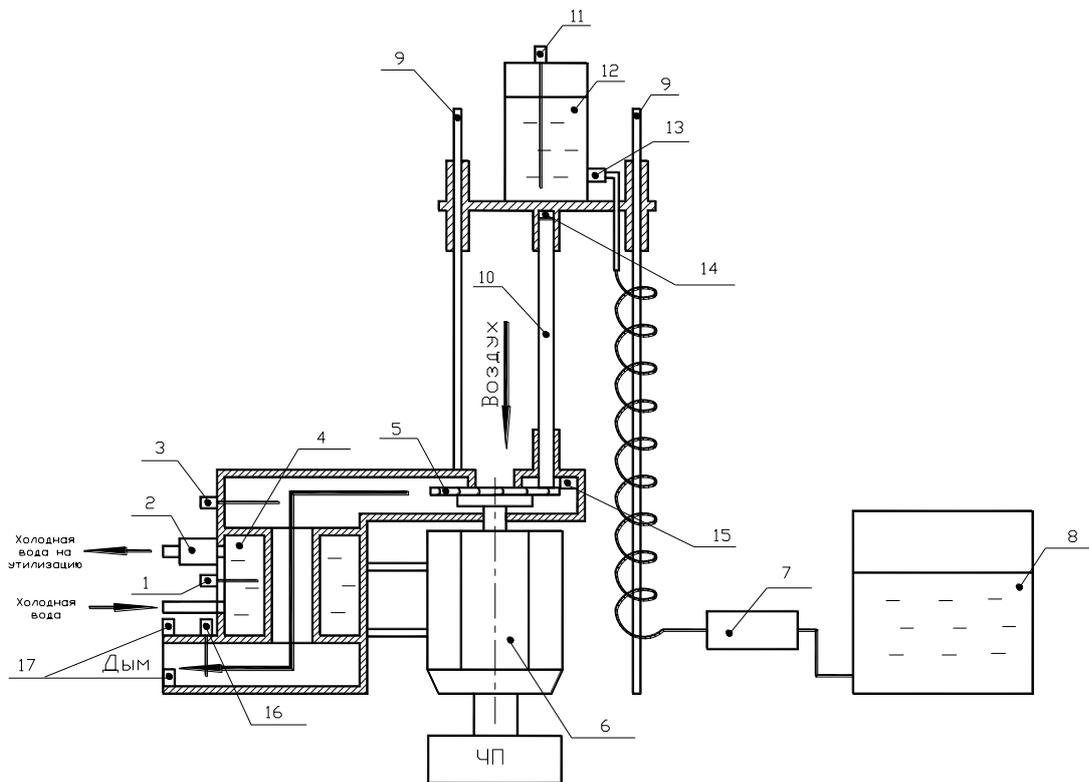
Наиболее удачной конструкцией дымогенератора с точки зрения автоматизации технологического процесса является дисковый фрикционный ДГ «Ижица» (рисунок 3).



Рис. 3 – Фрикционный дымогенератор «Ижица»

Конструкция фрикционного ДГ «Ижица» имеет более широкие возможности для автоматизации технологического процесса.

Сотрудниками кафедры АиВТ МГТУ разработана конструкция фрикционного дымогенератора с элементами системы автоматического управления на базе ДГ «Ижица», предназначенного для решения научных задач (рисунок 4).



- 1 - датчик температуры воды охладителя; 2 – клапан для утилизации теплой воды;
- 3 – датчик температуры дыма; 4 – охладитель; 5 - диск с крыльчаткой;
- 6 – электродвигатель; 7 –насос; 8 – расширительный бачок; 9 – направляющие;
- 10 – брусок; 11 – датчик уровня; 12 – бачок с жидкостью, для поджатия бруска;
- 13 – обратный клапан; 14 – тензодатчик; 15 – инфракрасный датчик температуры;
- 16 – датчик температуры дыма на выходе; 17 – датчик оптической плотности дыма.

Рис. 4 – Дымогенератор фрикционного типа

Основным элементом системы является электродвигатель 6, частота вращения которого меняется с помощью частотного преобразователя ЧП. Регулирование частоты вращения позволяет изменять температуру дыма, а также его объемную плотность. Контроль температуры пиролиза осуществляет инфракрасный датчик температуры 15, направленный на место контакта бруска 10 с фрикционным диском 5. Температура дыма на выходе дымогенератора может регулироваться с помощью системы охлаждения, состоящей из охладителя 4, датчика температуры воды охладителя 1 и клапана для утилизации теплой воды 2. Температуры дыма до системы охлаждения контролируется с помощью датчика температуры дыма 3. Температура дыма на выходе ДГ контролируется датчиком температуры 16, а его объемная плотность – датчиком оптической плотности 17. В конструкции предусмотрено автоматическое поджатие груза. Бачок с жидкостью 12 расположен на платформе, перемещаемой по направляющим 9. Усилие, создаваемое платформой, контролируется тензодатчиком 14. Вес платформы регулируется с помощью изменения уровня жидкости в бачке 12. Жидкость подается с помощью насоса 7 из расширительного бачка 8 через обратный клапан 13 в сосуд 12. Уровень жидкости контролируется датчиком уровня 11. Автоматическое поджатие груза позволяет изменять температуру дыма, а также его объемную плотность.

Структура системы автоматического управления представлена на рисунке 5. Основным элементом системы является программируемый логический контроллер ПЛК-63 фирмы ОВЕН. ПЛК позволяет реализовывать различные алгоритмы управления дымогенератором.

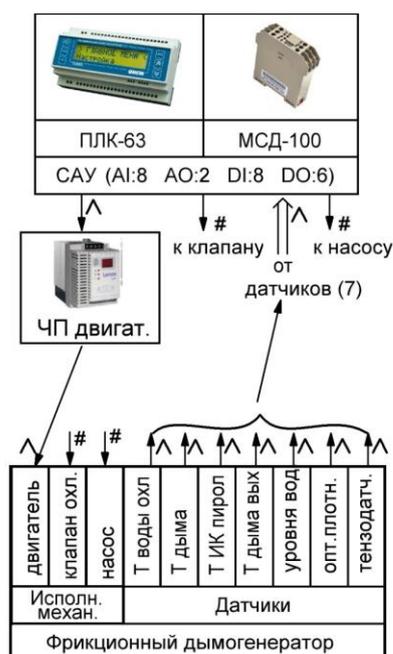


Рис. 5 – Структура АО системы автоматического управления дымогенератором

Выводы

Предложенная конструкция фрикционного дымогенератора позволяет обеспечить наблюдаемость требуемых параметров процесса выработки дыма и является основой для построения автоматической системы управления, которая позволит повысить энергоэффективность аппарата.

Литература

Глазунов, Ю. Т. Моделирование процессов пищевых производств / Ю. Т. Глазунов, А. М. Ершов, М. А. Ершов. – М.: Колос, 2008. – 360 с.

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.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ «ОВЕН» В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПРОИЗВОДСТВО

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

This article considers the questions of automated control systems implementing based on the "OWEN" equipment into the educational process and production plants.

В статье рассмотрены вопросы внедрения в учебный процесс и производство установок, построенных на базе оборудования «ОВЕН».

Кафедра Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) с 2005 года разрабатывает системы автоматического управления на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН».

В 2005 году кафедра АиВТ МГТУ приняла участие в программе поддержки высших учебных заведений по оснащению лабораторий современным отечественным оборудованием промышленной автоматизации, проводимой российским производственным объединением «ОВЕН». На базе полученного оборудования были разработаны два учебных лабораторных стенда «Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН» [1].

В 2007 году с учетом положительного опыта предыдущего сотрудничества производственным объединением «ОВЕН» было поставлено новейшее отечественное оборудование промышленной автоматизации, включая последние разработки: программируемые логические контроллеры (ПЛК 154-220.У-Л), регуляторы частоты вращения вентилятора ЭРВЕН, модули ввода аналоговых сигналов МВА8 и т.д.

Полученное оборудование внедрено в учебный процесс в виде двух лабораторных установок «Автоматическая система управления температурой в помещении» и «Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154».

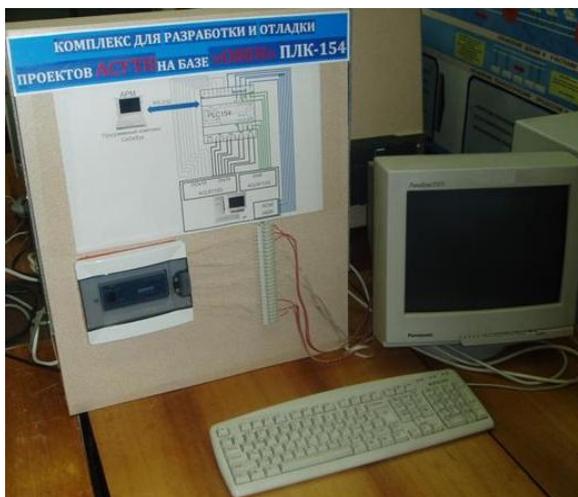
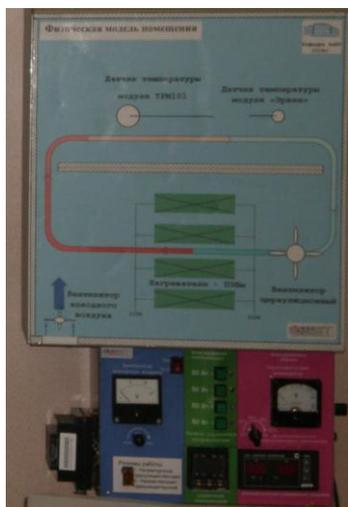


Рис. 1 – Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154 и лабораторная установка «Автоматическая система управления температурой в помещении»

В 2011 году была оформлена заявка участия кафедры АиВТ в программе поддержки вузов ПО ОВЕН. На базе полученного оборудования в настоящее время реализуются 3 лабораторных стенда «Автоматическое управление асинхронным двигателем», «Автоматическое управление температурой и влажностью в сушильном и коптильном шкафу», «Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ОВЕН ПЛК154».

Целью работы «Автоматическое управление асинхронным двигателем» является освоение принципов построения систем управления двигателями переменного тока.

Работа выполняется на лабораторном стенде (рисунок 2) с асинхронным двигателем, на валу которого имеется асинхронный двигатель с генератором постоянного тока на одном валу. Генератор создает возмущающее воздействие (момент сопротивления на валу) для двигателя, напряжение питания для которого подается с блока симисторов. Обратная связь по частоте вращения поступает с тахометра ТХ-01, который преобразует импульсы бесконтактного датчика ВБ1 в аналоговый сигнал. Выбор режима работы, а также управление источником тока осуществляется с помощью переключателя и потенциометра на лицевой стороне стенда.

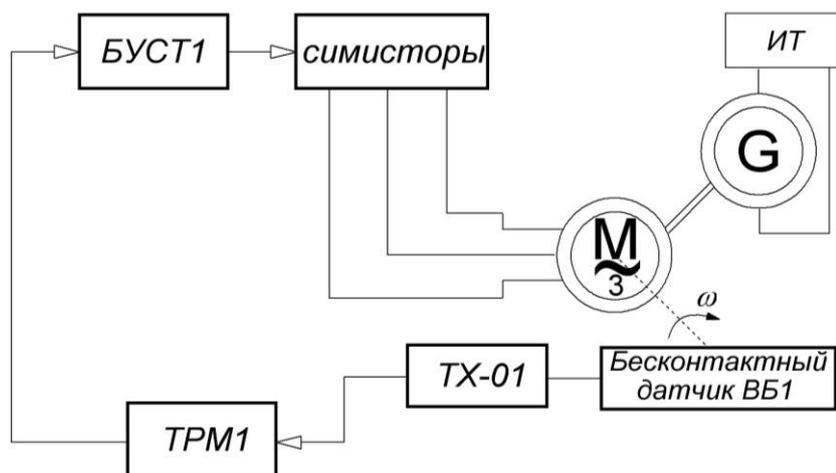


Рис. 2 – Лабораторная установка «Автоматическое управление асинхронным двигателем»

Целью работы «Автоматическое управление температурой и влажностью в сушильном и коптильном шкафу» является освоение принципов построения автоматической системы поддержания температуры и влажности.

Работа выполняется на лабораторном стенде (рисунок 3), размещенном в лаборатории СТППГ кафедры технологии пищевых производств. Стенд представляет собой 2 камеры, внутрь которых помещены ТЭНы по 750 Вт каждый. В камеру нагнетается дым и свежий воздух, далее получившаяся дымовоздушная смесь проходит через группу ТЭНов. В данной работе необходимо поддерживать заданную влажность и температуру в двух камерах. Контроль влажности осуществляется психрометрическим методом.

«Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ОВЕН ПЛК154» предназначен для освоения принципов работы программируемых логических контроллеров (на примере ПЛК154) при управлении технологическим процессом.

В настоящее время в рамках дипломного проектирования проводится модернизация комплекса. Использование средств человеко-машинного интерфейса (панель оператора 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.

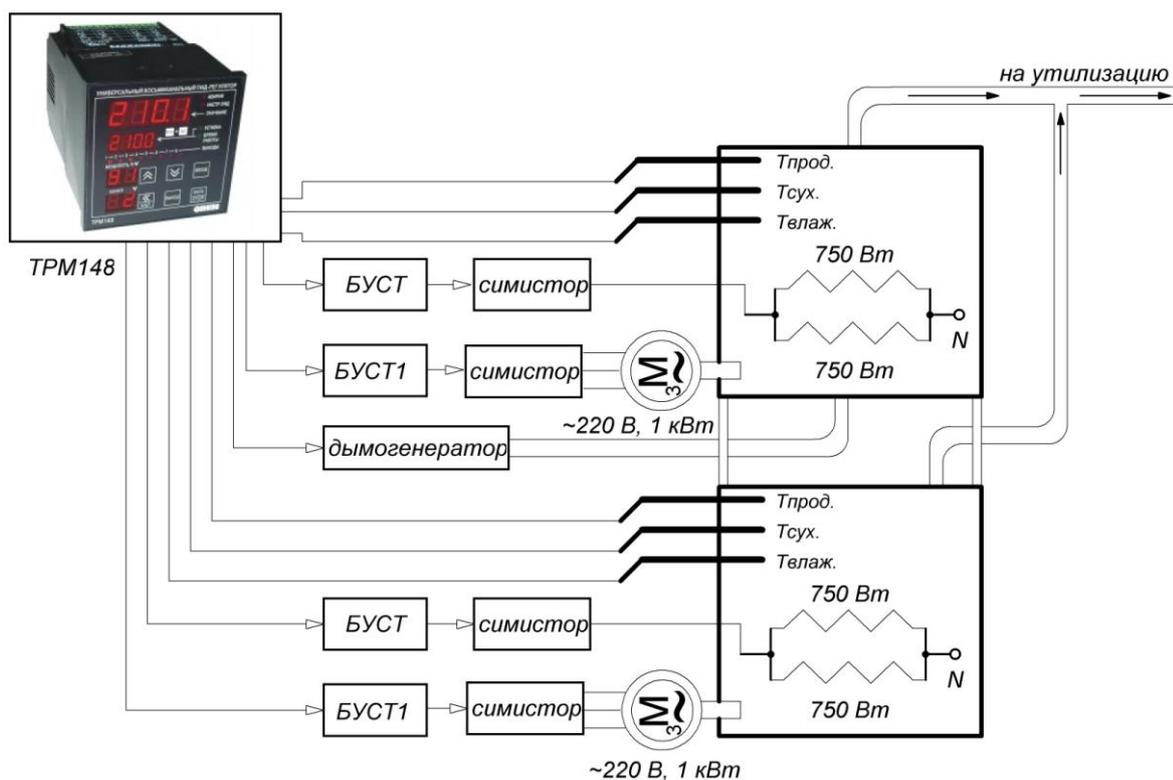


Рис. 3 – Лабораторная установка «Автоматическое управление температурой и влажностью в сушильном и копильном шкафу»

В экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и кафедры Технологий пищевых производств (ТПП) МГТУ ведется работа по исследованию процессов стерилизации, копчения и вяления. При разработке систем автоматического управления учитывался опыт положительного использования ПЛК в составе КРОП.[2]

В составе системы автоматического управления процессом стерилизации: ПЛК 154, модуль дискретного ввода-вывода (МДВВ), модуль ввода аналоговых сигналов (МВА8), ИП320, блок управления тиристорами и симисторами (БУСТ). Стерилизационная установка внедрена в лабораторию СТППГ кафедры ТПП и обеспечивает выработку консервной продукции с наименьшими энергозатратами, а также разработку режимов стерилизации (рисунок 5).

В экспериментально-производственном цехе МГТУ ведется разработка АСУ универсальной коптильно-сушильной установки (УКСУ) на базе ОВЕН ПЛК154. Система управления состоит из тех же компонентов, что и АСУ АВК-30, с тем отличием, что МДВВ заменен на модуль вывода управляющий (МВУ8). УКСУ используется как в научных исследованиях, так и в производственных целях (рисунок 6).

В настоящее время проводится разработка системы автоматического управления малогабаритным абсорбером на базе ОВЕН ПЛК154. Создание и внедрение подобной установки позволит получать коптильный препарат небольшими объемами, что повысит энергоэффектив-

ность процесса, а также проводить непрерывный контроль параметров копильных тов.



Рис. 5 – Стерилизационная установка АВК-30 с САУ на базе ПЛК 154



Рис. 6 – САУ универсальной коптильно-сушильной установки на базе ПЛК 154

Выводы:

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

Литература

А.А. Маслов, А.В. Кайченев А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37

Кайченев А.В. Разработка систем автоматического управления на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» и их внедрение в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов и др. // Наука и образование -

2011[Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4–8 апреля 2011 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (43 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2011.-(НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321100504.- С. 870-874.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АСР В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В SCADA-СИСТЕМЕ ADAMVIEW

Маслов А. А., Висков А. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

Abstract. In the paper the way of decision an off-line software for studying of digital controller design and adjustment in SCADA ADAMView 4.30 by Advantech are described. The results of simulation are given.

В настоящее время широкое распространение компьютерной техники и технологий цифровой связи обуславливает интенсивное развитие системы дистанционного образования. Однако подготовка технических специалистов невозможна без приобретения специфических умений и навыков, получаемых учащимися только в ходе работы на учебных лабораторных установках, стендах и тренажерах. Использование таких комплексов требует личного присутствия обучаемых в учебном заведении, что не позволяет в полной мере использовать преимущества дистанционного образования.

На кафедре автоматизации и вычислительной техники МГТУ создан и используется в учебном процессе целый ряд комплексов для разработки и отладки проектов АСУ ТП. Организация дистанционного взаимодействия с этими многомашинными комплексами представляет собой определенную техническую проблему и требует существенных затрат как на дооснащение комплексов, так и на оплату услуг связи.

В настоящее время ведутся работы по созданию чисто имитационных продуктов, пользоваться которыми обучаемые смогут в офф-лайн режиме, предоставляя только результаты экспериментов и разработок. Так важным вопросом для целого ряда технических специальностей и направлений является разработка и настройка цифровых регуляторов с использованием ставшего стандартным инструментария – SCADA-систем.

Для решения задачи создания офф-лайн комплекса для разработки проектов АСУ ТП была выбрана SCADA-система ADAMView 4.30 от компании Advantech, так как эта система идеальна для начинающих изучение такого рода технологий и свободно распространяется в учебном 2-часовом режиме функционирования с сохранением полной функциональности.

Практическая настройка цифрового регулятора возможна только при наличии объекта управления или его имитатора, корректно взаимодействующего с управляющим модулем. В существующих комплексах эта задача решается использованием отдельного компьютера с моделирующим в реальном времени программным обеспечением и устройствами ввода/вывода, обеспечивающими внешний физический интерфейс управляющего компьютера и имитатора объекта управления. Дистанционно такой комплекс использовать затруднительно, поэтому была поставлена задача объединить управляющий и моделирующий алгоритмы в одном компьютере, но с обязательным сохранением функционирования комплекса в режиме реального времени.

SCADA-система ADAMView позволяет создавать и исполнять в режиме реального времени несколько одновременно функционирующих задач-подпрограмм. При этом управляющая задача должна работать с шагом квантования по времени, определяемым исходя из динамических свойств объекта управления, а моделирующая задача должна работать с шагом, обеспечивающим приемлемую погрешность вычислений с использованием выбранного численного метода.

В качестве метода численного моделирования был принят метод описания в конечных разностях. Достоинство метода заключается в малом объеме вычислений на каждом шаге, недостаток – высокая чувствительность к величине шага расчета.

Типовой объект управления описывается дифференциальным уравнением:

$$a_2 \frac{d^2 Y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dY(t)}{dt} + a_0 Y(t) = b_1 \frac{dX(t)}{dt} + b_0 X(t). \quad (1)$$

Переход к конечным разностям осуществляется заменой дифференциалов на разности значений соответствующих переменных на текущем и предыдущем шагах, а приращение времени равно шагу квантования, с которым производится моделирование:

$$\frac{dY(t)}{dt} \leftrightarrow \frac{Y[i] - Y[i-1]}{Tk}; \quad \frac{d^2 Y(t)}{dt^2} \leftrightarrow \frac{\frac{Y[i] - Y[i-1]}{Tk} - \frac{Y[i-1] - Y[i-2]}{Tk}}{Tk}. \quad (2)$$

Преобразуем дифференциальное уравнение (1) в уравнение в конечных разностях с учетом (2):

$$\frac{a_2}{Tk^2} (Y[i] - 2Y[i-1] + Y[i-2]) + \frac{a_1}{Tk} (Y[i] - Y[i-1]) + a_0 Y[i] = \frac{b_1}{Tk} (X[i] - X[i-1]) + b_0 X[i]. \quad (3)$$

Выделим $Y[i]$:

$$\frac{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2}{Tk^2} Y[i] = \frac{b_1 + b_0 Tk}{Tk} X[i] - \frac{b_1}{Tk} X[i-1] + \frac{2a_2 + a_1 Tk}{Tk^2} Y[i-1] - \frac{a_2}{Tk^2} Y[i-2]. \quad (4)$$

Введем обозначения для расчетных коэффициентов:

$$\begin{aligned} z_{x_0} &= \frac{b_1 + b_0 Tk}{Tk} \cdot \frac{Tk^2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} = \frac{b_1 Tk + b_0 Tk^2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} \quad \text{и } \partial \partial \quad X[i]; \\ z_{x_1} &= \frac{b_1}{Tk} \cdot \frac{Tk^2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} = \frac{b_1 Tk}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} \quad \text{и } \partial \partial \quad X[i-1]; \\ z_{y_1} &= \frac{2a_2 + a_1 Tk}{Tk^2} \cdot \frac{Tk^2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} = \frac{2a_2 + a_1 Tk}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} \quad \text{и } \partial \partial \quad Y[i-1]; \\ z_{y_2} &= \frac{a_2}{Tk^2} \cdot \frac{Tk^2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} = \frac{a_2}{a_2 + a_1 Tk + a_0 Tk^2} \quad \text{и } \partial \partial \quad Y[i-2]. \end{aligned} \quad (5)$$

Тогда формула для вычисления значения $Y[i]$ на текущем шаге квантования с учетом (5) будет иметь вид

$$Y[i] = z_{x_0} X[i] - z_{x_1} X[i-1] + z_{y_1} Y[i-1] - z_{y_2} Y[i-2]. \quad (6)$$

Для того, чтобы алгоритм моделирования работал устойчиво необходимо производить расчет с как можно меньшим шагом по времени. Для SCADA-системы ADAMView минимальная длительность шага квантования составляет 10 миллисекунд. Шаг квантования управляющей задачи (цифрового регулятора) для предлагаемых вариантов объектов управления оказывается не меньше 250 миллисекунд. Проведенные эксперименты показали, что вычислительной мощности компьютеров класса Р II 400 МГц вполне достаточно для расчета широкого круга учебно-исследовательских задач.

Результаты моделирования в режиме реального времени в SCADA-системе при воздействии на объект ступенчатым сигналом амплитудой 5 приведены на рис.1.

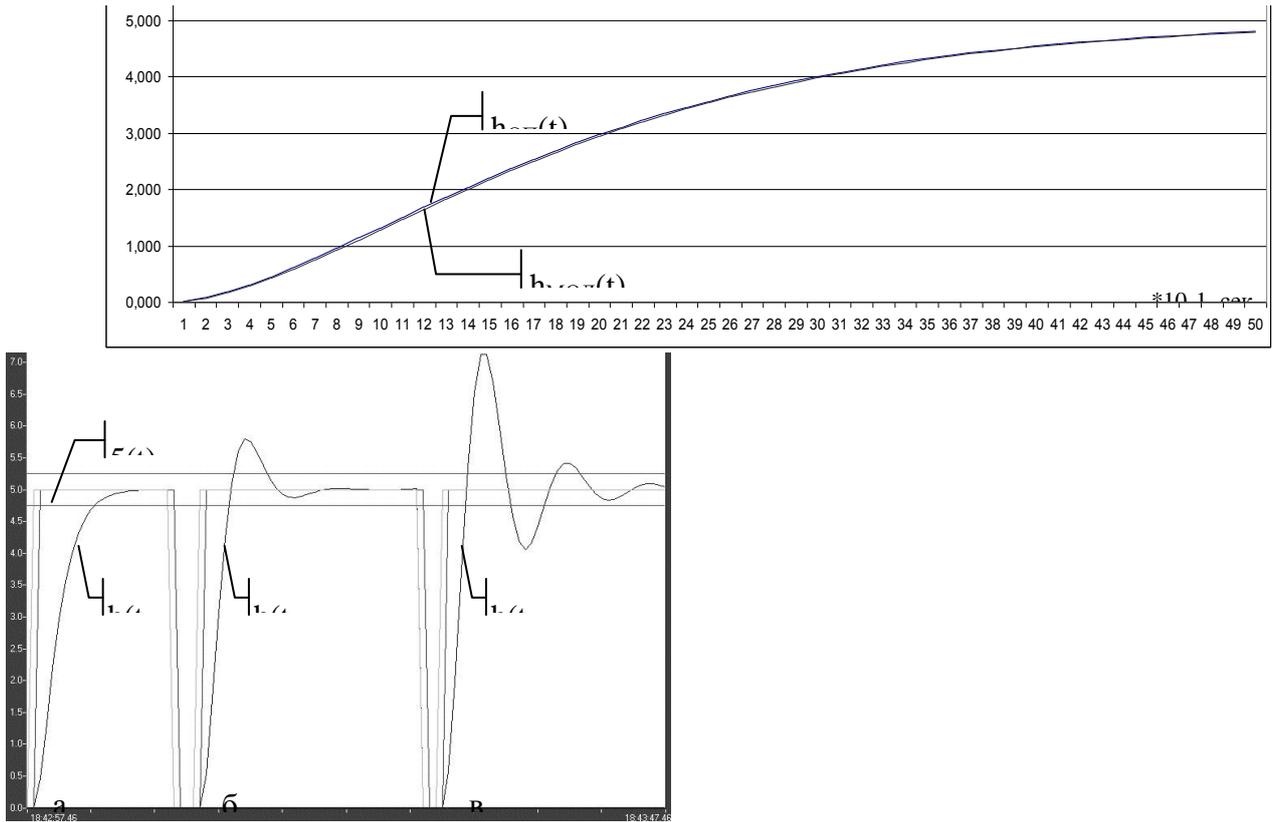


Рис. 1. Переходные характеристики $h(t)$ объектов управления с передаточными функциями:
 а) $W(p) = \frac{1}{p^2 + 2p + 1}$; б) $W(p) = \frac{1}{p^2 + p + 1}$; в) $W(p) = \frac{1}{p^2 + 0.5p + 1}$.

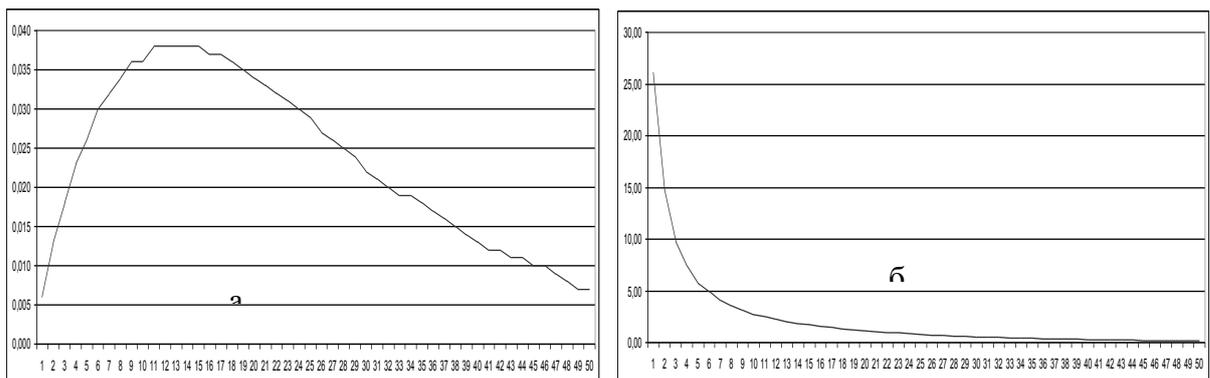
Полученные данные сравнивались с результатами моделирования в пакете AutoCont методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Графики представлены на рис.2 и 3.

Рис. 2. Результаты моделирования в AutoCont – $h_{оп}(t)$ и в ADAMView – $h_{мод}(t)$

Рис 3. График динамической ошибки: а) в абсолютных значениях; б) в процентах. Масштаб по оси времени одинаковый.

Из приведенных графиков видно, что максимальная разность результатов моделирования составляет 0.04 единицы от 5 (0.8%)

Ниже представлены результаты моделирования в реальном времени системы управления с различными регуляторами, модель объекта принята неизменной: $W(p) = \frac{1}{p^2 + 2p + 1}$. Шаг моде-



лирования 10 миллисекунд, шаг квантования по управлению 250 миллисекунд. Переходные процессы с различными регуляторами приведены на рис. 4-6.

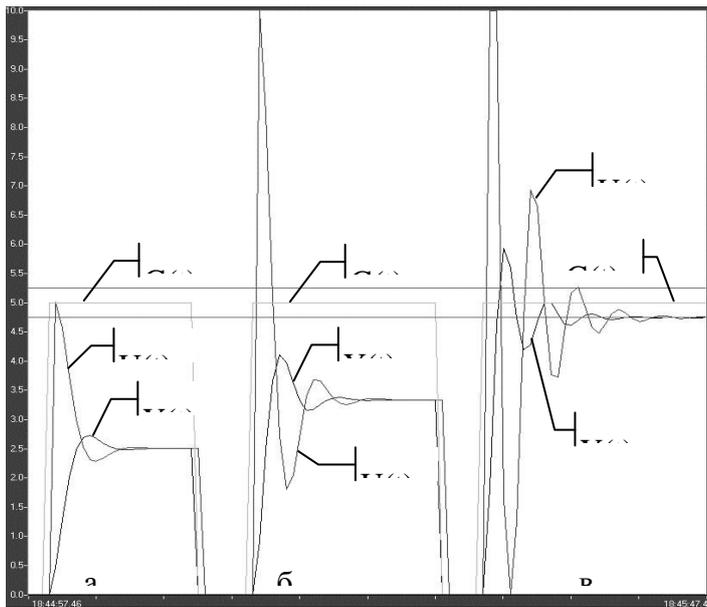


Рис. 4. Переходные процессы в системе с ПИ-регулятором: а) $k=1$; б) $k=2$; в) $k=4$.

Время переходных процессов 20 сек. $G(t)$ – задающее воздействие,

$U(t)$ – управляющее воздействие, $Y(t)$ – регулируемый параметр

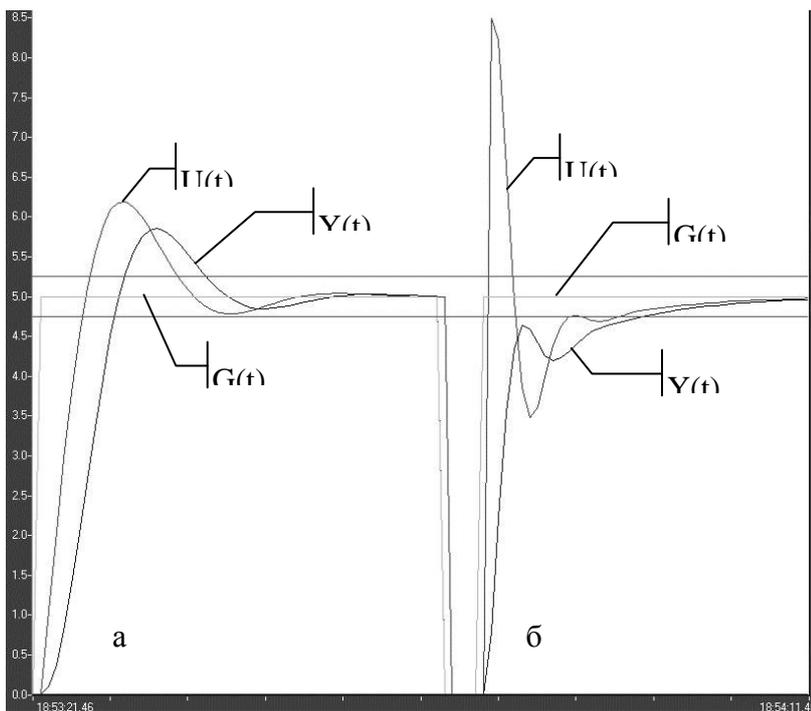


Рис. 5. Переходные процессы в системе: а) с И-регулятором ($T_i=0.05$);

б) с ПИ-регулятором ($k=1.5$, $T_i=0.05$) при $T_k=0.25$ сек.

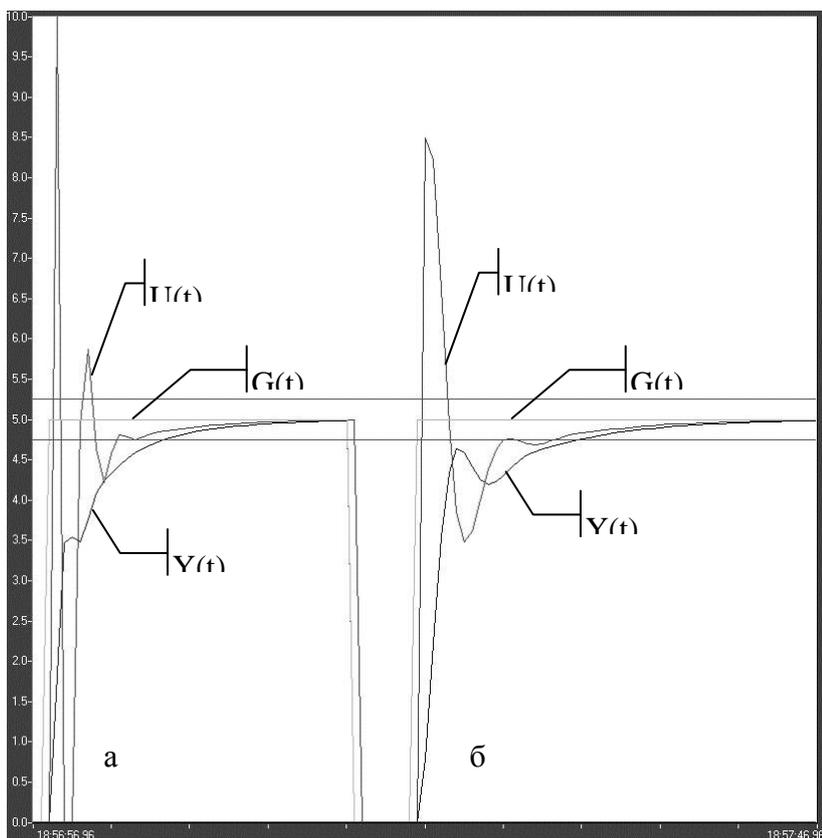


Рис. 6. Переходные процессы в системе а) с ПИД-регулятором ($k=1.5$, $T_i=0.05$, $T_d=0.03$); б) с ПИ-регулятором ($k=1.5$, $T_i=0.05$) при $T_k=0.25$ сек.

Полученные результаты показывают, что обучающийся дистанционно студент может получить задание, инсталляционный пакет SCADA-системы и учебный проект, содержащий моделирующую часть, после чего самостоятельно разрабатывать и настраивать цифровой регулятор, отчитываясь результатами настройки. Внедрение описанного подхода позволит приблизить качество дистанционной подготовки к настоящему очному высшему образованию.

АНАЛИЗ ТЕРМОГРАФИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ СТАНИНЫ

Мухин Е. А., Царёв Б. Д. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра электрооборудования судов)

Abstract. In the report the way of calculation of temperature of regional points of a bedplate induction motor according to a quantitative thermal diagnostics is considered

При проведении тепловизионной диагностики асинхронного двигателя (АД) производится термографическое обследование оребренной поверхности станины машины. Результатом обследования является термограмма. При обработке термограмм определяются температуры локальных участков на оребренной поверхности станины АД.

По полученным данным производится расчёт температуры статорной обмотки при помощи программного обеспечения (ПО) «Температурное поле двигателя» [1]. Необходимыми параметрами для расчета являются температуры ребра станины в его основании и на его вершине в трех точках: в «горячей точке» в центре станины и в краевых областях с обеих сторон оребренной поверхности. Для того, чтобы упростить процедуру обработки термограмм, необходимо аналитически рассчитать температуры краевых точек по измеренным температурам «горячей точки».

Для этого была предложена модель оребренной поверхности станины статора АД, основанная на методе электротепловой аналогии [2], [3].

Рассмотрим часть оребренной поверхности станины статора конечной длины с размерами X , Y , Z .

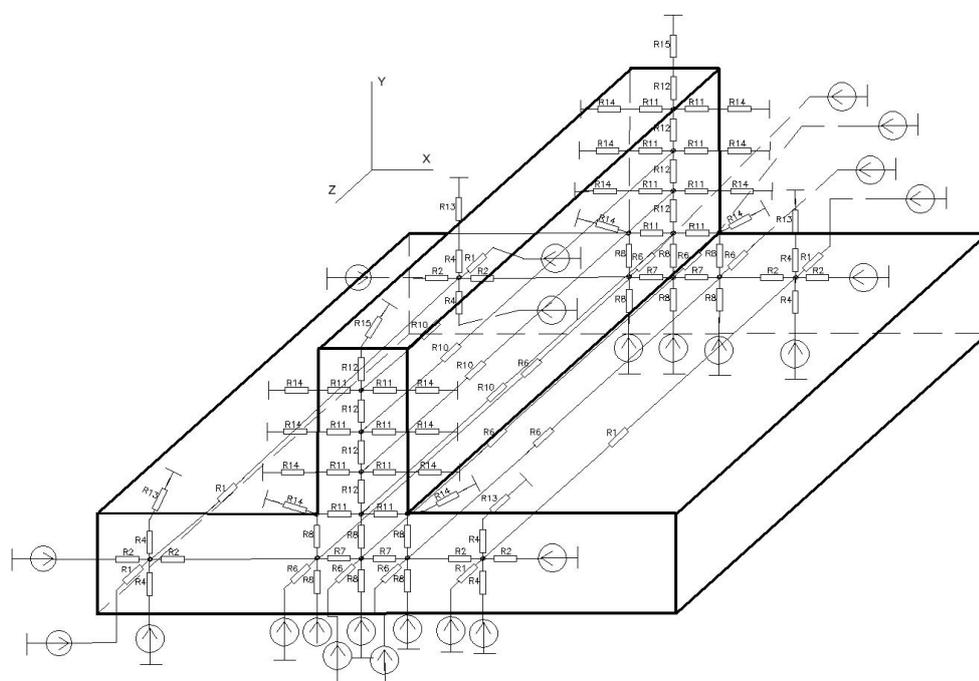


Рис. 1. Электротепловая схема (ЭТС) ребра станины АД

Тепловой поток, идущий от нагретого сердечника статора, распространяется по оребренной поверхности станины в радиальном, продольном и тангенциальном направлениях.

При радиальном распространении теплового потока (вдоль оси Y), преодолеваются сопротивления по высоте межреберного участка R_4 , Ом; сопротивления по высоте участка под ребром R_8 , Ом; сопротивления по высоте участка ребра, R_{12} , Ом.

При продольном распространении теплового потока (вдоль оси Z), преодолеваются сопротивления одной части межреберного промежутка R_1 , Ом; продольного сопротивления одной части участка под ребром, R_6 , Ом; продольного сопротивления участка ребра, R_{10} , Ом.

При тангенциальном распространении теплового потока (вдоль оси X), преодолеваются сопротивления по ширине межреберного участка R_2 , Ом; сопротивления по ширине одной части участка под ребром, R_7 , Ом; сопротивления по ширине участка ребра, R_{11} , Ом.

Сопротивление R_{13} , Ом, учитывает теплоотдачу с участка верхней поверхности межреберного промежутка станины, сопротивления теплоотдачи с участка передней и задней граней ребра определяется R_{14} , Ом; сопротивления теплоотдачи участка верхней грани ребра учитывает, R_{15} , Ом; сопротивления теплоотдачи участка торца ребра учитывает R_{16} , Ом.

Ввиду особенностей распространения тепловых потоков внутри машины [3], схема дополняется соответствующим количеством источников тока, замещающим реальные тепловые потоки внутри машины.

Рассмотрим результаты применения предложенной электротепловой модели на примере АД АИР80А4УЗІР54. На рис. 2 - 4 приведены экспериментальные и аналитические данные температур $t_{\text{мин}}$ (на конце ребра) и $t_{\text{макс}}$ (в основании ребра) в центральной, левой и правой областях оребренной поверхности АД. Экспериментальные данные определены при термографическом испытании, аналитические значения получены на основе предложенной ЭТС.

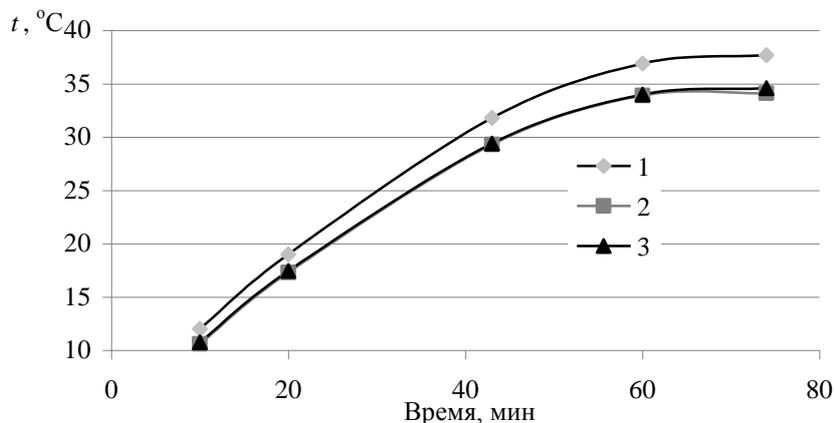


Рис. 2. Изменение температуры оребренной поверхности в центральной области станины: 1 – экспериментальное значение в основании ребра; 2 - экспериментальное значение на конце ребра; 3 – аналитическое значение на конце ребра;

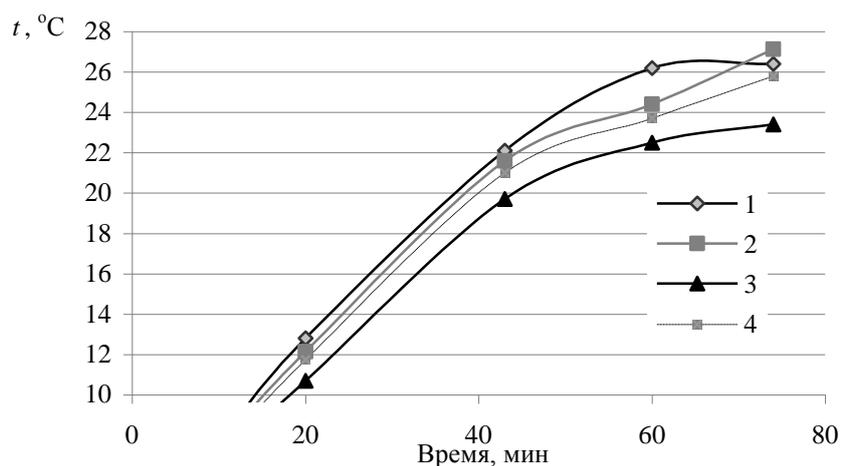


Рис. 3. Изменение температуры ребренной поверхности в левой области станины: 1 – экспериментальное значение в основании ребра; 2 – аналитическое значение в основании ребра; 3 – экспериментальное значение на конце ребра; 4 – аналитическое значение на конце ребра;

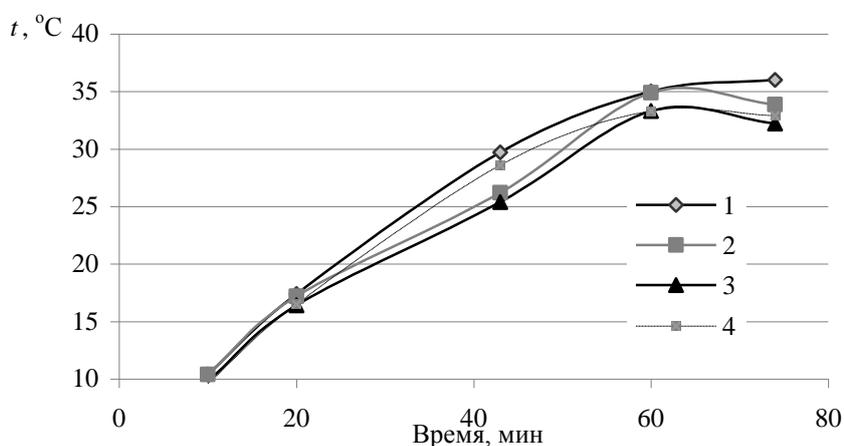


Рис.4. Изменение температуры ребренной поверхности в правой области станины: 1 – экспериментальное значение в основании ребра; 2 – аналитическое значение в основании ребра; 3 – экспериментальное значение на конце ребра; 4 – аналитическое значение на конце ребра;

Анализ показывает, что значения температур различных областей станины АД, полученных при помощи ЭТС совпадают с экспериментальными с погрешностью не более 7 %.

Достоинством предложенной ЭТС ребренной поверхности АД является возможность аналитического расчёта температур краевых точек станины по экспериментальным данным температур «горячей точки» центра поверхности АД.

Литература

Власов А.Б., Мухин Е.А., Царёв Б.Д. Программа расчёта температуры обмотки по данным количественной термографии. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 20116165 регистр. 24.07.2011 Рос. агентство по патентам и товарным знакам, Россия, 2011 г.

Исаченко В. П. Теплопередача: Учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел.– 4-е изд., перераб. доп. –М., Энергоиздат,. 1981 . - 416 с.

Сипайлов Г.А., Санников Д.И., Жадан В.А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах. –М.: Высш. шк. 1989. – 239 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПСИХОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ И ПЕРЕМЕННЫМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

Маслов А. А., Селяков И. Ю., Аминов В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

Аннотация. Статья посвящена контролю и измерению влажности в установках для копчения и вяления рыбы. Рассмотрены особенности психометрического способа измерения влажности.

Abstract. The article deals with the humidity measuring and control in smoking and drying fist machines. Peculiarities of psychometric method of humidity measuring are discussed.

В настоящее время уделяется большое внимание контролю относительной влажности воздушной смеси в промышленных установках в разных технологических процессах, особенно в таких как производство рыбной и мясной продукции. Технологические карты по сушке рыбной продукции составляются при условии поддержания заданного значения влажности; влажность используется в режимах, где используется понятие «жесткости» режима, т.е. интенсивность испарения влаги при сушке в среде заданного состояния. При одинаковой степени насыщенности сушильного агента более жестким будет режим с повышенной температурой, а при одинаковой температуре - режим с меньшей степенью насыщенности.

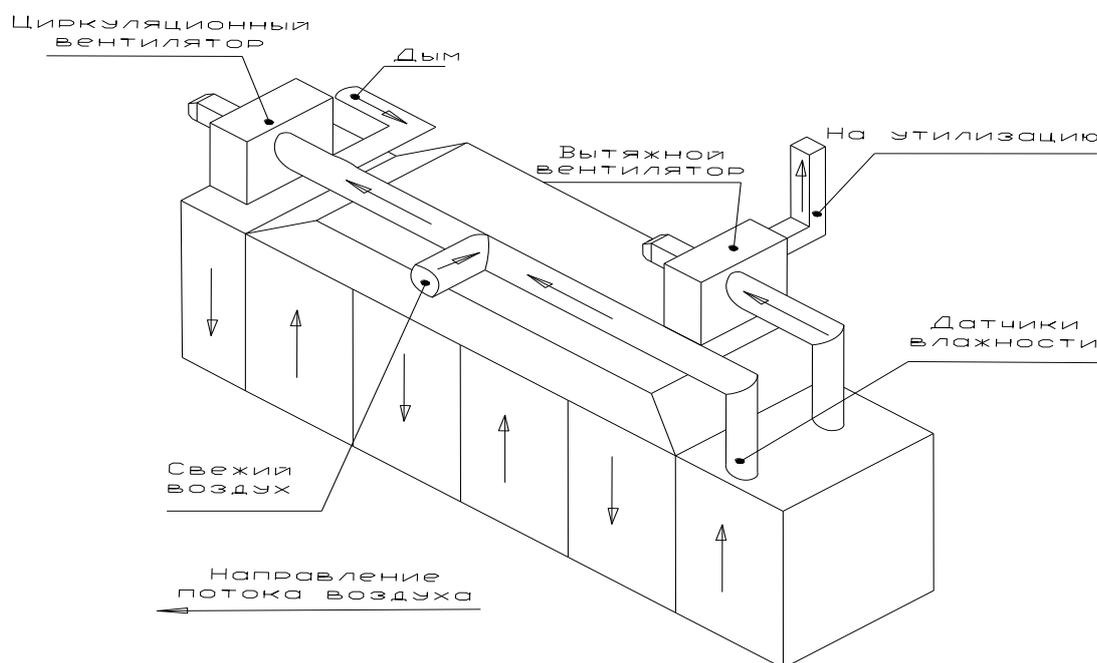


Рис. 1 – Универсальная коптильно-сушильная установка.

В Мурманском государственном техническом университете (МГТУ) была разработана универсальная коптильно-сушильная установка (УКСУ) представленная на рисунке 1. Установка состоит из шести секций. В первой секции, а так же сверху между второй и третьей, четвертой и пятой располагаются ТЭНы, служащие для подогрева воздуха. Для рециркуляции

воздуха на установке стоит циркуляционный вентилятор. В магистраль рециркуляции подводится свежий воздух и дым. Влажный воздух утилизируется при помощи вытяжного вентилятора. Для управления технологическим процессом вяления или копчения рыбы, требуется такой параметр как влажность воздушной смеси. Как видно из схемы УКСУ одним из наилучших мест для установки датчика влажности воздуха является рециркуляционная магистраль. Технологический процесс полугорячего копчения осуществляется при температуре около 75-85⁰С и воздушном потоке 3-5 м/с. Агрессивную среду создают смолы, содержащиеся в дымовоздушной смеси, которые осаживаются внутри установки. Технологический процесс вяления реализуется в неагрессивной среде, при температуре 18-40⁰С и воздушном потоке 2-3 м/с. Поэтому требуется один универсальный датчик, рассчитанный на температуру до 90⁰С и устойчивый к агрессивной среде.

Представленные на рынке датчики относительной влажности воздушной смеси отличаются точностью показаний ($\pm 2,5\%RH$, $\pm 3\%RH$, $\pm 5\%RH$), возможностью работать при высоких температурах (до 100 °С) и, как следствие, все эти показатели влияют на цену готовых датчиков влажности: 5 тыс. ÷ 20 тыс. рублей в среднем. Наличие у датчиков защитных фильтров чувствительного элемента от агрессивной среды на практике не всегда является достаточным средством защиты. Дымовоздушная смесь при копчении или сильно загрязненный воздух забивает поры фильтра, что приводит к неточности измерения влажности и поэтому требует периодической чистки фильтра. Производители устанавливают средний срок службы датчика 3-4 года. Существует еще неприхотливый и надежный, используемый в бытовых психрометрах – психрометрический метод измерения влажности. Этот способ основан на показаниях двух различных термометров: «сухого» и «влажного», который в результате испарения воды с обернутого в него батиста, охлаждается и показывает температуру ниже, чем у «сухого».

Если разница показаний двух термометров значительна, то можно говорить об интенсивном процессе испарения, что характерно для низкой относительной влажности воздуха. Напротив, при высокой влажности – разница показаний двух термометров будет незначительной.

Для удобства определения влажности воздуха по разности показаний двух термометров составлены психрометрические таблицы. Эти таблицы составляются для бытовых психрометров, с учетом того, что скорость аспирации будет составлять 0,5 ÷ 1 м/с. Для широкого диапазона скоростей воздушного потока необходимо воспользоваться основной психрометрической формулой:

$$\varphi = \frac{E' - A \cdot p \cdot (t - t')}{E} \cdot 100, \quad (1)$$

где φ – относительная влажность воздуха (%RH); E' – давление насыщенного водяного пара для «влажного» термометра; E – давление насыщенного водяного пара для «сухого» термометра; A – психрометрический коэффициент; p – атмосферное давление, принимается равным 1000 гПа, t – показания «сухого» термометра; t' – показания «влажного» термометра.

Для определения E' и E необходимо воспользоваться формулами:

$$E' = 6.107 \cdot 10^{\frac{7.68 \cdot t'}{t' + 241.9}} \quad , \quad (2)$$

$$E = 6.107 \cdot 10^{\frac{7.68 \cdot t}{t + 241.9}} \quad . \quad (3)$$

Средствами современной автоматизации можно определять показания влажности, используя два датчика температуры: «сухой» и «влажный»; заводить показания на программируемый

логический контроллер (ПЛК), в программном коде которого заложены формулы (1), (2) и (3) и в результате получать значение относительной влажности воздуха.

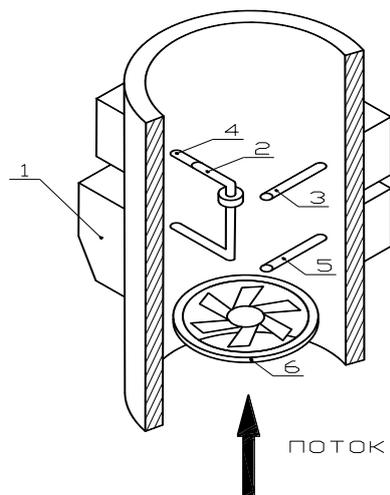


Рис. 2 - Участок воздуховода с психрометрической конструкцией и контрольным датчиком ДВТ-02 (1-емкость для воды; 2- батиста; 3- «сухой» термометр; 4- «влажный» термометр; 5- датчик ДВТ-02; 6- анемометр)

Такой метод был реализован в учебно-экспериментальном цехе МГТУ на базе УКСУ. На рисунке 2 показан участок рециркуляционного воздуховода УКСУ с психрометрической конструкцией измерения влажности.

В ходе проверки правильности показаний использовали заводской датчик относительной влажности и температуры ДВТ-02 (с погрешностью преобразования относительной влажности не более $\pm 2\%$). Перед установкой датчик был проверен. Для проверки показаний датчика использовался набор солей, рекомендованный для юстировки датчика данного типа: $LiCl$, $MgCl_2$, $NaBr$, $NaCl$, KCl , K_2SO_4 . В соли добавлялась дистиллированная вода, и вместе с чувствительным элементом датчика раствор помещался в закрытую емкость на 30-40 минут. Показания датчика в ходе проведения поверки строго соответствовали заявленным значениям в инструкции.

Первые опыты сравнения показаний измерения относительной влажности с помощью ДВТ-02 и психрометрического метода показали следующее:

При отсутствии воздушного потока показания датчиков практически совпали. Это хорошо видно из рисунка 3. Максимальная разница показаний 0,5%.

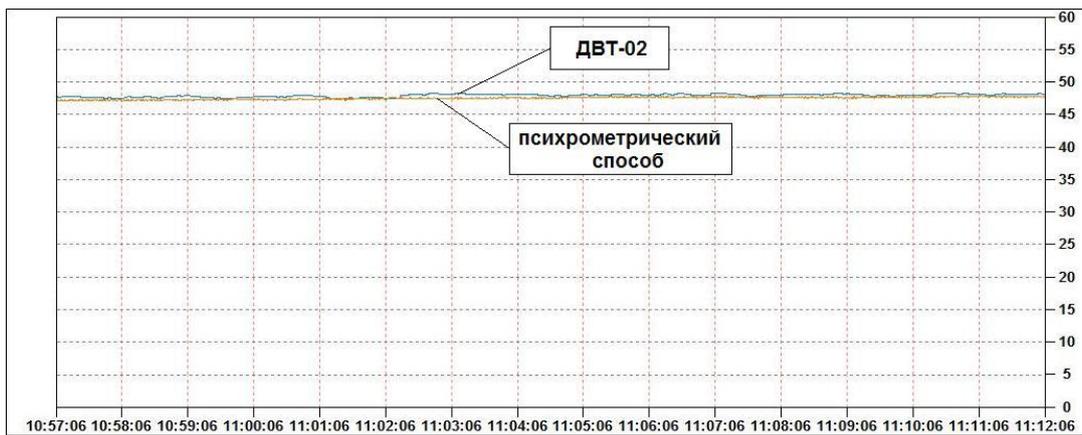


Рис. 3 - Сравнение показаний измерения относительной влажности воздуха с помощью датчика влажности ДВТ-02 и психрометрического метода при отсутствии воздушного потока.

При увеличении скорости воздушного потока, показания датчиков стали значительно расходиться. Это связано с тем, что с поверхности «влажного» термометра происходит более интенсивное испарение, хотя значение относительной влажности осталось прежним. Замеры при разной скорости представлены на рисунках 4 и 5.

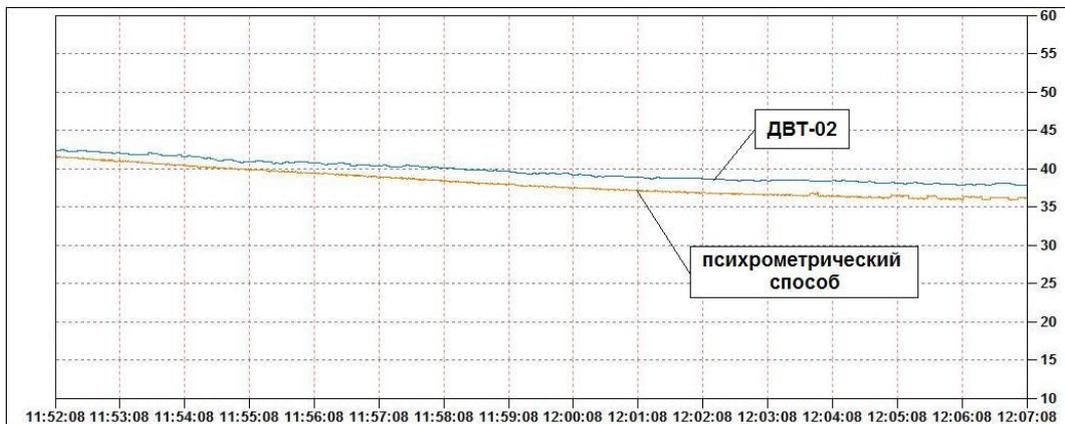


Рис. 4 - Сравнение показаний измерения относительной влажности воздуха с помощью датчика влажности ДВТ-02 и психрометрического метода, с изменением скорости потока с 0 до 1 м/с.

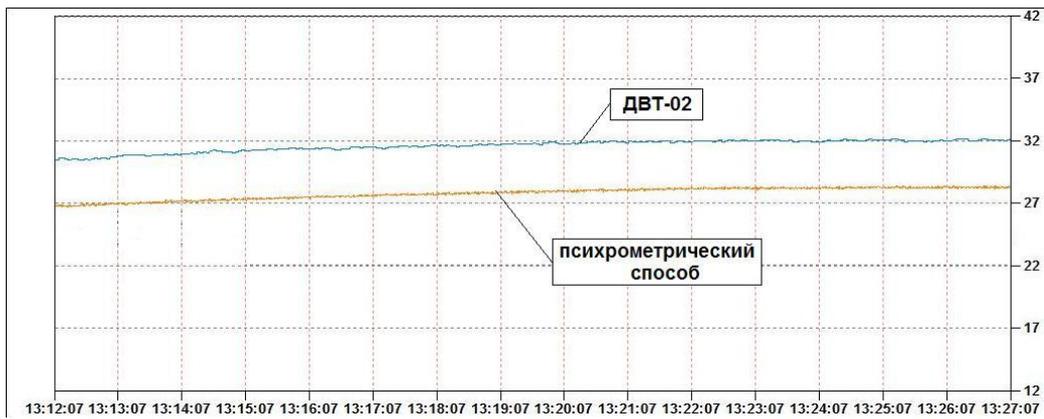


Рис. 5 - Сравнение показаний измерения относительной влажности воздуха с помощью датчика влажности ДВТ-02 и психрометрического метода, с изменением скорости потока с 4 до 5 м/с.

Из рисунков 4 и 5 видно, что абсолютная погрешность измерений составила от 2 до 10%. Данный показатель недопустим даже для грубых систем управления.

По результатам опытов было принято решение о коррекции измерения относительной влажности путем учета скорости воздушного потока в психрометрическом коэффициенте. Психрометрический коэффициент – это величина, характеризующая условия охлаждения за счет испарения воды и зависящая от скорости движения воздуха и конструкции психрометра; используется при расчете относительной влажности воздуха по показаниям психрометра. На рисунке 6 приведена зависимость психрометрического коэффициента от скорости воздушного потока.

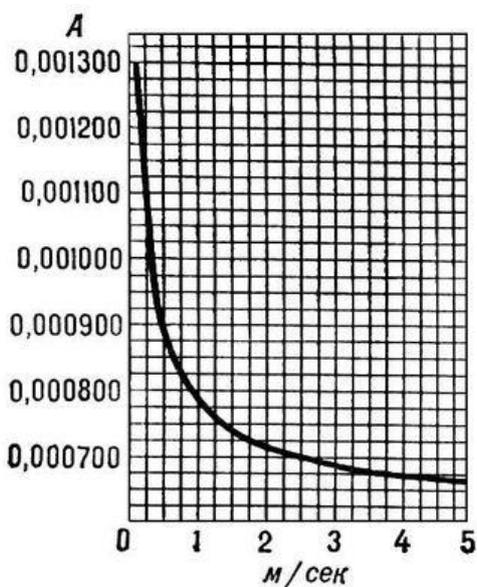


Рис.6 - Зависимость психрометрического коэффициента от скорости воздушного потока.

Данная зависимость была разделена на несколько участков, для каждого из которых была подобрана функция для расчета психрометрического коэффициента. В программу для ПЛК вносилось текущее значение потока воздуха с анемометра, расположенного в зоне «сухого»

и «влажного» датчика температуры. ПЛК рассчитывал психрометрический коэффициент и учитывал его при подсчете влажности.

В результате проведенных опытов, абсолютная погрешность показаний, полученных с датчика ДВТ-02 и полученных психрометрическим методом определения влажности, составила $0,8 \div 1,2$ %. Это отчетливо видно из рисунка 7.



Рис. 7 - Сравнение показаний измерения относительной влажности воздуха с помощью датчика влажности ДВТ-02 и психрометрического метода, без коррекции и с коррекцией по потоку воздуха при скорости потока 3 м/с.

Выводы

Психрометрический метод ничуть ни уступает по результатам измерения влажности готовому датчику ДВТ-02 при условии коррекции воздушного потока в зоне расположения датчика.

Используемые в этом методе термопреобразователи температуры, неприхотливые в обслуживании делают его пригодным для использования в агрессивных средах. Персоналу требуется только доливать воду в емкость для «влажного» термометра. Очистление датчиков от смолы, выделяемой при копчении, осуществляется без демонтажа датчика и вероятности повредить его чувствительный элемент. Поэтому этот способ является одним из самых надежных и самых дешевых.

Единственный минус – это наличие датчика воздушного потока устойчивого к агрессивной среде необходимого для коррекции. Подобрал или создав датчик потока, можно будет говорить о стоимости всей конструкции.

Литература

А.А. Маслов, А.В. Кайченков А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37

А.А. Маслов, А.Ю. Висков Современный подход к разработке проектов АСУТП// «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-ПРЕСС, 2001. – С. 68

Маслов А.А. Автоматизация контроля и управления процессом копчения / А. А. Маслов, А. В. Кайченков, В. А. Аминов // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] / ФГОУВПО «МГТУ». электрон. текст. дан. (30Мб) - Мурманск: МГТУ, 2011. 1 опт. Компакт-диск (CD-R). - систем. требования: PC не ниже класса Pentium II Mb RAM; свободное место на HDD 14 Mb; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше; Международная научно-техническая

конференция «Наука и образование - 2011» электрон.). – С. 1175–1181 – Текст подгот.
ФГОУВПО «МГТУ».

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТРЕНДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Прохоренков А. М.¹, Качала Н. М.², Сабуров И. В.³ (2. Мурманск, МГТУ, ¹кафедра АиВТ, ²кафедра ИСиПМ, ³кафедра энергетики и транспорта)

Abstract. Study results of thermal power processes in centralized heat power supply systems and in control systems of steam boilers in a heating plant are presented. On the base of research influence of basic factors on processes of production, transportation and consumption of thermal power is determined.

Разработка новых и реконструкция существующих информационно-управляющих комплексов предполагает наличие априорных сведений об объекте управления, а также работоспособных моделей объекта управления и процессов. Модели в АСУ ТП используются для решения задач прогнозирования, контроля и управления.

Из-за трудностей построения аналитических моделей и с широким внедрением математического моделирования возрастает роль идентификации. В теории управления идентификацией принято называть определение структуры и параметров математической модели процесса или системы по наблюдаемым сигналам. Отсюда степень адекватности модели объекту обуславливается точностью измерения наблюдаемых сигналов, точностью оценивания параметров состояния и применяемыми методами идентификации.

С целью обеспечения требуемого качества управления технологическими процессами в условиях объективно существующих неопределенности и случайности алгоритмы измерения и обработки результатов измерений должны строиться с учетом специфики наблюдаемых процессов и применением методов и средств вероятностного анализа случайных процессов.

При первичной обработке случайных процессов определяют такие их свойства как стационарность, присутствие периодических составляющих и нормальность процесса.

Принадлежность наблюдаемых данных нормальному закону является необходимой предпосылкой для корректного применения большинства классических методов математической статистики, используемых в задачах обработки измерений. Проверка на подчинение нормальному закону распределения наблюдаемого временного ряда может быть выполнена различными способами [1, 2, 4].

Экспериментальные исследования требуют больших объемов данных и временных затрат на их обработку. В практических случаях применяют приближенные методы, основанные на знании числовых характеристик. Вид закона распределения, которым описывается временной ряд (тренд), длиной n отсчетов, имеющий среднее значение \bar{x} и среднее квадратическое отклонение σ , оценивается по коэффициентам вариации, асимметрии и эксцесса. Для нормального закона распределения коэффициент вариации $V \approx 3\%$, коэффициенты асимметрии и эксцесса равен нулю [2].

На рис. 1 приведены графики изменения давления (а) и температуры (б) воды в системе централизованного теплоснабжения (СЦТ). Интервал дискретизации – 20 сек..

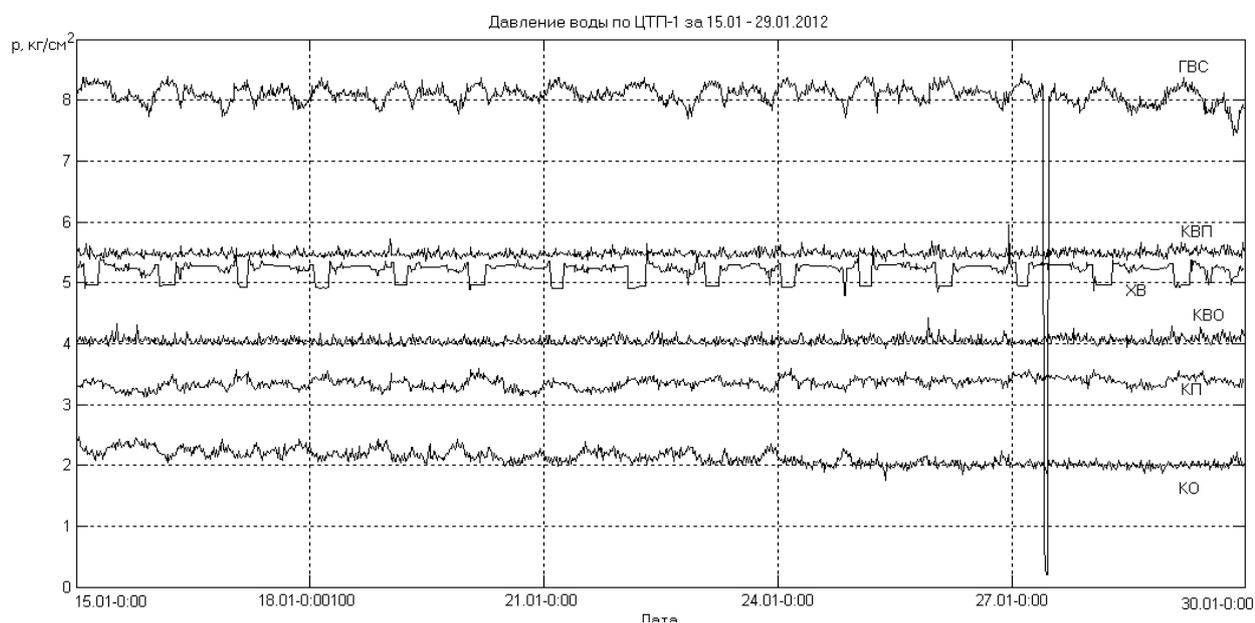
Анализ трендов за сутки (длина ряда 72 отсчета) показал, что коэффициент вариации, как правило, меньше 3 % и изредка находится в пределах 5-10 %, что говорит о небольшом разбросе значений измеряемых параметров относительно среднего значения.

Полученные в результате расчета значения коэффициента асимметрии колеблются около нуля, принимая как отрицательные, так и положительные значения. Близость значений выборочных коэффициентов асимметрии свидетельствует в пользу нормального распределения. Однако ряд других распределений также имеет коэффициент асимметрии равный нулю.

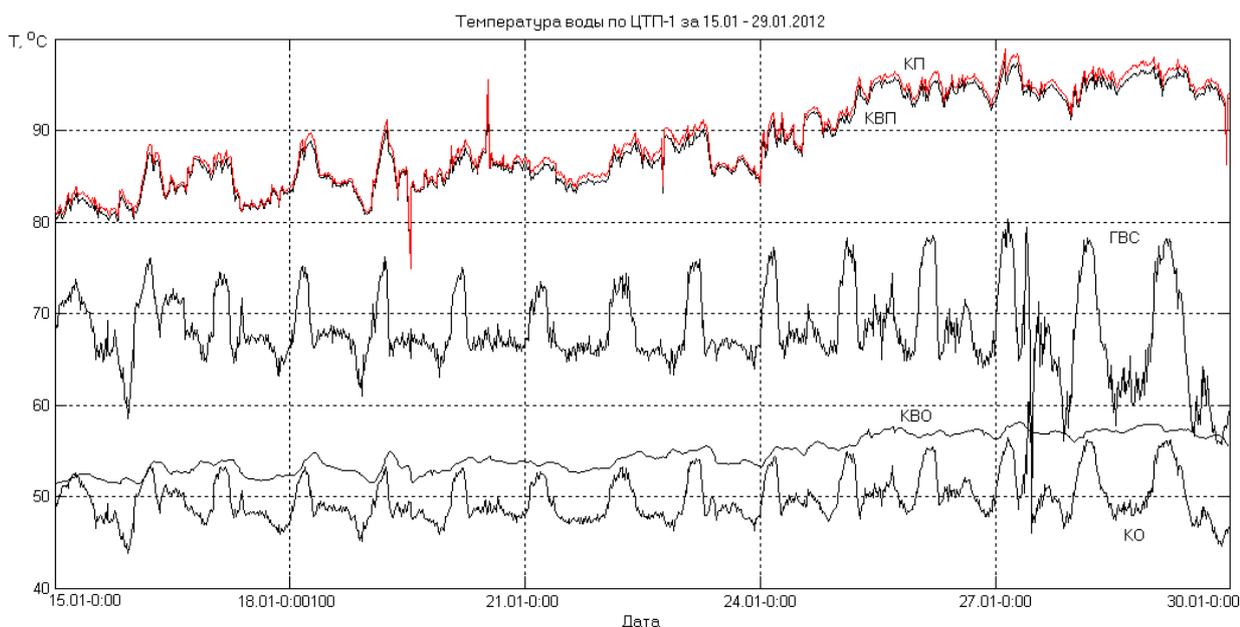
Для анализируемых трендов эксцесс распределения бывает как положительным, так и отрицательным. Отрицательное значение эксцесса в совокупности с малой асимметрией может быть характерно для равномерного распределения.

Знаки коэффициентов асимметрии и эксцесса и их абсолютные значения изменяются от одного дня к другому, что может свидетельствовать о нестационарности процесса по закону распределения.

На результаты анализа более длинных рядов существенное влияние оказывают выбросы. Особенно их влияние заметно на коэффициенты асимметрии и эксцесса, поэтому из анализа аномальные значения должны быть исключены.



а)



б)

Рис. 1. Графики изменения давления (а) и температуры (б) воды в СЦТ

(ГВС – горячая водоснабжение, КП – котельная прямая вода, КО – котельная обратная вода, КвП – квартальная прямая вода, КвО – квартальная обратная вода, ХВ – холодная вода)

Для получения более объективных выводов о нормальности распределения используют различные критерии, отличающиеся используемыми статистиками критерия и мощностью. Область применения критериев ограничена минимальным размером выборки. Сравнительная оценка критериев по мощности выполнена в [3, 5] и др. Наиболее мощными критериями проверки отклонения от нормальности являются критерий Шапиро-Уилка [3, 4] и комбинированные критерии проверки на симметричность и значение эксцесса [4, 5]. Критерий Шапиро-Уилка при малых объемах выборок обладают пониженной мощностью по отношению к законам с плоскими вершинами (не могут отличить их от нормального закона распределения) [5]. В [3, 4] приведены таблицы для статистики Шапиро-Уилка для выборок объемом 8–50 отсчетов. Вследствие отсутствия в доступных источниках значений статистики для больших выборок применение критерия затруднено.

Анализ публикаций последних лет по прикладной статистике [4, 5 и др.] показал, что целесообразно применение критериев D'Agostino проверки на симметричность и эксцесс, а также и комбинированного критерия, одновременно учитывающего оба эти коэффициента. Для указанных критериев процедура проверки проще, чем для многих других критериев, так как при различных объемах выборок можно использовать процентные точки стандартного нормального распределения.

По указанным критериям были исследованы тренды по температуре и давлению СТП-1 на предмет подчинения нормальному закону распределения. Гипотеза о нормальном законе распределения при уровне значимости 0,05 для выборок за сутки (72 отсчета) принимается в большинстве случаев. Для длинных выборок (за две недели) гипотеза о нормальном законе распределения отвергается чаще, что можно объяснить наличием выбросов.

Принадлежность наблюдаемых данных нормальному закону обуславливает возможность применения большинства методов математической статистики.

В докладе также представлены результаты анализа процессов, протекающих в системе управления паровым барабанным котлом.

Гипотеза о стационарности процесса проверяется путем анализа имеющихся реализаций. При анализе одной реализации приходится сделать два существенных допущения: любая реализация правильно отражает нестационарный характер наблюдаемого процесса и длина исследуемой реализации существенно больше периода самой низкочастотной составляющей процесса [1].

На практике для определения класса случайного процесса (стационарный или нестационарный) предпочтение отдается непараметрическим критериям. Эти критерии, в отличие от параметрических критериев, не требуют никаких предположений о законе распределения исследуемых наблюдений, за исключением предположения о том, что оно непрерывно. Для проверки случайности существует достаточное количество критериев [4]: различные варианты критерия серий, критерий инверсий, ранговые критерий и др.

Среди параметрических критериев проверки стационарности наблюдаемого процесса, если есть основания полагать, что случайный разброс наблюдений относительно своих средних подчиняется нормальному закону распределения вероятностей, наиболее широкое применение нашли критерий последовательных разностей (критерий Аббе) и критерий автокорреляции.

Результаты непараметрических тестов на стационарность коротких временных рядов (72 отсчета за сутки) показали, что процессы по давлению, как правило, можно рассматривать как стационарные. В то время как изменение температуры воды – процесс нестационарный по математическому ожиданию. В длинных рядах, за несколько суток, регистрируются монотонные и периодические составляющие, что объясняется спецификой потребления тепловой энергии.

Теплоэнергетические процессы в системах управления паровым котлом, как правило, нестационарные.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что процессы производства, транспортировки и потребления тепловой энергии являются низкочастотными случайными процессами, имеющими сложную корреляционную структуру и зависящую от четырех основных групп факторов:

метеорологических (температура воздуха, скорость и направление ветра, вид и интенсивность осадков, влажность внешнего воздуха и др.);

хронологических (время года, месяц, день недели, праздничные дни);

организационных (плановые/аварийные включения/отключения потребителей);

технологических (взаимовлияние контуров управления, изменение параметров топлива и питательной воды, износ оборудования и т.п.).

Изменения метеоусловий (температуры окружающей среды, вида и интенсивности осадков, а также скорости и направления ветра) приводят к появлению в процессах производства и потребления тепловой энергии полиномиальных трендов.

Влияние хронологических факторов на процессы производства, транспортировки и потребления тепловой энергии приводят к появлению в них полигармонических трендов, природа которых определяется цикличностью технологических процессов промышленных предприятий и цикличностью потребления тепловой энергии населения. Недельные графики потребления тепловой энергии также имеют циклический характер, но могут значительно искажаться за счет влияния метеоусловий, выходных и праздничных дней.

Влияние организационных факторов на процессы производства, транспортировки и потребления тепловой энергии приводит к нарушению однородности этих процессов и резкому изменению их динамических свойств.

Литература

Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных величин. М.: Мир, 1989. 540 с.

Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2003. 688 с.

ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения. М.: Издательство стандартов, 2002. 31 с.

Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816 с.

Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б. Сравнительный анализ критериев проверки отклонения распределения от нормального закона / Метрология. 2005. № 2. С.3–23.

УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКАМИ МОРСКОГО ПОРТА, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА

Прохоренков А. М., Истратов Р. А. (Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

Abstract. Application of virtual methods of organization and management on the basis of new information technologies will allow increase efficiency of work at introduction on industrial and transport enterprises with reduction of prime price.

Порт Мурманск является важнейшим транспортным узлом на Севере России. В настоящее время создание современного Мурманского транспортного узла (МТУ) рассматривается как комплексная задача стратегического значения, которая предусматривает существенное совершенствование и развитие основных видов транспорта: морского, железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта, а также развитие логистической и складской инфраструктуры. Развитие МТУ имеет перспективы превращения его в один из крупнейших в мире транспортных узлов. Проведённые исследования показали, что к 2020 году грузооборот МТУ удвоится, а при благоприятных обстоятельствах может увеличиться в пять раз. Отмеченные выше перспективы развития МТУ возможны только при наличии консолидированной информации о движении грузовых потоков на различных уровнях логистической системы для анализа и оперативного принятия управленческих решений. Развитие транспорта России и стремление к эффективному взаимодействию с мировым транспортным комплексом требует решения целого ряда крупномасштабных, комплексных научных проблем. Должны быть созданы условия для взаимодействия видов транспорта на принципах логистики, межвидовой конкуренции и формирования для этого единого инфотелекоммуникационного пространства. Следовательно, необходимо иметь систему управления транспортными предприятиями, своевременно реагирующую на изменения как внутренней, так и внешней среды при выполнении смешанных перевозок. Тем самым обеспечивать единство, как внутренней логистики каждого участника перевозки, так и внешней - при их партнерском взаимодействии в составе транспортно-логистической системы. Транспортный узел можно определить как комплекс сооружений, технических средств и устройств в пункте стыка и более видов транспорта, обеспечивающих различные стороны единого технологического процесса передачи грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой. Транспортные узлы находятся на стыках транспорта сферы обращения и внутрипроизводственного транспорта, универсального и специального транспорта. С точки зрения координации работы и взаимодействия различных видов транспорта наибольшее значение имеют общие транспортные узлы. Ускорение внедрения в практику работы российских предприятий современных методов логистики и логистического менеджмента является в условиях рыночной экономики важнейшим фактором повышения эффективности производства, обеспечения отраслевой конкурентоспособности предприятий промышленности, транспорта, торговли, сервисного обслуживания, а также их взаимодействия на принципах маркетинга, менеджмента и логистики. Учитывая, что транспортные и производственные процессы должны быть сбалансированными по всем направлениям взаимодействия, целесообразно применение матричных структур управления в транспортно-логистических системах, где сильные горизонтальные связи сотрудничества обеспечивают эффективное управление всем транспортным процессом. Формирование организационных структур управления, объединяющих самостоятельные транспортные предприятия в транспортно-логистическую систему, должно опираться не только на опыт, но и на научные методы организационного проектирования. Несмотря на достижения в развитии организационных методов, остаются не разработанными, особенно для транспорт-

ных систем, основные положения организационного моделирования, а именно те, которые требуют применения аналитических методов для количественных оценок и обоснований состава и структуры транспортных систем. К основным задачам транспортной логистики следует отнести обеспечение технической и технологической сопряженности участников транспортного процесса, согласование их экономических интересов, а также использование единых систем планирования. Техническая сопряженность в транспортном комплексе означает согласованность параметров транспортных средств как внутри отдельных видов, так и в межвидовом разрезе. Эта согласованность позволяет применять модальные перевозки, работать с контейнерами и грузовыми пакетами. Технологическая сопряженность предполагает применение единой технологии транспортировки, прямые перегрузки, бесперегрузочное сообщение. Транспортно-технологические системы включают новые типы специализированных, высокоэффективных транспортных судов; автоматизированные и высокомеханизированные перегрузочные комплексы в портах: пункты отправления и назначения, оснащенные технически совершенными средствами, а также высокопроизводительные технические средства смежных видов транспорта. Объединение всех видов транспорта в рамках единого информационного поля - задача весьма актуальная и сложная, ее реализация требует многоуровневого подхода, начиная от преодоления межведомственных административных барьеров до оптимизации форм перевозочных документов. Данные процессы уже начались. В Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года отмечается, что «...развитие информационного обеспечения российской транспортной системы ... будет осуществляться на основе создания единой информационной среды транспортного комплекса, аналитических информационных систем поддержки процессов управления его развитием». Отсутствие интеллектуально интегрированных систем управления сегодня становится барьером на пути дальнейшего развития транспортной отрасли. В этой связи, создание и внедрение отечественных интеллектуальных транспортных систем позволит повысить эффективность управления перевозками, сократить непроизводительные затраты на транспортировку грузов, ускорить развитие национальной транспортной, территориальной и информационной инфраструктур, обеспечить благоприятный климат для внедрения сервисов на основе глобальных навигационных спутниковых систем. При этом информационная среда интеллектуальных транспортных систем должна обеспечить унифицированное и стандартизированное применение различных технологий идентификации, навигации и позиционирования, телематического мониторинга и видеонаблюдения транспортных средств и грузов. Для того, чтобы можно было вписаться в рамки разработанной концепции развития информационно-логистических центров России, необходимо разрабатывать информационные структуры, которые учитывали бы специфику МТУ [1]. Решение отмеченных выше задач возможно только при создании интеллектуальных систем (ИС) для управления сложными, слабоформализованными системами (СС) в различных условиях взаимодействия. При функционировании ИС открывается возможность накопления информации по реализации сложного взаимодействия СС с внешней средой, в том числе в нештатных и экстремальных ситуациях. Разработка адаптивных моделей формализации знаний предметной области на основе этой информации позволяет совершенствовать алгоритмы функционирования вычислительных комплексов и модели поведения лица принимающего решения (ЛПР) при принятии решений по управлению СС [2, 3]. Функциональные возможности и интерфейс ИС существенно зависят от возможностей формализованного описания проявлений действительности и полноты использования всего многообразия математических методов обработки данных: непрерывных, фрактальных, интервальных, нечетких, многоагентных, нейросетевых, лингвистических и т.д. В связи с этим актуальна задача разработки специального формального аппарата, обеспечивающего единообразное представление моделей, синтезированных посредством различных методов и средств, с целью унификации операций их обработки в вычислительной среде [2, 3].

В настоящее время получены практические результаты исследований, использующих для оптимального решения ситуационных задач виртуальные методы организации и управления [4]. Отметим технологии, за счет которых стало возможным внедрение в технологический процесс промышленных систем методов виртуального предприятия (ВП). К числу основных технологий по управлению, планированию и проектированию на производстве следует отнести: CAE, CAD, CAM, SCM, ERP, MPR-2, SCADA, CNC, CRM, S&SM и другие системы, которые входят в системы управления данными CPC или PLM. В бизнес проектах наибольшую популярность получили ERP, CRM, SCADA – системы и Workflow, CASE, CALS – технологии, которые и являются основными средствами внедрения методов виртуального предприятия [5].

Внедрение CRM систем в реальном времени позволяет без изменения технологии работы увеличить производительность труда до 20 раз, с практически двукратным увеличением доходов [4]. Применение методов ВП, необходимо для оперативного поиска технологии нерегулярных промышленных грузопотоков с построением логистической системы доставки грузов от промышленного предприятия к потребителю и снижения трудоемкости получения технологических решений [2,5].

Полученная при этом технологическая цепочка (TS_{PT}) с централизованным управлением (U_{VE}) является виртуальным транспортным предприятием – VLP_T . Управление в системе осуществляется при помощи виртуального центра (VE_T), как реакция на обратную связь ($\sum V_{обр}^i$) от элементов технологической цепочки и пунктов зарождения (S_i) и поглощения (S_k) грузопотока и логистические ресурсы (R).

Задача построения логистической системы промышленного грузопотока – LS , управляемой виртуальным центром (U_{VE}), основывается на принципах – π , принадлежащих общим принципам транспортных систем ($\pi \in P$). Соответственно транспортные процессы нерегулярной грузопереработки – f выбираются из множества существующих транспортных технологий – $F(\pi)$ так, что $f \in F(\pi)$, а для выбранных транспортных процессов подобраны необходимые транспортные средства \bar{A} из средств A ($\bar{A} \in A$).

Тогда, для достижения поставленной цели исследования, необходимо найти значения параметров логистической системы (R_s), зависящих от накладываемых ограничений – D_s , взаимосвязей элементов транспортной сети – I_s и изменяемых во времени критериальных оценок – $K_t(v(t-\delta), \sigma)$ параметров системы. При условии минимизации целевой функции транспортного процесса ($C_{opt}(t+\tau) \rightarrow \min$) и адаптации критерия K_t к возмущающему воздействию во времени t .

Формализованное представление этой задачи выражено следующим образом:

$$\left| \begin{array}{l} LS \Leftrightarrow [f \in F(\pi) \quad \bar{A} \in A] \\ \text{найти } R_s(K_t, I_s, D_s) \Rightarrow VLP_T \\ \text{при } K_t(v(t-\delta), \sigma) \text{ и } C_{opt}(t+\tau) \rightarrow \min \end{array} \right| \quad \mathfrak{M} \quad (1)$$

где, \mathfrak{M} - знак отображения;

v – вариант состояний параметров VLP_T ;

t – время протекания технологического процесса.

Решение поставленной задачи осуществляется за счет последующей декомпозиции модели виртуальной транспортной системы с детальным описанием цели Π_S , функций f_S , критериев решения K_i и нахождении параметров нерегулярного материалопотока R_S .

Анализ критериев управления транспортным потоком ЛС, позволил представить систему множеств количественных параметров (К), возмущений (Е), качественных параметров (N), управляющих воздействий (U) в виде стохастического соответствия $f_Y : X_Y \rightarrow Y$. Тогда, параметры нерегулярного грузопотока выражаются через следующую совокупность множеств:

$$R_S = \left\{ \prod_{i \in I} \Delta_i^S S_i^N \otimes \prod_{j \in J} \Delta_j^S S_j^K \otimes \prod_{l \in L} \Delta_l^F F_l^N \otimes \prod_{m \in M} \Delta_m^F F_m^K \otimes \prod_{p \in P} \Delta_p^U U_p^N \otimes \prod_{r \in R} \Delta_r^U U_r^K \right\} \quad (2)$$

где $S_i^N, S_j^K, F_l^N, F_m^K, U_p^N, U_r^K$ – прямое произведение всех множеств, соответственно процесса управления транспортной операцией, ее количественных показателей, условий проведения транспортной операции, качественных показателей критериальной оценки процесса транспортировки и возмущающих воздействий на транспортную операцию;

Δ - функция принадлежности параметров множеству показателей состояния транспортной системы.

Тогда, поиск оптимальных параметров логистической системы доставки грузов от промышленного предприятия к грузополучателю сводится к решению уравнения:

$$f^{\text{опт}} : R_S \xrightarrow{T \rightarrow T^{\text{опт}}} Y_{\text{опт}} = \left\{ \prod_{\alpha \in A} \Delta_{\alpha}^{\text{опт}} K_{\alpha}^{\text{опт}} \otimes \prod_{\beta \in B} \Delta_{\beta}^{\text{опт}} N_{\beta}^{\text{опт}} \otimes \prod_{g \in G} \Delta_g^{\text{опт}} C_g^{\text{опт}} \right\} \quad (3)$$

где $N_{\alpha}^{\text{опт}}, K_{\beta}^{\text{опт}}$ - соответственно множество количественных и качественных показателей входящих из технологической операции параметров транспортного процесса;

$C_g^{\text{опт}}$ - искомое множество оптимальных

Рассмотренные в докладе подходы к разработке информационной структуры, позволили сформировать новый подход, способствующий созданию единой управляющей структуры логистической системы для формирования общего информационного пространства и консолидации информации о грузопотоках на различных уровнях системы управления морским портом, входящим в состав транспортного узла.

Литература

Прохоренков, А. М. Информационное обеспечение процессов управления в инфраструктурах транспортного узла / А. М. Прохоренков, Р. А. Истратов // Наука и образование-2011 : материалы междунар. науч.- техн. конф. (4 – 8 апреля 2011 г.). Мурманск: МГТУ, 2011.- С. 1262 - 1266.

Прохоренков, А. М. Разработка информационной структуры порта в составе транспортного узла/ А. М. Прохоренков, Р.А. Истратов// Сб. научн. Трудов SWorld. Материалы МНПК "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011". - Выпуск 4., Том 1. Одесса: Черноморье, 2011. - С. 85 -91.

Прокопчук Ю.А. Метод предельных обобщений для решения слабо формализованных задач // Управляющие системы и машины. - 2009. - №1. – С.31 – 39.

Киркин А.П. Концепция виртуального логистического предприятия в Приазовье / А.П. Киркин //Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2002. – Вип. № 12. – С. 268 – 271.

Киркин А. П. Формализация методов виртуального предприятия направленных на совершенствование технологии нерегулярных грузопотоков / А.П. Киркин, В.И. Киркина //Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2009. – Вип. № 19. – С. 280 – 283.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

Прохоренков А. М. 1, Качала Н. М.2, Сабуров И. В.3, Истратов Р. А.1 (г. Мурманск, МГТУ, 1кафедра АиВТ, 2кафедра ИСиПМ, 3кафедра энергетики и транспорта)

Abstract. Coordination of interaction between control objects of a thermal power plant is studied. Such a plant has sources of thermal power, networks and thermal power consumers. Optimal managing decisions are shown to be possible under intelligent data support of operative staff. In this case data on functioning of controlled objects are used both on-line and also via presentation of forecasted data.

Современная автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления. В процессе совершенствования технических средств, а так же аппаратно-программных средств, расширялся круг задач и функций, решаемые АСУ ТП. В процессе этой эволюции менялись и функции человека (оператора), призванного обеспечить регламентное функционирование технологического процесса. Диспетчер в многоуровневой автоматизированной системе управления технологическими процессами получает информацию с монитора ЭВМ и воздействует на объекты, находящиеся от него на значительном расстоянии, с помощью телекоммуникационных систем, контроллеров, интеллектуальных исполнительных механизмов. Диспетчер становится главным действующим лицом в управлении технологическим процессом. Технологические процессы в теплоэнергетике являются потенциально опасными, так, за тридцать лет число учтенных аварий удваивается примерно каждые десять лет. Известно, что в сложных системах энергетики соотношение между составляющими ошибки для установленных режимов составляют [1]: - 82-84% - из-за неточности исходных данных; - 14-15% - из-за неточности модели; - 2-3% - из-за неточности метода. Ввиду такой большой доли погрешности исходных данных, возникает и погрешность в расчете целевой функции, что приводит к значительной зоне неопределенности при выборе оптимального режима работы системы. Отсюда возникает необходимость разработки методов, учитывающих неопределенность исходных данных при решении задач многоуровневого управления технологическими процессами. Вопросы принятия решений в условиях больших ошибок во входных данных, вызванных ошибками в оценке информации, а также сбоями в работе и отказами устройств измерения и передачи данных обсуждаются в целом ряде работ [1, 2, 3]. Эти проблемы можно устранить, если рассматривать автоматизацию не просто как способ замещения ручного труда непосредственно при управлении производством, а как средство анализа, прогноза и управления. Переход от диспетчеризации к системе поддержки принятия решения означает переход к новому качеству - интеллектуальной информационной системе предприятия. Таким образом, требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода при разработке таких систем: ориентация на оператора/диспетчера и его задачи.

В настоящее время при построении АСУ ТП актуальной задачей является перенос функций диспетчера по анализу данных, прогнозированию ситуаций и принятию соответствующих решений на компоненты интеллектуальных систем поддержки принятия и исполнения решений (СППИР) [1,3]. Концепция систем поддержки принятия и исполнения решений включает целый ряд средств, объединенных общей целью - способствовать принятию и реализации рациональных и эффективных управленческих решений. СППИР - это диалоговая автомати-

зированной система, выступающая в качестве интеллектуального посредника, поддерживающего естественно-языковой интерфейс пользователя со SCADA-системой, использующая правила принятия решений и соответствующие модели с базами знаний. СППИР низует удобный диалог SCADA-системы с пользователем – диспетчером, представляя в виде, удобном для оператора необходимую информацию. Наряду с этим, СППИР осуществляет функцию автоматического сопровождения диспетчера на этапах анализа информации, распознавания и прогнозирования ситуаций. Такая информационная поддержка диспетчера по анализу параметров технологического процесса помогает выбрать наилучшие решения, в зависимости от возникшей ситуации, по реализации управляющих воздействий, корректируя тем самым ход технологического процесса путём оптимизации его параметров в соответствии с заданным критерием качества управления. Данное обстоятельство привело к необходимости создания программных средств, основанных как на традиционных методах алгоритмической обработки данных, так и на методах создания и использования баз знаний. Такими АС являются экспертные системы и системы поддержки принятия решений. ЭС и СППР в той или иной мере основаны на использовании знаний экспертов. ЭС являются практической реализацией методов и идей искусственного интеллекта. Искусственный интеллект представляет собой набор техник программирования, заставляющий ПК действовать подобно человеку, например, общаться на естественном языке при постановке медицинского диагноза. Вместо последовательного программирования с заранее создаваемыми программами искусственный интеллект предполагает динамическое формирование программы из накопленных в памяти ПК фактов, навыков и правил, которые машина применяет в конкретной ситуации. ЭС предназначены для моделирования или имитации поведения опытных специалистов при решении задач по какому-либо узкому вопросу в определенной предметной области. ЭС призваны оказывать помощь специалистам, когда их собственных знаний, опыта и интуиции недостаточно для самостоятельного решения возникающих проблем. ЭС представляют машинные программы, решающие задачи примерно так же, как решает их эксперт в реальной обстановке. Как правило, ЭС представляет возможность использования не только эвристических знаний, но и традиционной алгоритмической обработки данных с помощью готовых пакетов прикладных программ. Такие АС выступают в роли помощника, который позволяет расширить способности человека, но не заменяет его мнение или систему предпочтений.

СППР является человеко-машинной АС, используемой для поддержки действий в ситуациях выбора, когда невозможно или нежелательно иметь автоматическую систему представления и реализации всего процесса оценки и выбора альтернатив. В составе СППР, как правило, имеются база данных, средства общения с пользователем и широкий набор методов и моделей математического программирования, статистического анализа, теории игр, теории принятия решений, а также эвристических методов, обеспечивающих адаптивность системы и обучение. Большинство СППР работает с числовыми данными, аналитическими моделями и решает проблемы, которые предварительно описываются на языке таких моделей. СППР призваны помочь человеку в решении стоящей перед ним проблемы, а ЭС – заменить человека при решении проблемы.

Гибкая открытая структура СППИР позволяет расширять функциональные возможности системы и круг задач, решаемых в процессе ее эксплуатации, а также постоянно повышает точность анализа, прогнозирования, планирования, организации, координации и контроля принимаемых решений за счет использования накапливаемого в базе знаний опыта. Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем на уровне алгоритмов управления, а также алгоритмов сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации. В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными

динамическими системами [2,4]. Среди основных функций SCADA–систем следующие: сбор информации о ТП; обеспечение интерфейса оператора; сохранение истории процесса; непосредственно автоматическое управление в необходимом объеме. Таким образом, SCADA–системы – хороший инструмент для разработки ПО АСУ ТП, за исключением возможности полноценного тестирования как высокоэффективных алгоритмов управления, работающих при изменяющихся параметрах ТП, так и всей системы в целом, в случаях неумелых действий оператора, приводящих к аварийным ситуациям ТП.

Непрерывно возрастающая сложность реализации алгоритмов контроля функционирования объектов систем управления в различных режимах и ситуациях привела к необходимости выработки новых подходов при реализации стратегий принятия управленческих решений операторами АСУ ТП [2,3]. Эти стратегии предусматривают необходимость разделения всего процесса принятия решений при реализации управления на такое число уровней, чтобы решение задачи оптимизации на каждом из них было не сложным. Но с возникновением многоуровневых иерархических систем управления появилась и новая задача согласования и координации решений, принимаемых на всех уровнях.

В докладе предлагается новый подход, предусматривающий координацию принятия оптимальных, в смысле заданных показателей качества управления, управленческих решений в двухуровневой системе, смысл которой сводится к следующему. Элементы подсистем управления передают в центр набор основных информативных показателей работы, характеризующий вектор состояния объекта управления. Эта информация представляет собой векторный показатель элемента, допустимый с точки зрения его локальных ограничений. На основании получаемых вариантов центр формирует план реализации стратегии управления, оптимальный с точки зрения функционирования всей системы. Далее этот план передается элементам системы управления и детализируется ими.

Для установления взаимосвязи традиционных задач с новыми задачами управления в докладе предлагается структура системы управления теплоэнергетическим предприятием в виде иерархической. Эта структура предусматривает реализацию функциональных задач управления на основных уровнях: локального регулирования, локальной оптимизации, координации локальных систем оптимизации, оперативного управления и принятия решений оператором/диспетчером.

При решении задач локального управления в работе предложены алгоритмы нечеткого управления, осуществляющих настройку коэффициентов передачи регуляторов непрерывного управления в соответствии с уставками, задаваемыми локальными оптимизаторами. Эти уставки реализуются в соответствии с заданными показателями качества управления. На этом же уровне выполняются алгоритмы ситуационного управления, реализующие управляющие воздействия в классе: «ситуация – стратегия - действие».

На уровне координации осуществляется согласованное управление локальных оптимизаторов с целью достижения общей задачи функционирования всей системы в целом. При этом, для оптимизации используются критерии оптимальности, которые разработаны и представлены в работе для каждого объекта управления и учитывают требования элементов всей иерархической системы. На уровне оперативного управления и принятия решений, с помощью алгоритмов ситуационного управления, реализованных на основе методов нечеткой логики, общие цели и задачи управления в конкретных ситуациях преобразуются в конкретные задания для локальной оптимизации. Кроме решения отмеченных выше задач, на этом уровне решаются алгоритмы ситуационного управления при распределении энергетических ресурсов теплоэнергетического предприятия между потребителями энергии. Принятие оператором-диспетчером управленческих решений в различных, в то числе и нештатных ситуациях, стало возможным только на основе реализации алгоритмов интеллектуальной поддержки. С

этой целью на этапе ситуационного моделирования используются нейро-сетевые методы. Нейронные сети, как и нечёткая логика, используются в ПИД-регуляторах двумя путями: для построения самого регулятора и для построения блока настройки его коэффициентов. Особенностью нейронной сети является способность к «обучению», что позволяет передать нейронной сети опыт эксперта. Регулятор с нейронной сетью похож на регулятор с табличным управлением, однако отличается специальными методами настройки («обучения»), разработанными для нейронных сетей, и методами интерполяции данных.

В отличие от нечёткого регулятора, где эксперт должен сформулировать правила настройки в лингвистических переменных, при использовании нейронной сети от эксперта не требуется формулировки правил – достаточно, чтобы он несколько раз сам настроил регулятор в процессе «обучения» нейронной сети.

Искусственный нейрон представляет собой функциональный блок с одним выходом y и n входами x_1, x_2, \dots, x_n , который реализует в общем случае нелинейное преобразование

$$y = F\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b\right), \quad (1)$$

где w_i – весовые коэффициенты (параметры) при входных переменных x_i ;

b – постоянное смещение; $F(\bullet)$ – функция активации нейрона. Функция активации может иметь, например, такой вид: $F(z) = 1/(1 + \exp(-az))$ — сигмоидальная функция с некоторым параметром a .

Нейронная сеть NN в данной структуре играет роль функционального преобразователя, который для каждого набора сигналов r, e, u, y вырабатывает коэффициенты ПИД-регулятора K, T_i, T_d .

Самой сложной частью в проектировании регуляторов с нейронной сетью является процедура «обучения» сети. «Обучение» заключается в идентификации неизвестных параметров нейронов w_i, b и a . Для «обучения» нейронной сети обычно используют методы градиентного поиска минимума критериальной функции $\varepsilon = (u^* - u)^2$, зависящей от параметров нейронов. Процесс поиска является итерационным, на каждой итерации находят все коэффициенты сети, сначала для выходного слоя нейронов, затем предыдущего и так до первого слоя (метод обратного распространения ошибки). Процесс «обучения» нейронной сети представлен в докладе. Эксперту предоставляют возможность подстраивать параметры регулятора K, T_i, T_d в замкнутой системе автоматического регулирования при различных входных воздействиях $r(t)$. Предполагается, что эксперт умеет это делать с достаточным для практики качеством. Временные диаграммы (осциллограммы) переменных r^*, e^*, u^*, y^* , полученные в подстраиваемой экспертом системе, записываются в архив и затем подаются на нейронную сеть, подключенную к ПИД-регулятору. Нейронная сеть настраивается таким образом, чтобы минимизировать погрешность $\varepsilon = (u^* - u)^2$, между сигналом u^* , полученным с участием эксперта, и сигналом u , полученным в процессе.

В докладе представлены результаты, полученные при моделировании объектов управления теплоэнергетического предприятия, а также автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления центральными тепловыми пунктами и насосными станциями города Мурманска.

Литература

Месарович М., Мако Д., Такахара Я. Теория иерархических многоуровневых систем. М: Мир, 1973, 456с.

Prokhorenkov A.M. Methods for identification of random process characteristics in information processing systems // IEEE Transactions on instrumentation and measurement, pp 492-496, vol.51, no. 3, 2002.

Методы робастного нейро-нечеткого и адаптивного управления. Под ред. Н.Д. Егупова. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002, - 658с.

МАЛОГАБАРИТНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Маслов А. А., Ершов М.А., Селяков И. Ю., Кайченев А.В., Аминов В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, кафедра ТПП)

Аннотация. В статье предлагается установка для поиска рациональных режимов обезвоживания. Рассмотрены принципиальная схема конструкции установки и система автоматического управления.

Abstract. Abstract. The article deals with the machine used to finding optimum conditions of dehydration process. Schematic diagram of the construction design and control system are discussed.

Холодная сушка рыбы - это процесс, при котором происходит обезвоживание высушиваемого материала при температурах до 40 °С - ниже температуры тепловой денатурации белков. Графически изменения влажности рыбы в течение процесса обезвоживания представляются кривыми кинетики. Под кинетикой процесса сушки понимают изменение среднего влагосодержания \bar{u} в зависимости от продолжительности процесса τ . Кривые кинетики обезвоживания сырья при производстве различных пищевых продуктов по форме схожи с кривыми других материалов, тем не менее, имеются и некоторые отличия. Например, при обезвоживании рыбы на кривых кинетики сушки можно выделить критические точки K_1 и K_2 , соответствующие первой ω_{k1} и второй ω_{k2} критическим влажностям. Критические точки возникают при завершении удаления влаги с меньшей энергией связи и началом удаления более сильно связанной влаги. Поэтому с течением времени уменьшается интенсивность потерь влаги при постоянных режимных параметрах процесса сушки.

В первый период (от начала процесса сушки до точки K_1) имеет постоянную и максимальную скоростью обезвоживания. Второй период обезвоживания наступает после возникновения точки K_2 . Второй период обезвоживания характеризуется падающей скоростью обезвоживания. В это время возникает опасность образования твердой корки и уменьшения скорости испарения, поскольку внешние слои высыхают и затрудняют выход влаги с внутренних слоев. В этот период необходимо придерживаться мягких режимов сушки. При одинаковой степени насыщенности сушильного агента более мягким будет режим с наименьшей температурой, а при одинаковой температуре - режим с большей степенью насыщенности. Оптимальным можно считать режим сушки, при котором скорость удаления влаги с поверхности изделий равняется скорости подведения ее из внутренних слоев. Режим сушки характеризуется совокупностью параметров сушильного агента (воздуха): температурой, относительной влажностью, скоростью воздуха, а также продолжительностью сушки и ее периодов [1,2].

Важным технологическим приемом является релаксация сырья во время сушки. Он состоит в том, что подведение тепла и удаление воздушно-водной смеси приостанавливается на определенный период. Вследствие этого градиент влажности изделий снижается. Продолжительность и частота применения режимов релаксации в процессе обезвоживания влияют на продолжительность всего процесса сушки. В настоящее время комбинации режимов сушки и релаксации для каждого вида рыбы подбираются опытным путем. В рамках совместной научно-исследовательской работы кафедры Технологии пищевых производств (ТПП) и Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) спроектирована установка для поиска оптимальных технологических

режимов, представленная на рисунке 1. Критерий оптимальности режима определяется как совокупность следующих параметров:

- качество продукции;
- энергозатраты на процесс;
- ресурс исполнительных механизмов;
- продолжительность процесса.

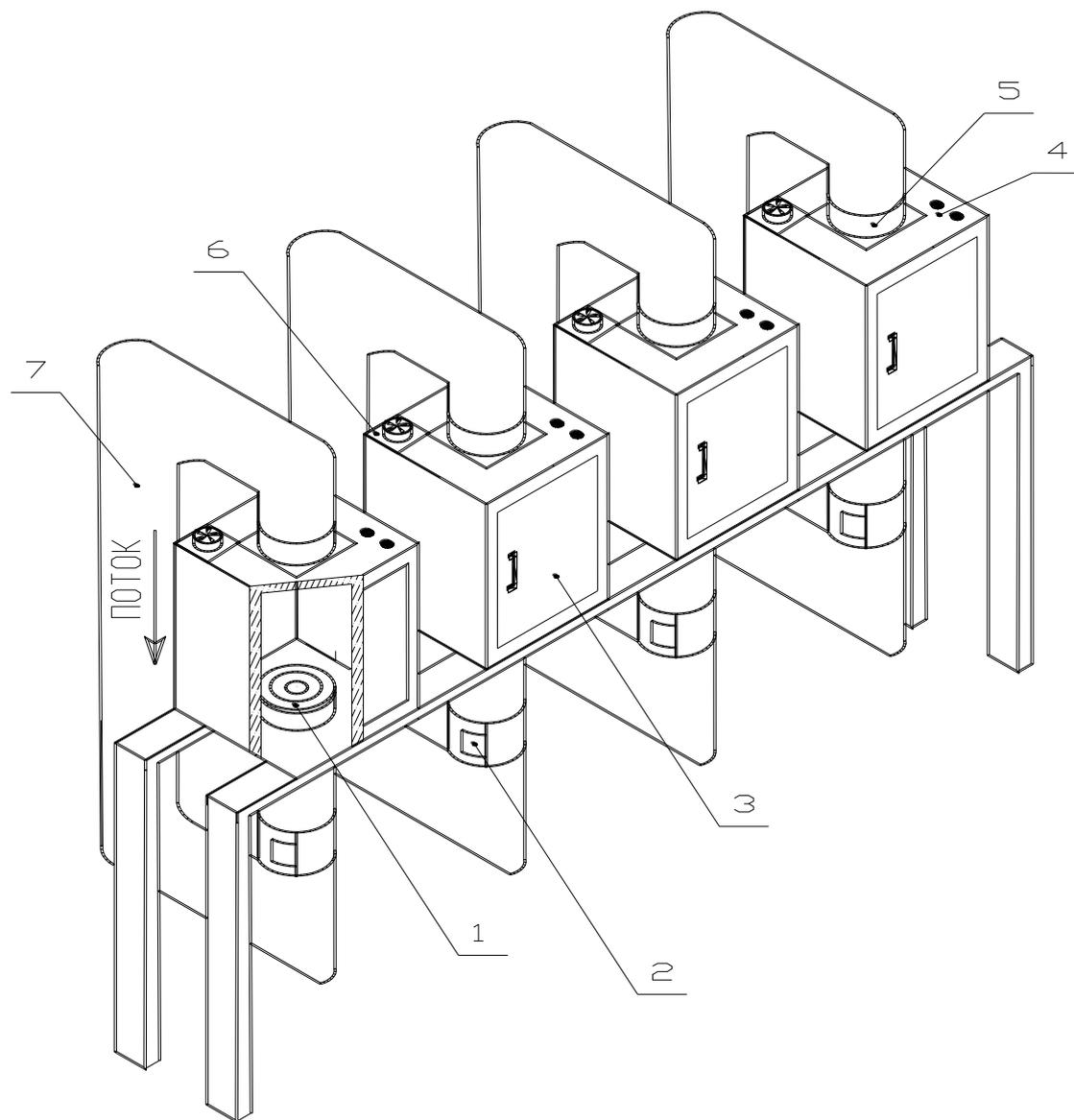


Рис. – 1 Установка для поиска оптимальных режимов релаксации

(1 - нагревательный элемент; 2 – заслонка для подачи свежего воздуха;

3 – камера для вяления рыбы; 4 – датчики температуры: «сухой» и «влажный» термометр; 5 – рециркуляционный вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7 – рециркуляционный воздуховод)

Установка состоит из четырех независимых камер 3. В каждой камере расположен нагревательный элемент 1 и датчики температуры 4 для измерения температуры и влажности. Над камерой установлены вытяжной 6 и рециркуляционный 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.

Для поиска наилучших технологических режимов можно будет реализовать:

различный поток в камерах;

различную температуру в камерах;

поддержание различной влажности;

поддержание различных по продолжительности режимов релаксации.

При осуществлении режима релаксации частота вращения вентиляторов уменьшается для обеспечения минимального воздушного потока в секции, нагревательный элемент прекращает свою работу.

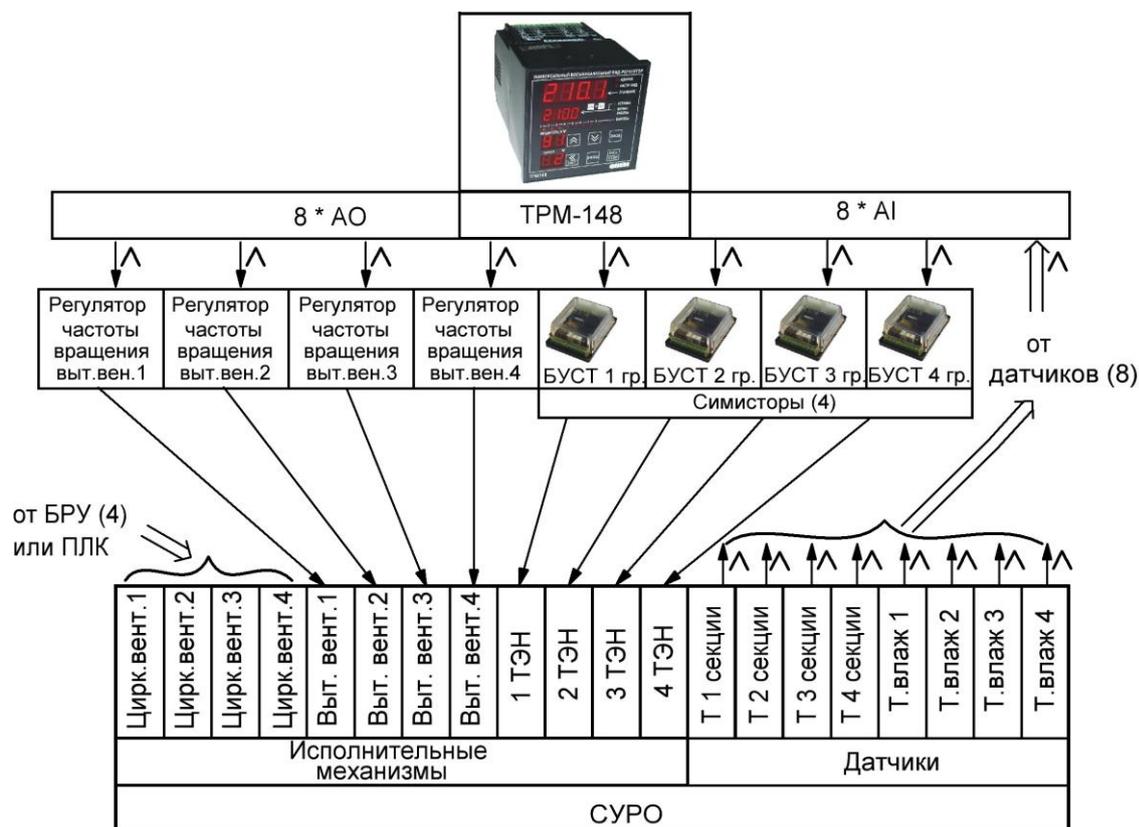


Рис. 2 – Структурная схема системы управления сушильной установкой

Управление температурой и влажностью внутри секций осуществляется при помощи универсального восьмиканального микропроцессорного регулятора ОВЕН ТРМ-148 [3]. Структурная схема системы управления 4-х секционной сушильной установкой представлена на рисунке 2.

Сигналы с датчиков температуры (Т1секции - Т4секции, Твлаж.1 – Т увлаж.4) 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 (БУСТ) и симисторов. Каналы с 5 по 8-й микропроцессорного регулятора ТРМ 148 осуществляют регулирование и индикацию влажности внутри каждой камеры. На выходы этих каналов подключены регуляторы частоты вращения вытяжных вентиляторов, которые используются для изменения влажности внутри секций. Измерение влажности осуществляется по психрометрическому методу с помощью сухого (Т1секции - Т4секции) и влажного (Твлаж.1 – Т увлаж.4) термосопротивлений и вычисляется специальной функцией микропроцессорного регулятора ТРМ148.

Управление температурой и влажностью производится в соответствии с заранее заданным оператором установки графиком технологического процесса. Регулирование частоты вращения циркуляционного вентилятора осуществляется либо с блока ручного управления (БРУ) с помощью фазового регулятора мощности, либо с ПЛК.

Выводы

Сушильная 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 сушки рыбной продукции;
- малогабаритная сушильная установка потребляет значительно меньшее количество электроэнергии по сравнению с промышленными установками;
- оптимальная система управления процессом сушки позволяет повысить энергоэффективность сушильной установки.

Литература

Похольченко, В.А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко. – Мурманск : Изд-во МГТУ – 100 с. : ил.

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.

Кайченев А.В. Внедрение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 5–9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1349–1352. – Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0321000362.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Маслов А. А. 1, Совлуков А. С.1,2, Яценко В.В.1, Власова А. Р.1 (1Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, 2Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН)

Abstract: Radiofrequency and microwave measurement techniques for determination of composition of multiple-component liquids are considered. They imply measurement at several fixed frequencies microwave or radiofrequency ranges of frequencies and application of artificial neural networks.

Методика с проведением измерений на нескольких фиксированных частотах СВЧ диапазона электромагнитных волн.

Для определения компонентного состава многокомпонентных жидкостей, в том числе копильных жидкостей может быть применена следующая методика.

Эта методика предусматривает выполнение следующих операций:

1. *На этапе калибровки* – измерение значений составляющих (действительной ϵ' и мнимой ϵ'' частей) комплексной диэлектрической проницаемости ϵ жидкости с применением радиоволнового датчика на нескольких фиксированных частотах f_1, f_2, \dots, f_n ВЧ/СВЧ диапазона. При этом производятся тестовые измерения с применением совокупности образцов жидкости с задаваемыми известными свойствами, которые определяют иными физическими методами.

2. Преобразование совокупности полученных данных, наряду с другими влияющими величинами, в частности температурой, с помощью метода главных компонент в новый массив некоррелируемых данных с целью формирования калибровочных уравнений для определения компонентного состава жидкости.

3. Получение главных компонент и формирование на их основе уравнений линейной регрессии, которые характеризуют зависимость главных компонент от характеристик состава жидкости. Эти уравнения могут быть использованы для калибровки измерительного процесса.

4. Метод главных компонент позволяет сформировать модельную функцию, характеризующую зависимость между измеряемыми диэлектрическими параметрами и, например, содержанием воды в жидкости. Однако, сложность состава многокомпонентной жидкости не позволяет применять линейную аппроксимацию для расчета основных компонент и регрессий, нарушая линейность. Поэтому неизвестные и нелинейные функции могут быть аппроксимированы с применением искусственных нейронных сетей.

Перед применением нейронной сети следует рассмотреть возможные варианты ее архитектуры. Однако и после выбора определенного варианта архитектуры имеется достаточное количество степеней свободы при задании параметров сети.

5. *На этапе измерений* – использование искусственной нейронной сети.

Радиоволновые измерения. Для измерения совокупности значений (ϵ' , ϵ'') комплексной диэлектрической проницаемости ϵ на нескольких частотах могут быть применены различные сверхвысокочастотные (СВЧ) радиоволновые датчики с определением значений их информативных параметров [1].

В ряде исследований, применявший данный подход к изучению состава сложных материалов и веществ, в качестве датчика применялся отрезок коаксиальной линии, открытого на одном из торцов [2-4]. Информативным параметром служил коэффициент отражения электромагнитных волн, излучаемых из этого торца и принимаемых им же отраженных от контролируемого объекта волн в том или ином частотном диапазоне [5].

Так, при исследовании проб морских крабов (*pandalus borealis*) исследовались пробы с различными концентрациями (0; 0,65 %; 2 % и 4 %) для различных времен (0; 2,5; 24 и 48 часов). Пробы измельчались и перемешивались с целью приведения их в гомогенное состояние. Диэлектрические измерения производились при температуре 3; 8; 20 и 30 °С. Каждое измерение повторялось 5 раз, после чего вычислялось среднее значение с целью минимизации влияния плохого качества контакта между пробой и зондом (открытым торцом коаксиальной линии). Всего было проанализировано 152 значений (ϵ' , ϵ'') комплексной диэлектрической проницаемости ϵ в 21 точке в логарифмическом масштабе частотного диапазона 350 МГц ÷ 5,3 ГГц. Данные (ϵ' , ϵ'') полученные при нахождении значений коэффициента отражения Γ с применением автоматического анализатора цепей типа HP 8510 (прибор предусматривает возможность автоматического определения (ϵ' , ϵ'') по значениям Γ на разных частотах). При исследовании проб морских крабов с применением данного метода погрешность определения содержания влаги составила 2,65 %, протеинов – 0,48 %, соли – 0,058 %. Этот метод был подробно исследован и рекомендован в качестве стандартного метода для тестирования биологических материалов и пищевых продуктов [5].

Архитектура искусственных нейронных сетей. Входными переменными для искусственных нейросетей служат значения ϵ' и ϵ'' комплексной диэлектрической проницаемости ϵ , а также температура зонда. Выходными переменными являются измеряемые параметры (компонентный состав, выраженный, например, в процентах) многокомпонентной жидкости. Применение нейросети позволяет аппроксимировать функции, по возможности линейно, которые описывают функциональную связь между входными и выходными параметрами. Можно использовать многослойные сети, хотя применимы и другие варианты сетей. Тренировка сети производится после выбора ее структуры. Процесс тренировки предусматривает определение весовых коэффициентов для входных параметров нейронов и интерфейсных параметров между слоями. Цель тренировки – минимизация погрешности функциональной аппроксимации.

Данный подход, реализуемый с применением достаточно дорогого лабораторного прибора – анализатора цепей, не позволяет осуществлять серийный выпуск недорогих измерительных устройств.

Методика с проведением измерений на нескольких фиксированных частотах ВЧ диапазона электромагнитных волн.

Рассмотрим методику проведения измерений состава многокомпонентных жидкостей, включая копильные жидкости, которая применима с применением электромагнитных волн высокочастотного (ВЧ) диапазона частот.

Эта методика предусматривает выполнение следующих операций:

1. *На этапе калибровки* – измерение амплитудно-частотной характеристики в виде дискретных значений амплитуды A_1, A_2, \dots, A_n продектированного сигнала, получаемого от радиочастотного датчика, на нескольких фиксированных частотах f_1, f_2, \dots, f_n ВЧ диапазона. При этом производятся тестовые измерения с применением совокупности образцов жидкости с задаваемыми известными свойствами, которые определяют иными физическими, химическими или физико-химическими методами.

Число образцов (проб) контролируемой многокомпонентной жидкости должно быть достаточно большим, соответствуя возможным значениям как величин основных компонент, так и диапазонам их изменения. Для копильной жидкости переменными величинами являются кислоты x_1 , карбонильные соединения x_2 и фенолы x_3 . Также необходимо учитывать в качестве переменной величины возможные значения температуры T жидкости. При этом измеряемые значения амплитуды $A(x_1, x_2, x_3, T, f)$ изменяются при изменении хотя бы одной из влияющих величин x_1, x_2, x_3, T, f .

2. Выполнение операции функционального преобразования совокупности значений $A(x_1, x_2, x_3, T, f)$ в иную форму представления полученных калибровочных данных.

В частности это – получение главных компонент и формирование на их основе уравнений линейной регрессии, которые характеризуют зависимость главных компонент от характеристик состава многокомпонентной жидкости.

3. Метод главных компонент позволяет сформировать модельную функцию, характеризующую зависимость между измеряемыми диэлектрическими параметрами и, например, компонентами многокомпонентной жидкости, в частности, содержанием воды в жидкости. Однако, сложность состава многокомпонентной жидкости не позволяет применять линейную аппроксимацию для расчета основных компонент и регрессий, нарушая линейность. Поэтому неизвестные и нелинейные функции могут быть аппроксимированы с применением искусственных нейронных сетей.

Применение нейронных сетей и высокочастотных емкостных датчиков с сигналами мегагерцового диапазона частот для анализа многокомпонентной жидкости нашло применение при реализации нейросетевого импедансного метода для определения параметров жидких нефтепродуктов [6-8].

Такой подход, применяемый как непосредственно, так и с использованием метода главных компонент может быть опробован для анализа многокомпонентных жидкостей в пищевой промышленности, в частности, определения состава копильных жидкостей.

При этом возможно повысить эффективность анализа многокомпонентных жидкостей за счет применения более высоких частот ($\sim 1 \div 100$ МГц) и использования волновых процессов в отрезках длинной линии. Целесообразность перехода к измерениям на более высоких частотах, чем в [6-8], в связи с большей информативностью получаемых сигналов отмечена и в [8]. С учетом функциональных возможностей радиочастотного метода, показанных в экспериментах с разработанными радиочастотными датчиками [9-11], работающими на более высоких частотах можно ожидать успешное решение данной задачи. В качестве датчика можно, в частности, применять малогабаритный отрезок однородной коаксиальной линии, заполняемый контролируемой жидкостью, или коаксиальный датчик с U-образным внутренним проводником. При проведении измерений с такими датчиками следует определять при калибровке совокупность дискретных значения функции $A(x_1, x_2, x_3, T, f)$ (а не резонансную частоту) при девиации частоты в некотором частотном диапазоне, а при измерениях – использовать выходной сигнал в соответствии с применяемой методикой обработки информативных сигналов.

При этом приборная реализация таких ВЧ измерительных устройств значительно проще и дешевле, чем указанных выше устройств, работающих в СВЧ диапазоне частот. Это обеспечивает возможность серийного выпуска ВЧ устройств с применением отрезков длинной линии в качестве радиочастотных датчиков.

Литература

Совлуков А.С. Радиоволновые методы измерения параметров технологических процессов. Учебное пособие для студентов Вузов/ Мурманск, изд-во МГТУ. 2009. 166 с. ISBN – 978-5-86185-432-0.

Kent M., Knoechel R., Daschner F., Berger U.-K. Composition of foods using microwave dielectric spectra// European Food Research Technol.//2000. Vol. 210. P. 359-366.

Daschner F., Knoechel R. Dielectric microwave sensors with multivariate calibration// Advances in Radio Science. 2005. Vol. 1. P. 9-13.

Electromagnetic Aquametry. Ed. by Kupfer K. (Chapter 19.: Daschner F., Knoechel R. Determination of the composition foodstuffs using microwave dielectric spectra. P. 443-465). Springer Publ. 2005. 529 p.

Daschner F. Bestimmung der Zusammensetzung von Lebensmitteln mit Kunstlichen neuronalen Netzen aus dielektrischen Spektren im Mikrowellenbereich// Technische Messen. 2002, Bd. 69, N 1. S. 19-24 (нем.).

Евдокимов Ю.К., Никифоров И.К. Нейросетевой импедансный метод определения параметров жидких нефтепродуктов// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004. № 12. С. 37-43.

Никифоров И.К. Количественная оценка параметров жидких нефтепродуктов нейросетевым импедансным методом// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 7. С. 44-48.

Никифоров И.К. Приборные реализации нейросетевого импедансного метода// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 8. С. 37-42.

Ершов А.М., Маслов А.А., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Яценко В.В. Радиочастотная концентратометрия технологических водных растворов// Датчики и системы. 2007. № 11. Стр. 17-21.

Маслов А.С., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Яценко В.В., Власова А.Р. Радиочастотное резонаторное устройство для измерения физических свойств жидкостей// Вестник МГТУ. 2010. Т. 13. № 4/2. С. 931-936.

Маслов А.С., Совлуков А.С., Яценко В.В., Власова А.Р. Применение радиочастотного метода для непрерывного контроля процесса приготовления копильного препарата// Материалы Международной НТК “Наука и образование – 2010”. Мурманск, МГТУ. 2010. С. 1364-1367.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ и давления НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Бочкарев В. С., Ермолаев Н. А., Илюхин К. Н., Шувалова И. В. (г.Пенза, Пензенская государственная технологическая академия, кафедра информационных технологий и систем)

The effect of the scheme on and the pressure on high-frequency modes of vacuum circuit breakers. The study of these factors have a significant impact on the allowable current through the high frequency of their contacts are closed, which should be considered when designing a vacuum circuit breakers in the equipment with their application. Proposed for calculating the allowable ratio of high frequency current as a function of temperature and air pressure.

В аппаратуре высокочастотные вакуумные выключатели (высокочастотные вакуумные приборы коммутаций - ВВПК) обеспечивают бестоковую коммутацию антенн и отводов катушек индуктивности высокочастотных контуров; высокочастотных резонансных контуров и дросселей; антенных цепей и конденсаторов в высоковольтных цепях и антенно-согласующих устройствах; высокочастотных цепей между передатчиком, приемником и антенной; фидерных линий между передатчиками и т.д. Для обеспечения этого ВВПК устанавливают либо в "холодной" ("земляной") точке схемы и используют в качестве заземлителя отдельных ее элементов, либо в "горячей" точке схемы, где высоковольтное напряжение высокой частоты приложено одновременно между разомкнутыми контактами и между замкнутыми контактами и "землей" (корпусом электромагнита).

При установке ВВПК на включение (выключатель) в "холодной" точке схемы (рис. 1, а), емкостной ток потерь I_0 через емкость между замкнутыми контактами и землей (корпусом электромагнита) $C_{ЗК}$ равен нулю, поскольку выводы замкнутых контактов имеют нулевой потенциал относительно земли. У ВВПК на переключение это соблюдается только тогда, когда вывод свободного контакта заземлен, т.е. тоже находится под нулевым потенциалом относительно земли (рис. 1, б). Поэтому емкостной ток потерь I_{C2} через межконтактную емкость $C_{МК}$ в этом случае тоже будет равен нулю.

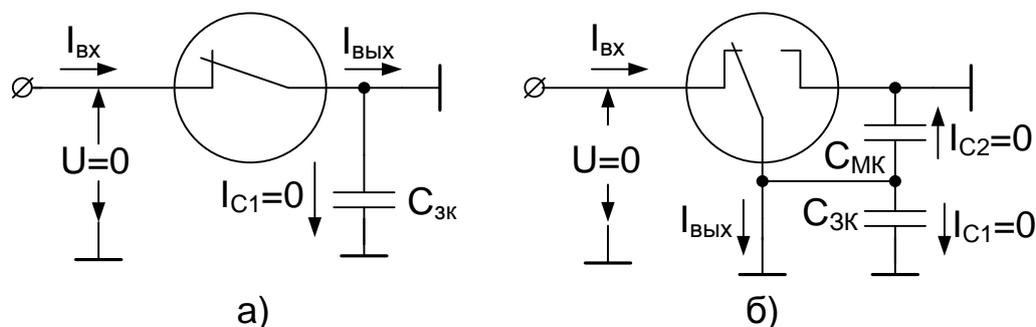


Рис.1. Путь прохождения тока высокой частоты при установке ВВПК в "холодной" точке схемы: а) выключатели, б) переключатели

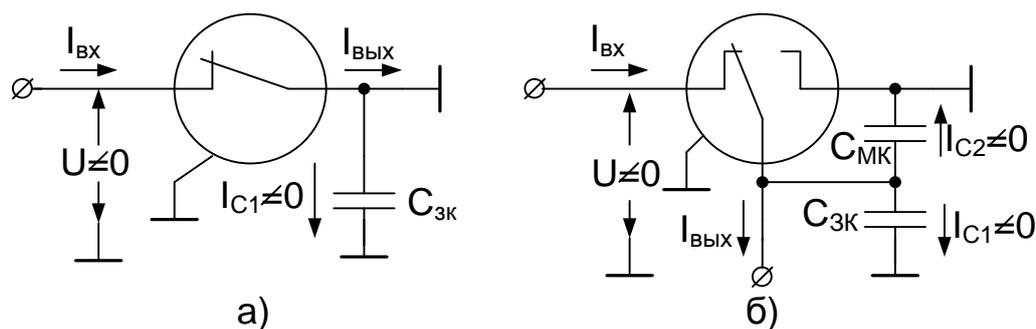


Рис. 2. Путь прохождения тока высокой частоты при установке ВВПК в “горячей” точке схемы:

а) выключатели; б) переключатели

Благодаря отмеченному, при установке выключателя (переключателя с заземленным свободным выводом) в “холодной” точке схемы ток на его выходе $I_{\text{ВЫХ}}$ равен току на его входе $I_{\text{ВХ}}$. Если же на свободный вывод переключателя подано напряжение высокой частоты U , то ток на входе ВВПК будет больше тока на его выходе на величину емкостного тока потерь через емкость $C_{\text{МК}}$:

$$I_{\text{ВХ}} = I_{\text{ВЫХ}} + I_{\text{C2}}, \quad (1)$$

где I_{C2} определяется по известному соотношению [1]:

$$I_{\text{C2}} = 4,45 \cdot 10^{-3} \cdot U \cdot f \cdot C. \quad (2)$$

В случае установки ВВПК на включение в “горячей” точке схемы (рис. 2, а), пропускаемый через него ток $I_{\text{ВХ}}$ равен сумме токов, включающей ток через замкнутые контакты $I_{\text{ВЫХ}}$ и емкостной ток потерь I_{C1} через емкость замкнутых контактов относительно корпуса электромагнита $C_{\text{ЭК}}$. Таким образом, входящий в ВВПК ток далее разветвляется на проходящий ток через замкнутые контакты и емкостной ток потерь на корпус электромагнита, У ВВПК на переключение (рис.2, б), к сумме токов $I_{\text{ВЫХ}}$ и I_{C1} добавляется емкостной ток потерь I_{C2} через межконтактную емкость $C_{\text{МК}}$, поэтому ток на его входе равен:

$$I_{\text{ВХ}} = I_{\text{ВЫХ}} + I_{\text{C1}} + I_{\text{C2}}, \quad (3)$$

Таким образом, схема включения оказывает существенное влияние на общую величину проходящего через ВВПК тока высокой частоты. Из изложенного также следует, что при создании ВВПК для применения только в “холодной” точке схемы, существенно упрощается их конструкция, ибо при этом нет необходимости изолировать подвижный контакт от “земли”. Для этого ВВПК должны иметь двойной разрыв между подвижным и неподвижными контактами, или же подвижный контакт должен иметь электрическую связь с заземляемым в схеме контактом. Поскольку токи на входе и выходе ВВПК в этом случае равны, то расчет выводов, токопроводников и контактного нажатия у них необходимо вести по заданному в технических требованиях току через замкнутые контакты.

Наиболее тяжелым является режим работы при установке ВВПК в “горячей” точке схемы. Облегчить его можно уменьшением межэлектродных емкостей за счет конструктивных решений при проектировании ВВПК. С этой же целью расчет токопроводящих элементов и контактного нажатия ВВПК, устанавливаемых в “горячей” точке схемы, необходимо вести не по заданному току через замкнутые контакты, а по току $I_{\text{ВХ}}$, определяемому соотношением (3). Обосновывается это тем, что емкостные токи потерь I_{C1} и I_{C2} и заданный ток через

замкнутые контакты $I_{\text{ВЫХ}}$ одновременно проходят по одним и тем же токопроводящим элементам. По этой же причине величину тока $I_{\text{ВХ}}$ по (3) необходимо применять и для расчете теплового режима работы ВВПК.

При изменении давления окружающего воздуха увеличивается или уменьшается масса теплоносителя. Это вызывает усиление или ослабление конвекционных процессов теплоотдачи от нагретых тел при одной и той же температуре окружающей среды, В результате при изменении давления коэффициент теплоотдачи K_0 при нормальном давлении T_0 изменяется на K_P при давлении P . Для сохранения в этих условиях неизменной установившейся температуры элементов ВВПК (высокочастотные вакуумные приборы коммутаций) необходимо, чтобы их температуры перегрева V_0 и V_P при давлениях P_0 и P должны быть равными. У ВВПК это можно обеспечить лишь путем соответствующего изменения пропускаемого через замкнутые контакты тока высокой частоты с $I_0(f)$ при давлении P_0 на $I_P(f)$ при давлении P .

Таким образом, возникла задача установления взаимосвязи допустимого тока высокой частоты через контакты ВВПК с давлением окружающего воздуха. Для ее решения температуры перегрева V_Q и V_P при давлениях P_0 и P запишем через выражение (28) из [2], соответственно с коэффициентами K_0 и K_P , и приравняем их друг другу:

$$\frac{I_0^2(f) \cdot R_0(f) \cdot (1 + \alpha \cdot T_{\text{У.ПР}})}{K_0 \cdot S_\sigma \cdot S_\Pi} = \frac{I_P^2(f) \cdot R_0(f) \cdot (1 + \alpha \cdot T_{\text{У.ПР}})}{K_P \cdot S_\sigma \cdot S_\Pi} \quad (4)$$

После преобразования и решения равенства (4) относительно допустимого тока высокой частоты $I_P(f)$ при давлении P , получим:

$$I_P(f) = I_0(f) \cdot \sqrt{K_P / K_0} \quad (5)$$

(85

Для размещенных в воздухе пространственно ограниченных цилиндрических тел, к которым относятся и ВВПК, конвективный коэффициент теплопередачи K_P в области давлений от 1 мм рт.ст. до 10 атм. связан с коэффициентом теплопередачи при нормальном атмосферном давлении K_0 следующим известным эмпирическим соотношением [3]:

$$K_P(f) = K_0(P/P_0)^{0,43} \quad (6)$$

Подставив (6) в (5), после преобразования получим выражение для расчета допустимого тока высокой частоты через замкнутые контакты ВВПК в зависимости от давления окружающего воздуха:

$$I_P(f) = I_0(f) \cdot \sqrt{(P/P_0)^{0,43}} \quad (7)$$

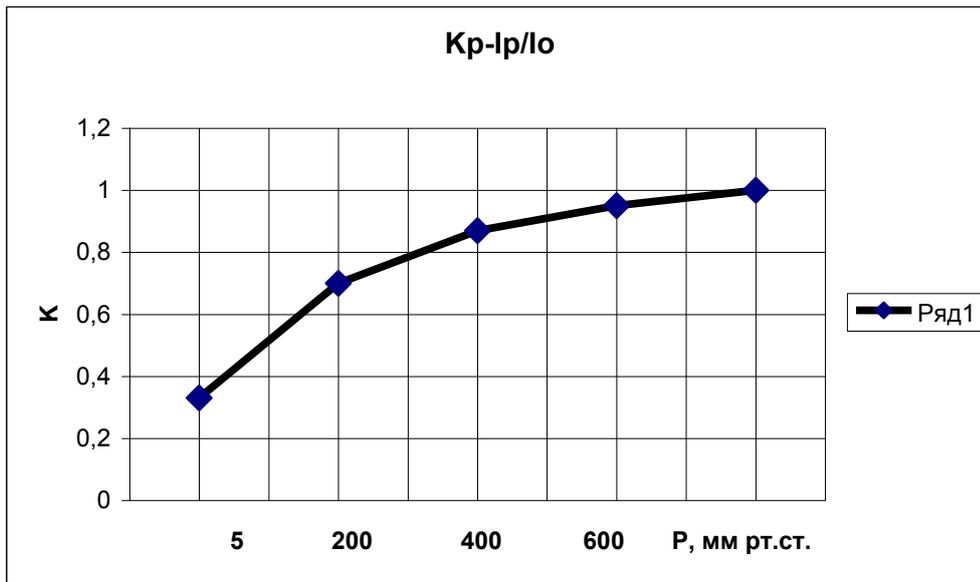


Рис. 4. Зависимость коэффициента пересчета допустимого тока от давления воздуха при температуре 25°C

Рассчитанная по (7) типовая зависимость коэффициента пересчета допустимого тока высокой частоты через замкнутые контакты ВВПК $K_P=I_P(f)/I_0(f)$ в диапазоне рабочих давлений от 800 мм рт.ст. до 5 мм рт.ст. приведена на рис.4. Она позволяет определить конкретную величину допустимого тока высокой частоты для ВВПК при любой величине давления окружающего воздуха в рабочем диапазоне давлений, если задана или определена экспериментально величина тока в нормальных климатических условиях ($P_0 = 800$ мм рт. ст., $T_0 = 25^\circ\text{C}$). Ее применение при проведении экспериментальных исследований по установлению зависимости допустимого тока в рабочем диапазоне давлений для конкретного типа ВВПК существенно позволяет сократить требуемое их количество и объем необходимых испытаний.

Таким образом, давление и схему включения необходимо учитывать при проектировании вакуумных выключателей в аппаратуре с их применением.

Литература

1. Бочкарев В.С., Буц В.П. Контроль электрических параметров высокочастотных вакуумных выключателей и переключателей// Электронная техника. Сер.5. Радиодетали и компоненты. - 1992. - Вып. 2-3 (87-88) . - С.45-51.
2. Бочкарев В.С., Вдовина Л.М. Расчет токопроводящих элементов и контактного нажатия высокочастотных вакуумных приборов коммутации// Актуальные проблемы науки и образования. Труды международного юбилейного симпозиума. Т.2. –Пенза: ПГУ, 2004. С.251-253.
3. Левин А.П. Контакты электрических соединителей радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Сов. Радио, 1972. 0 216 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ Температуры НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Бочкарев В. С., Ермолаев Н.А., Маркин Д. И., Володин В. А. (г.Пенза, Пензенская государственная технологическая академия, кафедра информационных технологий и систем)

The effect of temperature on the high-frequency modes of vacuum circuit breakers. According to a study this factor has a significant impact on the allowable current through a high frequency of their contacts are closed, which should be considered in the design of vacuum circuit breakers in the equipment with their application.

Тепловой режим работы высокочастотных вакуумных выключателей, переключателей и реле (высокочастотные вакуумные приборы коммутации - ВВПК) при пропускании тока высокой частоты зависит от омического сопротивления цепи их замкнутых контактов на высокой частоте, которое определяется геометрическими размерами токопроводников и контактным нажатием. Поэтому обеспечение нормального теплового режима ВВПК, являющегося гарантией надежной и долговечной их работы при эксплуатации, требовало установления взаимосвязи допустимого тока высокой частоты с геометрическими размерами их токопроводников и контактным нажатием. Для этого необходимо знать температуру в зоне контактирования, на поверхности токопроводящих элементов внутренней арматуры и внешней поверхности выводов (оболочки) при установившемся тепловом режиме.

Знание температуры в зоне контактирования позволяет установить достаточность контактного нажатия и определить возможность изменения при этом фазового состояния материала контактов. С последним связано повышение вероятности диффузионного сваривания контактов в вакууме, их саморазмыкание при "взрыве" контактного мостика, интенсификация процессов газо- и паровыделения из контактов и токопроводников. В свою очередь, температура элементов вакуумплотной оболочки определяет термостойкость вакуумплотных швов, ускоряет диффузию газов внутрь вакуумплотной оболочки и старение материалов ее элементов.

Расположение контактов в высоком вакууме и специфика прохождения по ним тока высокой частоты не позволяют измерять температуру непосредственно в контактной зоне и на поверхности их токопроводников. Представление о температуре этих элементов могут дать только аналитические соотношения. Они известны для тепловых расчетов замкнутых контактов на постоянном и переменном токе промышленной частоты. Однако, эти соотношения не учитывают специфику прохождения тока высокой частоты и условия охлаждения контактной зоны и токопроводников в вакууме, а поэтому не могут использоваться для тепловых расчетов ВВПК. В связи с изложенным, возникла проблема получения аналитических соотношений для теплового расчета контактов ВВПК, которая решалась в настоящей работе.

В вакууме отсутствует теплоотдача за счет конвекции, поэтому отвод тепла идет за счет излучения ($K_{из}$) с боковой поверхности S_6 (см²) и теплопроводности (K_T) вдоль токопроводника:

$$dQ_2 = K_0 S_6 (T - T_0) dt, \text{ Вт} \cdot \text{с} , \quad (1)$$

где T и T_0 - температура токопроводника и окружающей среды, °С; $K_0 = K_{из} + K_T$ - общий коэффициент теплоотдачи, равный для круглого токопроводника $(8-13) \cdot 10^{-4}$ Вт/см²·°С и для прямоугольного - $(6-9) \cdot 10^{-4}$ Вт/см²·°С [5].

С учетом (10-12), уравнение теплового баланса запишется в виде:

$$I_f^2 R_f dt = cmS_n dT + K_o S_\sigma (T - T_0) dt, \quad (2)$$

которое после преобразования и разделения по переменным преобразуется к следующему виду:

$$dt = \frac{cmS_n}{I_f^2 R_0 - K_o S_\sigma (T - T_0)} dT, \quad (3)$$

а с учетом температурной зависимости сопротивления токопроводника, уравнение (3) принимает вид:

$$dt = \frac{cmS_n}{\left[I_f^2 R_0(f) + K_o S_\sigma T_0 \right] + \left[I_f^2 R_0(f) \alpha + K_o S_\sigma \right] T} dT, \quad (4)$$

где $R_0(f)$ - активное сопротивление токопроводника на высокой частоте при температуре 0°C .

После интегрирования (4) по переменной t от нуля до t , по переменной T от T_n (температура наружной поверхности вывода) до T , получаем:

$$T = \frac{I_f^2 R_0(f) + K_o S_\sigma T_0}{K_o S_\sigma - I_f^2 R_0(f) \alpha} (1 - e^{-t/\tau}) + T_n e^{-t/\tau}, \quad (5)$$

где $\tau = cmS_n / (K_o S_\sigma - I_f^2 R_0(f) \alpha)$ - постоянная времени нагрева токопроводника до установившейся температуры в секундах. При $t \rightarrow \infty$, $T = T_{y.np}$, т.е. равна установившейся температуре токопроводника, а поэтому из (5) имеем:

$$T_{y.np} = \frac{I_f^2 R_0(f) + K_o S_\sigma T_0}{K_o S_\sigma - I_f^2 R_0(f) \alpha}, \quad (6)$$

где α - температурный коэффициент сопротивления.

В начальный момент пропускания тока высокой частоты температура наружной поверхности вывода равна температуре окружающей среды, т.е. $T_n = T_0$. Учитывая это, после подстановки (6) в (5) имеем:

$$T = T_{y.np} (1 - e^{-t/\tau}) + T_n e^{-t/\tau}. \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет найти температуру токопроводника, с неизменным по длине сечением, в любой момент времени пропускания тока высокой частоты.

В связи с тем, что ВВПК работают в широком диапазоне температур окружающей среды (от минус 60°C до 100°C и выше), требовалось установить взаимосвязь допустимого тока высокой частоты с температурой окружающего воздуха. Граничным условием при этом является сохранение неизменной установившейся температуры нагрева токопроводников (контактов) $T_{y.np}$ за счет соответствующего изменения их температуры перегрева с V_{O1} на V_{O2} при изменении температуры окружающего воздуха с T_{O1} на T_{O2} . Исходя из данного условия, можно записать следующее равенство:

$$T_{y.np} = T_{O1} + V_{O1} = T_{O2} + V_{O2}. \quad (8)$$

Естественно, что при неизменных условиях охлаждения, изменение температуры перегрева токопроводников с V_{O1} на V_{O2} может быть достигнуто только за счет изменения величины пропускаемого через замкнутые контакты тока высокой частоты $I_{O1}(f)$ на $I_{O2}(f)$.

Для решения задачи представим температуры перегрева токопроводников V_{O1} и V_{O2} через выражение (7) из [1], При этом множитель с температурным коэффициентом сопротивления материала токопроводника не учитываем, поскольку установившаяся температура токопроводника не изменяется. После замены V_{O1} и V_{O2} , выражение (8) приводится к следующему виду:

$$T_{O1} + \frac{I_{O1}^2(f) \cdot R_o(f)}{K_o \cdot S_\sigma \cdot S_{II}} = T_{O2} + \frac{I_{O2}^2(f) \cdot R_o(f)}{K_o \cdot S_\sigma \cdot S_{II}}. \quad (9)$$

Решив выражение (9) относительно тока $I_{O2}(f)$, после преобразования получим:

$$I_{O2}(f) = I_{O1}(f) \cdot \sqrt{1 + \frac{T_{O1} - T_{O2}}{V_{O1}}}. \quad (10)$$

Рассчитанная по выражению (10) типовая зависимость коэффициента пересчета допустимого тока высокой частоты $K = I_{O2}(f)/I_{O1}(f)$ от температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур от минус 60°C до 100°C , применительно к $T_{y.пp} = 120^\circ\text{C}$, $V_{O1} = 95^\circ\text{C}$ и $T_{O1} = 25^\circ\text{C}$, приведена на рис. 1.

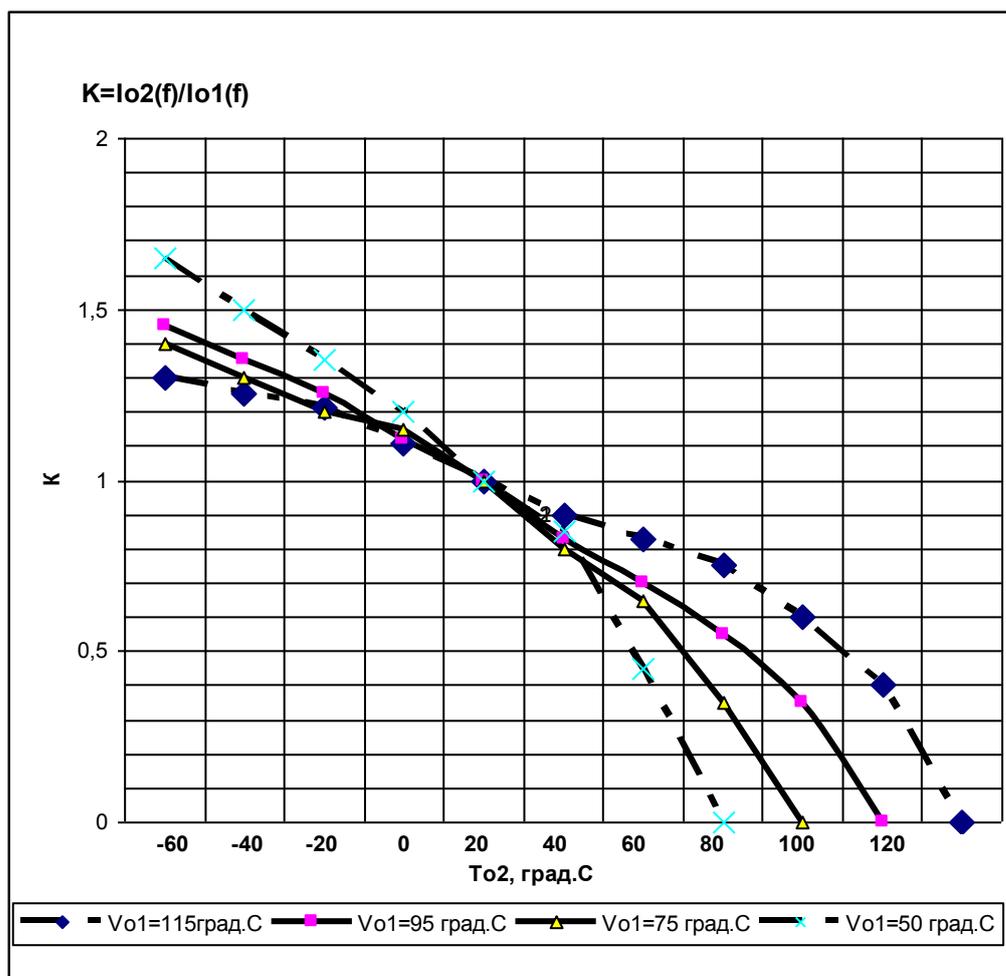


Рис.1. Зависимость коэффициента пересчета допустимого тока от температуры окружающего ВВПК воздуха при нормальном давлении

Она дает возможность определить конкретную величину допустимого тока высокой частоты при любой температуре окружающей среды в рабочем диапазоне по заданному току на одной из температур. В результате существенно сокращается требуемое количество ВВПК и необходимый объем испытаний при экспериментальном установлении зависимости допустимого тока от температуры окружающей среды для конкретного типа прибора.

Для обеспечения этого сначала определяется температура перегрева при заданном токе на одной из температур рабочего диапазона. Затем по выражению (6) рассчитывается зависимость тока высокой частоты от температуры окружающей среды, которая, при необходимости, уточняется по результатам экспериментальной проверки в трех-четырех контрольных точках рабочего диапазона температур. Перед этим полученное по расчету максимальное значение тока (при температурах ниже 25°C) должно быть проверено на его допустимость, ибо при этом токе температура нагрева контактной зоны может превысить предельно допустимую рабочую температуру для материала контактов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существенное влияние на режим работы ВВПК оказывают схемы их включения, температура и давление окружающего воздуха. Применение полученных соотношений при проектировании и проведении экспериментальных исследований по установлению зависимостей допустимого тока в рабочем диапазоне температур и давлений окружающего воздуха конкретного типа ВВПК позволяет существенно сократить требуемое их количество и объем необходимых испытаний.

Литература

1. Бочкарев В.С., Буц В.П. Контроль электрических параметров высокочастотных вакуумных выключателей и переключателей// Электронная техника. Сер.5. Радиодетали и компоненты. - 1992. - Вып. 2-3 (87-88) . - С.45-51.
2. Бочкарев В.С., Вдовина Л.М. Расчет токопроводящих элементов и контактного нажатия высокочастотных вакуумных приборов коммутации// Актуальные проблемы науки и образования. Труды международного юбилейного симпозиума. Т.2. –Пенза: ПГУ, 2004. С.251-253.
3. Левин А.П. Контакты электрических соединителей радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Сов. Радио, 1972. 0 216 с.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ УЗЛОВ МОЩНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

Ермолаев Н. А., Шувалова И. В., Маркин Д. И., Володин В. А. (г. Пенза, Пензенская государственная технологическая академия, кафедра информационных технологий и систем)

Contact knots of powerful wire resistors with application of new materials are considered. contact knots providing essential depreciation at preservation of their accuracy, stability, corrosion firmness and operational reliability.

Мощные проволочные резисторы благодаря высокой точности изготовления и высокой стабильности сопротивления при воздействии различных внешних факторов, большой допустимой мощности рассеяния и устойчивости к электрическим перегрузкам, высокой надежности и радиационной стойкости находят широкое применение в промышленной электронике, электротехнике, электроэнергетике и электрооборудовании различных транспортных средств.

Одним из основных узлов указанных резисторов, определяющих их точность, стабильность, надежность и стоимость, являются контактные токосъемные узлы, с помощью которых осуществляется присоединение высокоомного обмоточного провода резистора с внешней электрической цепью. В работе [1] рассмотрены конструкции, технология изготовления и материалы, применяемые в современных мощных проволочных резисторах отечественного и зарубежного производства. Показано, что в наибольшей степени предъявляемым к указанным резисторам требованиям отвечают контактные токосъемные узлы, изготавливаемые из нейзильбера МНЦ15-20 в виде ленты толщиной 0,5 мм. Подвижные контактные узлы регулируемых проволочных резисторов изготавливаются из ленты из бронзы БрБ2 или БрОФ толщиной 0,5 мм. Именно такие материалы применяются при изготовлении отечественных постоянных проволочных резисторов С5-35В и регулируемых резисторов С5-36В ОЖО.467.551 ТУ (приемка «ОТК») ОЖО.467.541 ТУ (приемка «5») [2].

Общим существенным недостатком указанных материалов контактных узлов является их высокая стоимость.

Проведенные исследования показали, что весьма перспективно для изготовления неподвижных контактных узлов применять тонколистовую оцинкованную сталь или ленту, в частности используемую для бронирования электрических кабелей [3]. В табл. 1 приведены

Из табл. 1 следует, что при практически одинаковых механических и электрических характеристиках контактные узлы из оцинкованной стальной ленты почти на порядок дешевле. При этом необходимая коррозионная стойкость, способность к точечной электросварке контактного узла, а также возможность облуживания и припайки внешних выводов олово- и сереброросодержащими припоями без применения активных флюсов обеспечиваются благодаря защитному цинковому покрытию толщиной 10-40 мкм. Кроме того, наличие двухстороннего защитного цинкового покрытия обеспечивает дополнительную катодную защиту контактного узла, в том числе и непокрытых цинком кромок стального листа или ленты.

При этом ввиду схожести физико-механических свойств ленты из нейзильбера МНЦ15-20, применяемой в настоящее время при изготовлении мощных проволочных резисторов, и предлагаемых материалов, не потребуется ни замена механообрабатывающего оборудования, ни смена каких-либо приспособлений, в частности, режущего инструмента и штампов.

В рассмотренном варианте контактный узел представляет собой хомутик из оцинкованной тонколистовой стали или ленты, состоящий из средней кольцевой части, плотно устанавливаемой на трубчатое основание резистора, и двух плоских концевых частей, соединяемых между собой контактно-точечной электросваркой.

Таблица 1

Наименование, марка	Состояние (группа, класс)	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Микротвердость, из- меряемая на приборе ПМТ-3	при нагрузке 200 г. кгс/мм ²	Удельное сопротивление, $\rho \times 10^6$ Ом·м	Цена с НДС, руб./кг
Нейзильбер (лента) МНЦ15-20 ГОСТ 5187-2003	мягкое	не ме- нее 340	30	80-120		0,05	450- 500
Сталь тонколистовая оцинкованная ГОСТ 14918-80	группа ХШ, категория вытяжки ВГ, класс 1	270-350	33	78		0,13	30-35
Лента стальная для бронирования кабеля (оцинкованная) ГОСТ 3559-75	Апр1 (группа А, класс 1)	280-400	23	78		0,13	45-55

В ходе проведенных исследований [4] был разработан вариант составного контактного узла, содержащего две детали (рис. 1): хомутик 1, состоящий из кольцевой части и двух плоских концевых частей 2, и плоский лепесток 4, устанавливаемый между концевыми частями хомутика.

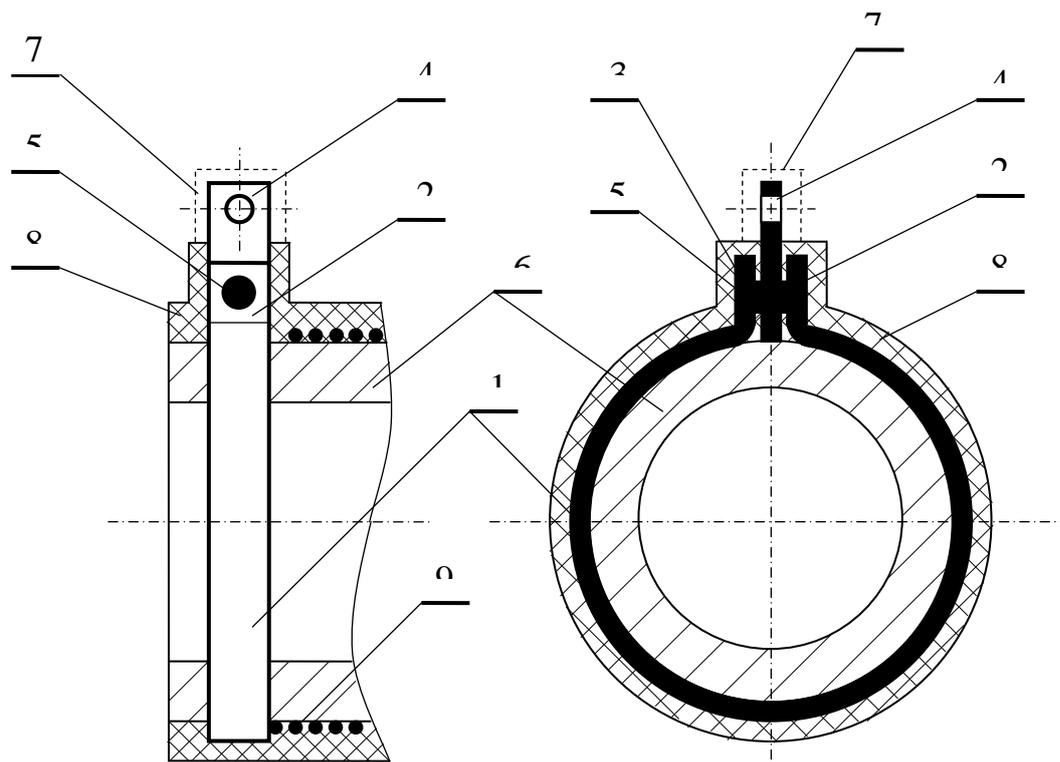


Рис. 1. Составной контактный узел:

- 1 – хомутик; 2 и 3 – плоские концевые части хомутика; 4 – плоский лепесток;
 5 – место сварки; 6 – основание резистора; 7 – область облуживания выводов резистора;
 8 – защитное покрытие резистора; 9 – высокоомный провод

В этом контактном узле хомутик может быть изготовлен из сравнительно дешевых материалов: стальная холоднокатаная лента или лист, нержавеющая лента или лист, оцинкованная с двух сторон лента или лист. При этом плоский лепесток для повышения коррозионной стойкости и улучшения облуживаемости и паяемости может быть изготовлен из нейзильбера, или оцинкованного с двух сторон стального листа (или ленты), или из стального листа (или ленты) с защитным покрытием из никеля или сплава олово-висмут. Предлагаемые сочетания материалов хомутика и плоского лепестка обеспечивают более высокую надежность контактных узлов резистора по сравнению с предыдущим вариантом.

Подвижный контактный узел регулируемых резисторов (рис. 2) предлагается изготавливать не из сравнительно дорогой ленты из бронзы БрБ2 или БрОФ, а из недорогой ленты из твердой пружинной стали 65Г.

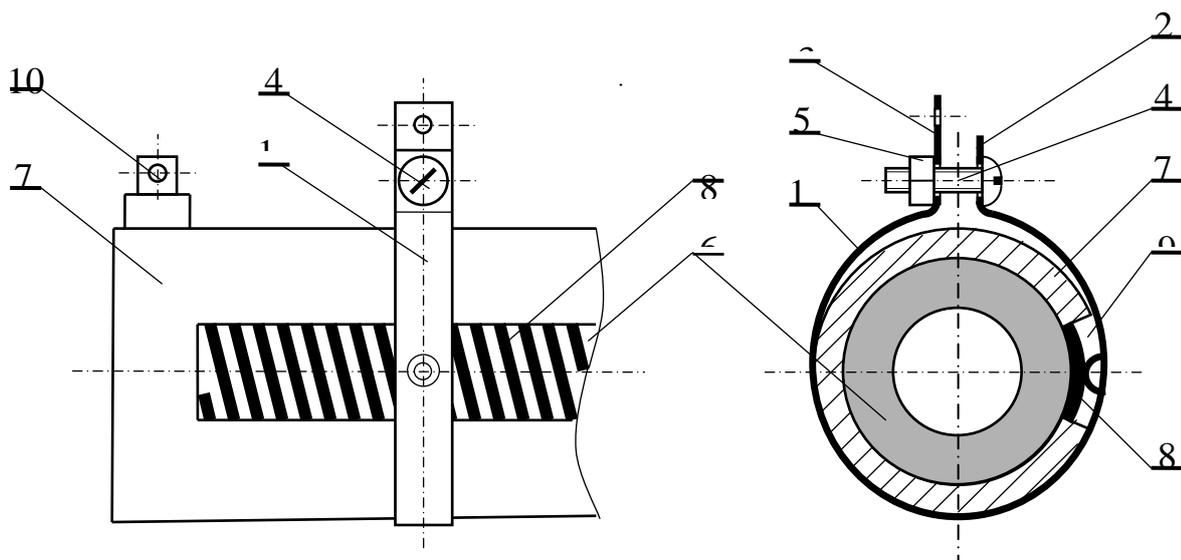


Рис. 2. Подвижный контактный узел:

1 – средняя кольцевая часть хомутика; 2 – плоская короткая, 3 – длинная часть хомутика; 4 – винт;

5 – гайка; 6 – трубчатое основание резистора; 7 – защитное покрытие резистора; 8 – высокоомный провод;

9 – технологическое окно в защитном покрытии резистора; 10 – неподвижный контактный узел резистора

Указанная лента, как следует из таблицы 2, имеет практически одинаковые с лентами из бронзы физико-механические и электрические параметры и характеристики. При этом стоимость подвижного контактного узла снижается в 10-50 раз.

Таблица 2

Наименование, марка	Состояние (группа, класс)	Временное сопротивление разрыву σ_b , МПа	Относительное удлинение δ , %	Микротвердость, измеряемая на приборе ПМТ-3 при нагрузке 200 г, кгс/мм ²	Удельное сопротивление, $\rho \times 10^6$ Ом·м	Цена с НДС, руб./кг
Лента ДПРНТ БрБ2 ГОСТ 1789-70	твердое	640-930	2,5	не менее 170	0,04-0,06	1600-1900
Лента ДПРНТ БрОФ6,5-0,15 ГОСТ 1761-79	твердое	570-740	5	170-220	0,11-0,15	340-360
Лента холоднокатаная из пружинной стали 65Г ГОСТ 2283-79	твердое	640	15	не более 241	0,13	35-40

Для обеспечения коррозионной стойкости подвижного контактного узла, как и в случае применения ленты из бронзы, все его детали покрывают защитным покрытием из никеля.

Поскольку твердость ленты из пружинной стали 65Г сравнима с твердостью лент из бронзы, а ее относительное удлинение в несколько раз больше (см. табл. 2), то для изготовления подвижного контактного узла из предлагаемой стальной ленты применимо то же самое оборудование, что и в существующем производстве.

Таким образом, конструкция и технология изготовления подвижного контактного узла для регулируемых проволочных резисторов остаются неизменными при существенном снижении его стоимости.

Предложенные материалы для контактных узлов могут найти применение при изготовлении мощных проволочных резисторов, широко используемых в радиоэлектронике, автоматике, а также в стационарном и транспортном электрооборудовании.

Литература

1. Воронцов А.А., Демин С.Б., Ермолаев Н.А. Контактные токосъемные узлы мощных проволочных резисторов. Сб. тр. XV Межд. научн.-техн. конф. «Современные техника и технологии» Т.1.-Томск, изд-во ТПУ, 2009, с. 153-158.
2. Резисторы: Справочник/ В.В. Дубровский и др. М., «Радио и связь», 1991.
3. Ермолаев А.Н., Ермолаев Н.А., Вострокнутов Е.В., Валов К.В. Токосъемный хомутик проволочного резистора. Патент РФ на полезную модель № 101861 МПК: H01C 1/00. Бюл. № 3, 2011.
4. Андреев А.Б., Ермолаев Н.А., Вострокнутов Е.В., Валов К.В. Токосъемный узел проволочного резистора. Патент РФ на полезную модель № 101862 МПК: H01C 1/144. Бюл. № 3, 2011.
5. Ермолаев А.Н., Ермолаев Н.А., Вострокнутов Е.В., Воронцов А.А. Подвижный токосъемный узел регулируемого проволочного резистора. Патент РФ на полезную модель № 106031 МПК: H01C 10/24. Бюл. № 18, 2011.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

ПРИМЕНЕНИЕ ГНКТ В ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТНЫХ ПРОБОК В ПОДВОДНОМ ГАЗОПРОВОДЕ

Папуша А.Н., Непомилуев М.Е. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract. Residual bend of coiled tubing string will cause helical buckling and lockup problem while design extended reach remedial job for pipeline hydrate plug removal by using conventional Coiled Tubing service package.

Одной из проблем, с которой сталкивается транспортировка газа по подводному трубопроводу - это риск осаждения гидратов, образование которых в арктических регионах обусловлено низкими температурами окружающей среды, что приводит к охлаждению потока до температуры, при которых происходит образование гидратов.

Существует 5 основных методов борьбы с гидратообразованием:

1. Осушка продукта
2. Поддержка температуры выше температуры гидратообразования
3. Поддержка давления ниже давления гидратообразования
4. Введение ингибиторов для понижения температуры гидратообразования
5. Добавления антиагломераторов для предотвращения образования кристаллов гидратов

Результаты предыдущих исследований многофазных течений в подводном газопроводе Штокмановского месторождения [1] показали наличие протяженных участков трубопровода, находящихся в зоне повышенного риска образования гидратов, указывалось также необходимость применения комплекса мер по предотвращению гидратообразования.

В случае неэффективности мер по предотвращению гидратообразования, связанных в первую очередь с аварийной ситуацией или нарушением технологического процесса, изменение термобарических условий может привести к частичному или полному закупориванию трубопроводов на довольно протяженном участке, что наглядно продемонстрировано на рис. 1



Рис. 1 Гидратообразование в подводных трубопроводах

Особенностью образования гидратных пробок является наличие карманов с высоким давлением между относительно плотными участками гидратов, что препятствует безопасному проведению мер по ликвидации гидратов, даже в случае принятия решения о частичной замене участка трубопровода.

Одним из самых безопасных и эффективных способов ликвидации аварии в таком случае представляется технологическая врезка в участок трубопровода райзера или насосно-компрессорной трубы для последующего применения установки гибких насосно-компрессорных труб (ГНКТ).

Технология ГНКТ успешно применяется во всем мире для проведения внутрискважинных работ под давлением с возможностью одновременной закачки технологических растворов и непрерывным спуском трубы рис.2.

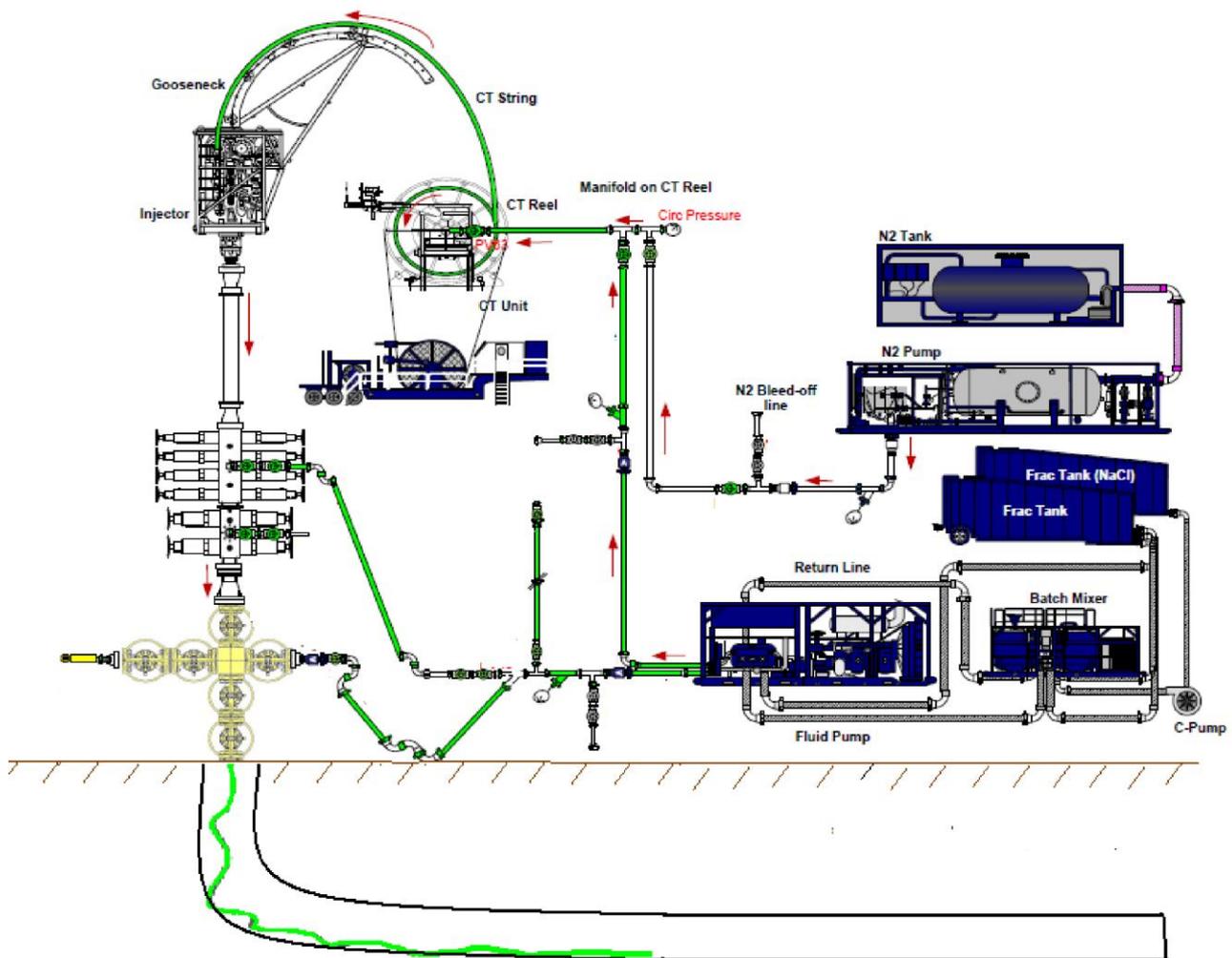


Рис.2 Технологическая схема производства внутрискважинных работ с применением комплекса ГНКТ

В базовом варианте комплекс ГНКТ состоит из следующих элементов :

- барабан с намотанной на него гибкой трубой,
- инжектор,
- гидравлический герметизатор,
- блок ПВО,
- кабина управления с системой сбора информации (циркуляционные и устьевые давления, вес трубы, глубина спуска),
- силовой модуль,
- насос для подачи технологических жидкостей под давлением,
- азотный конвертер для подачи газообразной фазы в ГНКТ,
- линии высокого давления,
- вспомогательное оборудование (шланги,миксеры, нагреватели растворов).



Рис.3 Остаточная деформация ГНКТ в свободном состоянии

Проведение работы по ликвидации гидратной пробки в подводном трубопроводе технически не будет отличаться от работы в скважине, однако несмотря на огромный опыт применения ГНКТ в нефтегазодобывающем секторе, применение ГНКТ для проведения растепления в трубопроводах является уникальной и высокорискованной операцией, связанной в первую очередь с такой проблемой как спиралевидное заклинивание, т.е. невозможность дальнейшего спуска трубы из-за значительного увеличения сил трения при увеличении площади соприкосновения ГНКТ со внутренней стенкой трубопровода.

Как видно из рис.3, в свободном состоянии гибкая труба имеет остаточную деформацию, связанную в первую очередь с тем, что труба намотана на барабан с радиусом меньше критического, т.е. находится в зоне пластической деформации. Прохождение трубы через направляющий сектор также вызывает остаточную деформацию, даже после прохождения трубы через цепи инжектора. Входе спуска ГНКТ, в вертикальной секции скважины сила тяжести стремится выпрямить трубу, но при входе в горизонтальный участок скважины возникают дополнительные силы трения (связанные с увеличением площади соприкосновения ГНКТ и стенки скважины из-за стремления трубы выстлаться в нижней части забоя горизонтального участка), что в свою очередь приводит к увеличению продольных напряжений в трубе. В случае превышения сжимающих сил значения «синусоидальной формы изгиба», труба принимает вид синусоидальной волны, а при дальнейшем спуске ГНКТ, и как следствие увеличения сил сжатия, гибкая труба принимает в конечном счете вид спирали (другое название - буравчик, штопор).

Спиралевидная деформация не приводит к повреждению гибкой трубы, но является причиной увеличения сил трения из-за увеличения площади поверхностного контакта ГНКТ и внутренней стенки скважины, что требует дополнительных усилий для дальнейшего проталкивания ГНКТ к забою скважины. В определенный момент силы трения превысят внешние толкающие усилия, что приведет к явлению, называемому «спиралевидное заклинивание» -

дальнейшее движение гибкой трубы к забою невозможно, увеличение толкающих усилий на дневной поверхности лишь приведет к повреждению гибкой трубы.

В данной работе было проведено моделирование сил, действующих на гибкую трубу, а также рассчитана глубина проникновения, которую можно достигнуть до того, как наступит спиралевидное загибание и смятие ГНКТ. Исследование было проведено с использованием программного обеспечения Tubing Force Module.

Объектом исследования выступали типовые ГНКТ, используемые в нефтяной и газовой промышленности (марка стали HS-80, производства фирмы Tenaris) различных диаметров: 1.5 дюйма, 1.75 дюйма, 2 дюйма, основные характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики ГНКТ

Тип ГНКТ	Внешний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Вес, кг/м	Максимальное тяговое усилие, daH
1,5 дюйма	38,1	3,175	2,74	19595
1,75 дюйма	44,45	3,175	3,24	23180
2 дюйма	50,8	3,175	3,73	26720

В качестве исходных данных было принято:

- глубина моря - 320 м;
- диаметр подводного трубопровода - 12 дюймов (304,8 x 7,8 мм), 16 дюймов (406,4 x 8 мм), 30 дюймов (762 x 25,4 мм);
- угол входа в трубопровод - 45 градусов;
- коэффициент трения - 0,3;
- НКТ диаметром 89 мм от дневной поверхности до точки врезки в подводных трубопровод.

Результаты исследования представлены на рис.6, рис. 7 и рис. 8.

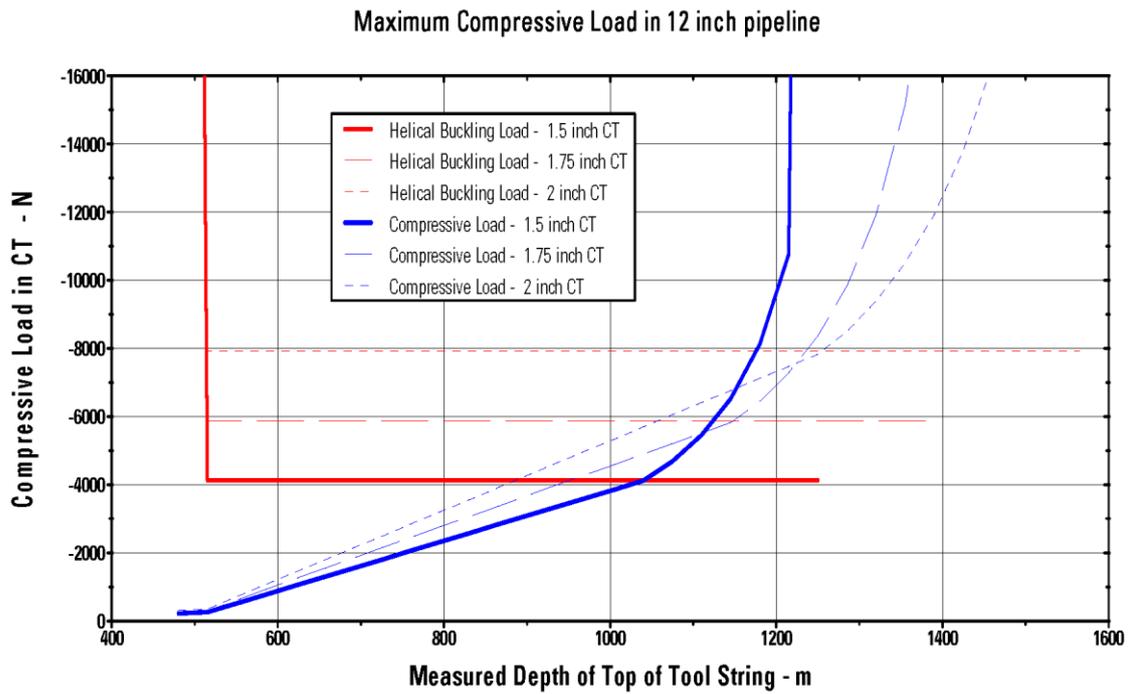


Рис.6 Нагрузки на ГНКТ в трубопроводе диаметром 12 дюймов

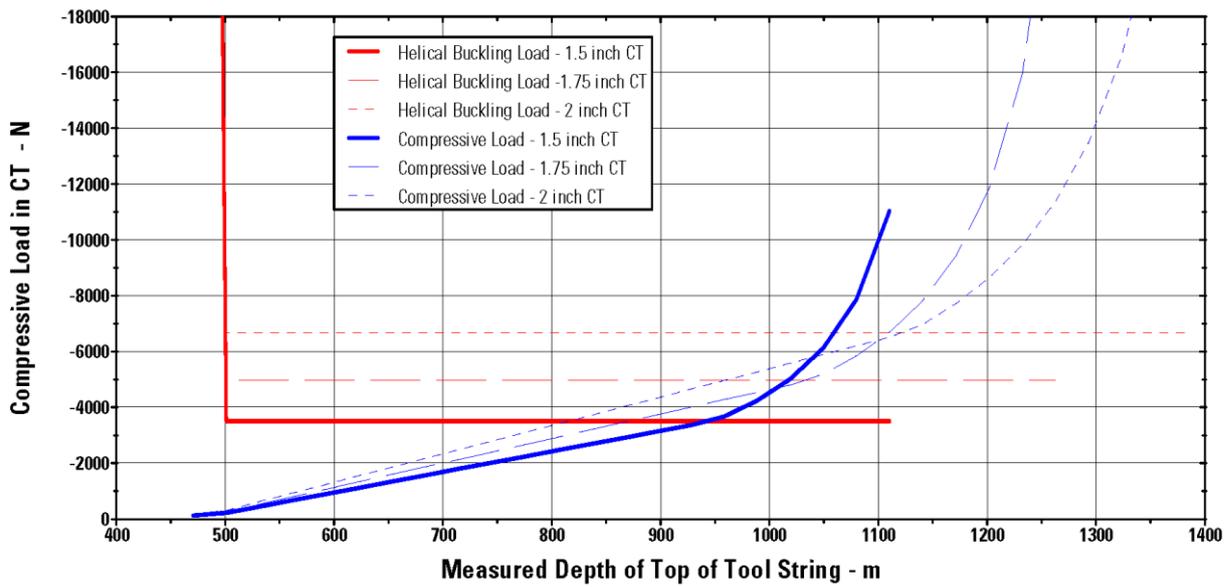


Рис.7 Нагрузки на ГНКТ в трубопроводе диаметром 16 дюймов

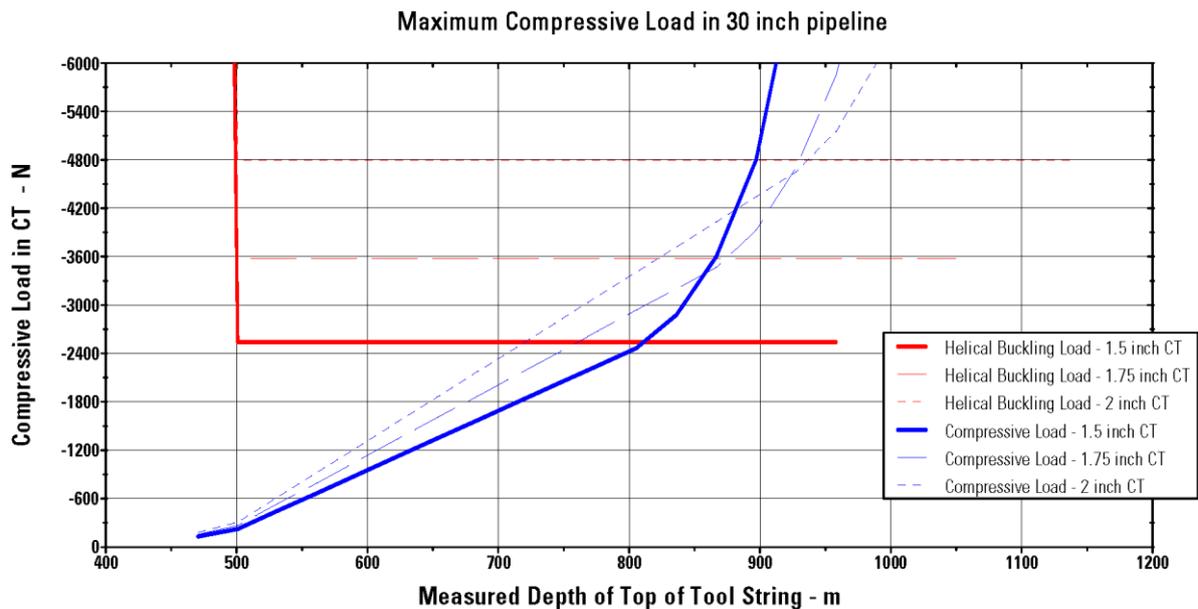


Рис.8 Нагрузки на ГНКТ в трубопроводе диаметром 30 дюймов

На рис.6 представлены результаты исследования для трубопровода диаметром 12 дюймов. Семейство красных кривых на данном графике показывает предельные силы сжатия, при которых наступает спиралевидная деформация для ГНКТ диаметром 1,5 дюйма, 1,75 дюйма, 2 дюйма. Как видно из графика, до глубины 500 м (что соответствует глубине НКТ от дневной поверхности до точки врезки в трубопровод) предел спиралевидной деформации принимает значительную величину, т. к. требуется огромных усилий для сжатия ГНКТ в спираль в сравнительно малом внутреннем пространстве НКТ. После глубины 500 м величина нижнего предела спиралевидной деформации принимает значения в 4000Н, 6000Н, 8000Н для ГНКТ 1,5 дюйма, 1,75 дюйма и 2 дюйма соответственно, т.к. в соответствии с формулой (3) изменяется радиальный зазор между ГНКТ и внутренней стенкой трубопровода, а также жесткость ГНКТ.

Семейство синих кривых показывает величину сжимающих нагрузок, действующих на ГНКТ соответствующих диаметров. Так, для ГНКТ диаметром 1,5 дюйма, точка пересечения сжимающих нагрузок (синяя сплошная кривая) и величина нижнего предела спиралевидной деформации (красная сплошная кривая) находится на глубине 1030 м, что означает начало формирования спиралевидной формы деформации ГНКТ на участке начиная с глубины 1030 м и глубже.

Основные результаты исследования для различных ГНКТ и диаметров трубопровода сведены в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2. Трубопровод 12 дюймов

Диаметр ГНКТ	Предел спиральной деформации, Н	Глубина формирования спиралевидной деформации, м	Глубина спиралевидного запираания ГНКТ, м	Максимальный вес подъема ГНКТ, Н
1,5 дюйма	4186	1030	1263	15274

1,75 дюйма	5894	1142	1445	19450
2 дюйма	7986	1252	1598	23832

Таблица 3. Трубопровод 16 дюймов

Диаметр ГНКТ	Предел спиральной деформации, Н	Глубина формирования спиралевидной деформации, м	Глубина спиралевидного загибания ГНКТ, м	Максимальный вес подъема ГНКТ, Н
1,5 дюйма	3515	943	1141	14560
1,75 дюйма	4973	1030	1293	18389
2 дюйма	6704	1122	1415	22351

Таблица 4. Трубопровод 30 дюймов

Диаметр ГНКТ	Предел спиральной деформации, Н	Глубина формирования спиралевидной деформации, м	Глубина спиралевидного загибания ГНКТ, м	Максимальный вес подъема ГНКТ, Н
1,5 дюйма	2550	810	988	13667
1,75 дюйма	3561	873	1080	16902
2 дюйма	4788	935	1171	20377

Как видно из представленных результатов, с увеличением внешнего диаметра гибкой трубы происходит увеличение длины обрабатываемого участка трубопровода. В тоже время, необходимо принимать во внимание тот факт, что выбор диаметра ГНКТ не является единственным критерием эффективности планируемой операции, т.к. с увеличением диаметра происходит увеличение энергетических и массо-габаритных характеристик установки ГНК, что в условия ограниченного свободного пространства, лимитированных разгрузочно-погрузочных мощностей платформы/судна, а также дополнительные затраты на логистику оказывают значительное влияние на выбор типоразмера гибкой трубы. При данных условиях, наиболее критичной информацией становятся данные о местоположении, размере и протяженности закупоренного участка трубопровода, точность которых позволяет выбрать оптимальную конструкцию ГНКТ из предложенного сортамента гибких труб.

На основании исследования, представляется заслуживающим внимание и требующем дальнейшего исследования вопрос внедрения в конструкцию трубопровода устройств, позволяющих проведение внутритрубных интервенций в наиболее гидратоопасных участках га-

зопровода. Данные устройства (представляющие собой расположенные под углом запорную арматуру) могут быть также использованы для внедрения датчиков давления/температуры/фазы, что позволит получать достоверную информацию о термобарических условиях и режимах течения многофазного потока. Полученная таким образом информация позволит выбрать наиболее эффективный способ эксплуатации подводного трубопровода при транспортировке многофазного продукта.

Литература

Папуша А.Н., Нанкин А.А., Шпак Р.С. Многофазные течения в подводном морском газопроводе со сложным рельефом дна. 2010

A.Zheng. A general string design method for extended-reach and high-pressure applications.// SPE 63251, 2000

J.Wu and H.C. Juvkam.Wold Study of helical buckling of pipes horizontal wells. //SPE 25503, 1993

S.Miska, W.Qiu, Len Volk, J.C.Cunha. An improved analysis of axial force along coiled tubing in inclined/horizontal wellbores.// SPE 37056, 1996

РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗООБЪЕКТОВ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Калашник А. И. (г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра РАН)

The description of the basic directions fundamental and the applied researches which are carried out by Mining Institute KSC RAS for the decision of problems of geodynamic safety oil-gaz-objects of the western sector of the Russian Arctic regions is resulted. The basic idea of conceptual approaches to maintenance of geodynamic safety consists that for each stage of life cycle oil-gaz-objects corresponding special geomechanical and geodynamic researches in which result preventive geosafety actions for algorithm «scheduling - identification of dangers - a risk estimation - working out of recommendations and actions for risk reduction» should be developed and realized should be carried out.

Техногенные аварии и катастрофы последнего времени, спусковым механизмом для которых являлись геодинамические проявления, предопределяют жизненную необходимость развития фундаментальных и прикладных исследований в целях их прогноза и предупреждения.

Западный сектор российской Арктики в ближайшей перспективе будет являться крупным стратегическим центром добычи и транспортирования нефтеуглеводородов. Вводится в эксплуатацию Приразломное нефтяное месторождение, принимаются инвестиционные решения и проводятся предпроектные изыскания для реализации Штокмановского проекта: обустройство месторождения, трубопроводная доставка газа и газоконденсата от подводного добычного комплекса к побережью Кольского полуострова, строительство завода по сжижению природного газа в п. Териберка (в 100 км от г. Мурманска), строительство сухопутной части трубопровода от п. Териберка до г. Волхов с подключением к трубопроводу Nord Stream.

Но наряду с известными сложными арктическими условиями, здесь возможны природно-техногенные геодинамические проблемы как при обустройстве месторождений, так и при добыче и транспортировании нефтеуглеводородов [1]. Северо-восточная часть Балтийского щита, куда входит и Кольский полуостров, является геодинамически активной: здесь инструментально зафиксированы современные интенсивные (до 10 мм в год) поднятия земной коры, четко выделяются сейсмически активные Мурманская и Беломорская сейсмогенные зоны, в пределах которых происходят землетрясения магнитудой 3-4. По данным сейсмологов непосредственно в районе планируемого строительства завода СПГ в начале 20^{го} века произошло землетрясение силой около 7 баллов по шкале Рихтера. В центральной части Кольского полуострова, вследствие крупномасштабных горных работ на Хибинских и Ловозерских месторождениях, произошли индуцированные землетрясения магнитудой свыше 5, приведшие к катастрофическим разрушениям как подземных горных выработок, так и наземных сооружений и коммуникаций. При этом область воздействия землетрясений в десятки раз превышала район ведения горных работ.

Фундаментальные и прикладные исследования для решения задач геодинамической безопасности нефтегазообъектов западного сектора российской Арктики институтом развиваются по следующим направлениям [2]:

Информационное обеспечение решения задач геодинамической безопасности нефтегазообъектов.

Исследование закономерностей процессов техногенного деформирования при добыче углеводородного сырья и механизмов геодинамических проявлений природно-техногенного характера.

Разработка методологии геодинамического мониторинга объектов трубопроводного транспортирования, хранения и переработки нефтеуглеводородов.

Исследование динамики состояния дамб нефтешламохранилищ и хвостохранилищ в процессе их заполнения в целях обоснования их устойчивости и систем мониторинга.

Выявление особенностей структуры природно-технических систем на основе их глубинного зондирования и мониторинга

В комплексе исследований механизмов формирования и реализации опасных геодинамических проявлений разработаны научно-методические основы информационного обеспечения решения задач геодинамической безопасности освоения нефтегазовых месторождений Баренцрегиона (рис.1), заключающиеся в формировании баз данных и знаний и последовательном построении концептуальной, геомеханической и расчетной моделей нефтегазовой природно-технической системы [3, 4].



Рис.1. Когнитивная структура информационного обеспечения решения задач геодинамической безопасности при освоении нефтегазовых месторождений

Выполнено компьютерное моделирование процессов техногенного деформирования продуктивного коллектора и перекрывающего массива горных пород применительно к предстоящей добыче газа на Штокмановском газоконденсатном месторождении. На основе результатов моделирования установлены, в частности, закономерности деформирования геологической среды, заключающиеся в объемном уплотнении продуктивного пласта, приводящем к регрессивному прогибу (проседанию) морского дна и значительным субгоризонтальным деформациям и перемещениям придонных слоев грунтов и пород [5]. Сделан предварительный прогноз, что для условий ориентировочно десятилетней разработки Штокмановского месторождения проседание морского дна может составить 3-5м, что обусловит развитие взаимосвязанных геодинамических проявлений: сейсмичность, оползни и сдвигения придонных

грунтов, формирование зон уплотнений и разуплотнений, трещиноватости, образование газовых каналов, активизация глубинных разломов и др. (рис. 2).

Разработана системная структура геодинамического мониторинга добычи, хранения и трубопроводного транспортирования углеводородного сырья в Баренцрегионе, учитывающая тектонофизические особенности региона и включающая комплексы натуральных измерений потенциально-опасных зон соответствующими методами контроля, прогнозных расчетов, экспертных оценок природных и техногенных воздействий на нефтегазообъекты в целях прогнозирования и обнаружения на ранних стадиях признаков возникновения опасных деформационных процессов для принятия управляющих решений и превентивных мероприятий [6, 7].

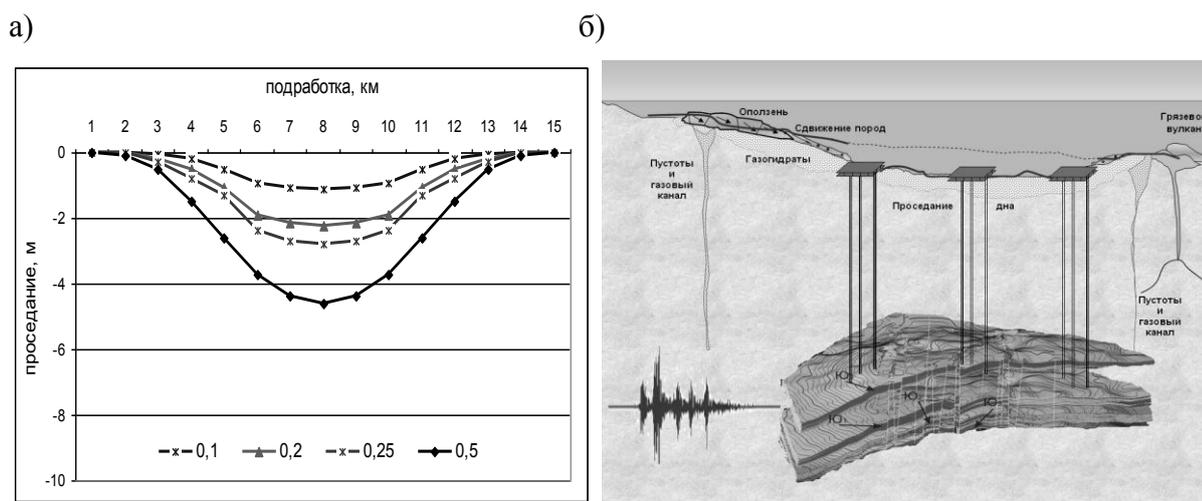


Рис.2. Модельное отображение техногенного деформирования и геодинамических проявлений при отработке Штокмановского газоконденсатного месторождения: а) расчетное проседание морского дна; б) геодинамические проявления

С применением численных расчетов на основе метода конечных элементов выполняется компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния гидротехнического сооружения - насыпной дамбы нефтешламохранилища на примере одного из предприятий Кольского полуострова [8]. Выявлены особенности деформирования дамбы при изменении уровня хвостохранилища от минимального до максимального (гребня дамбы). Результаты моделирования заверены данными натуральных определений состояния тела дамбы георадарным методом, что позволило скорректировать модельные представления и детально трассировать депрессионную плоскость. Построены геомеханическая и фильтрационная модели «хвостохранилище-дамба» как единой гидротехнической системы. Рассмотрены возможности комплексирования компьютерного моделирования и георадарного метода для оценки состояния и мониторинга дамб хвостохранилищ и других гидротехнических сооружений горнотехнических объектов.

С применением современных георадарных технологий на основе подповерхностного зондирования и мониторинга выявлены особенности структуры природно-технических систем Хибинского и Ковдорского породных массивов, центральной части Кольского полуострова по трассам магистрального газопровода «Териберка-Волхов», ряда горнотехнических объектов,

фундаментов и котлованов/площадок под строительство гражданских и промышленных объектов [9].

Основная идея концептуальных подходов к обеспечению геодинамической безопасности заключается в том, что для каждого этапа жизненного цикла нефтегазообъекта должны выполняться соответствующие специальные геомеханические и геодинамические исследования, в результате которых должны разрабатываться и реализовываться превентивные геобезопасные мероприятия по алгоритму «планирование работ - идентификация опасностей - оценка риска - разработка рекомендаций и мероприятий по уменьшению риска».

Для обеспечения геодинамической безопасности работ и устойчивости конструкций и нефтегазовых объектов в западном секторе российской Арктики и трубопроводного транспортирования углеводородного сырья необходимо проведение специальных геомеханических исследований, включающих в себя [2, 10]: оценку геодинамического режима региона добычи и хранения нефтеуглеводородов, а также по трассам трубопроводов; оценку исходного напряженно-деформированного состояния пород коллектора и вмещающего массива; выявление тенденций и механизмов техногенного деформирования пород коллектора и перекрывающих толщ; оценку и анализ геодинамических рисков; обоснование геобезопасного расположения нефтегазообъектов и разработку превентивных геобезопасных мероприятий по обеспечению безопасности добычных и транспортных работ и устойчивости основных конструкций и сооружений; геодинамический мониторинг добычи и транспортирования углеводородного сырья.

Литература

Мельников Н.Н., Калашник А.И. Шельфовые нефтегазовые разработки западного сектора российской Арктики: геодинамические риски и безопасность / Газовая промышленность. Изд. «Газоил пресс», «Газовая промышленность», 2011, Спецвыпуск 661, с.46-53.

Мельников Н.Н., Калашник А.И. Шельфовые нефтегазовые разработки: геомеханические аспекты. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009, 140 с.

Калашник А.И., Калашник Н.А. Автоматизированная база данных «Нефтегазовый Шельф Баренцрегиона / ГИАБ, № 4, 2008, с. 353-362.

Калашник А.И., Калашник Н.А. Геоинформационное обеспечение освоения шельфовых нефтегазовых месторождений Баренцрегиона / Геоинформатика, 2007, №4, с.12-16.

Калашник А.И., Калашник Н.А. Геодинамические аспекты освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения / Газовая промышленность. Изд. «Газоил пресс», «Газовая промышленность», 2009, №12, с. 36-40

Козырев А.А., Калашник А.И., Каспарьян Э.В., Савченко С.Н. Концепция организации геодинамического мониторинга нефтегазовых объектов западного сектора Российской Арктики / Вестник МГТУ: Тр. Мурман. гос. тех. университета, 2011, Т.14, № 3, с.587-600.

Мельников Н.Н., Калашник А.И. Геодинамические аспекты освоения шельфовых нефтегазовых месторождений (на примере Баренцрегиона) / Геоэкология, 2010, №4, с.291-301.

Калашник Н.А. Моделирование гидротехнических сооружений при ведении горных работ / сб. тр. IV Уральского горнопромышленного форума. Горное дело: Технологии. Оборудование. Спецтехника. Екатеринбург: Изд.АМБ, 2011, с.197.

Мельников Н.Н., Калашник А.И. Инновационные георадарные технологии изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем / Вестник КНЦ, 2010, №3, с.4-8.

Мельников Н.Н., Калашник А.И., Савченко С.Н., Калашник Н.А. Научно-технические аспекты геодинамической безопасности нефтегазообъектов западного сектора российской Арктики / Горный журнал, 2010, №9, с.51-54.

О ПРЕПОДАВАНИИ РЯДА ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ПРОФИЛЯ «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»

Мохов Г. В., (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Участвуя в подготовке специалистов по профилю «Нефтегазовое дело», хочу поделиться своим мнением об этой работе.

На мой взгляд, подготовка должна вестись по заранее согласованному с преподавателями кафедры плану и учитывать определенную стадийность.

На первой стадии студентам II курса (III семестр) я читаю курс «Общее устройство морских буровых установок и морское дело». Первоначально студенты знакомятся с общим порядком, установленным для работы специалиста в море. Это возрастные параметры (старше 18 лет), медицинские показатели (морская комиссия для выхода в море), предварительная морская подготовка (сдача экзамена по СОЛАС), правила доставки на МНГС (на попутном судне, на самолете в порт базирования и т. п.), знания по ТБ и ОТ (сдача экзаменов в организации), знания по специальности, подтверждаемые соответствующими документами, общий порядок подготовки для работы в море (набор необходимых вещей для пребывания на МНГС) и т. п. Далее студенты знакомятся с общим устройством МНГС, с правилами ориентации в судовых помещениях, с общими правилами и порядком работы на МНГС в составе группы специалистов. Со студентами проводится разбор возможных событий, проводится деловая игра по решению возникающих ситуаций. Эти занятия проводятся на основе разработанного мною пособия «Безопасность жизнедеятельности при проведении работ на МНГС», при этом многие студенты приносят соответствующие документы, доставшиеся им от родителей, которые ходят в море, и мы используем их в своей работе.

Далее мы изучаем опыт зарубежных стран, приступивших в 50-60 –е годы прошлого века к освоению месторождений Северного моря, очень схожих с месторождениями нашего Арктического шельфа. Этот опыт изучается на основании документа «Обзор истории разработки нефтепромыслов на Северном море. Обнаружившиеся проблемы и некоторые недавние технические разработки» авторов Т. Инграма и В. Саттона, выпущенного фирмой Бритиш Петролеум Компании Лимитед, БРИТМОРНЕФТЕГАЗ в 1979 году.

Затем мы обращаемся к книгам С. Г. Скрыпника, В. В. Бородавкина, В. Г. Макарова, А. Б. Золотухина, Р. И. Вяхирева, посвященным различным аспектам проблемы освоения шельфа Арктики. Однако не все задуманное авторами воплощается в жизнь, мы берем их лучшие идеи и продолжаем знакомство с различными реально существующими типами МНГС. При этом мы изучаем их конструкции по отчетной документации СПБУ «Мурманская», ППБУ типа «Шельф», БС «Валентин Шашин», рассматриваем чертежи, пытаемся разобраться во взаимосвязи помещений, оборудования и технологии производства работ. Большое значение имеет посещение указанных объектов с экскурсиями, которое проводится по мере возможности и дает студентам первое впечатление о МНГС, обычно весьма впечатляющее.

Мы изучаем также конструкции других типов МНГС, таких как установки типа TLP, SPAR, SEVAN. Здесь приходится обращаться к помощи новинок зарубежной технической литературы, например «Глубоководная разведка и добыча нефти» У. Леффлера, «Цвет нефти» М. Экономидеса, «Добыча нефти» Ф. Грея, и современных отечественных и зарубежных журналов нефтегазового профиля. При этом я пытаюсь находить контакты с преподавателями английского языка и привлекать к работам по переводу некоторых интересных статей наших студентов.

В завершении курса мы знакомимся с конструкцией и тактико-техническими данными танкеров и судов – газовозов, которые перевозят углеводородное сырье. Здесь на помощь преподавателю приходят современные научно-технические журналы, такие, как «Популярная механика» и др., а также издание «Океанотехника и морские работы на шельфе» авторов Караева, Разуваева и Портного. Учитывая большой объем этого издания и его малое количество в библиотеке МГТУ, есть намерение подготовить по этой теме учебное пособие в текущем году или с переходом на будущий год.

Я считаю, что данный курс дает определенное представление о морской добыче УВС. Большую помощь при этом я получаю от сотрудников читальных залов университета – естественно-научного и технического - предоставляющих свежую информацию по запрашиваемым проблемам. При этом хочу отметить, что в содружестве с ними организуются встречи и консультации библиотечных работников студентам-дипломникам нашей кафедры на стадии написания ими ВКР, студенты привлекаются к чтению научно – технических журналов нашего направления, таких как «Газовая промышленность», «Нефтегазовые технологии» и т. п..

Далее, во время IV семестра, я преподаю студентам того же курса дисциплину «Буровые комплексы». Эта дисциплина ориентирует студентов на будущую специальность, потому что знакомит студентов с конкретным буровым оборудованием. Мы изучаем практически все элементы буровой установки, здесь значительную помощь оказывают студентам разработанные мною рабочая тетрадь по «Буровому оборудованию» (уже выпущено ее второе издание) и учебное пособие «Буровые комплексы». В рабочей тетради и учебном пособии представлены материалы по конструкции оборудования, его составных частей и принципу действия, за время учебы студенты должны ознакомиться с этими материалами и сдать их преподавателю по отдельным темам, получив соответствующую запись в рабочей тетради. Тетрадь впоследствии остается у студента и вполне может оказать ему помощь при дальнейшем обучении. В этом же семестре студенты выполняют курсовую работу по «Буровым комплексам», в планах написать методичку по правилам его выполнения, а пока я предоставляю сведения по выполнению курсового проекта индивидуально каждому студенту. Я считаю достаточным количество материала по дисциплине «Буровые комплексы», только как-то странно получается, что изучение студентами – нефтяниками дисциплины «Детали машин», на которой во многом основывается дисциплина «Буровые комплексы» и которая читается преподавателями кафедры «Техническая механика», происходит в V семестре. Это, на мой взгляд, недостаток при составлении учебных планов, который необходимо ликвидировать...

По дисциплинам нефтегазового комплекса в V семестре я читаю студентам курс «Оборудование для промывки и крепления скважин». Важность этого курса подтверждается тем, что дисциплина «Буровые растворы» читается студентам на самых первых стадиях обучения, уже на I курсе, и им надо ознакомиться с оборудованием для приготовления этих растворов. По курсу также имеется разработанная мною рабочая тетрадь, по которой усваивается материал, подготовлено и согласовано со специалистами АМНГР учебное пособие в электронном виде, но оно по ряду причин не получило дорогу в жизнь нашего университета. По мере изучения материала студенты сдают изученные темы преподавателю, получают соответствующую запись в рабочей тетради. Тетрадь остается у студента, и он вправе использовать ее при дальнейшем обучении. Ведь практически на каждой буровой есть должность специалиста по буровым растворам, которую смогли бы занимать и наши выпускники при достаточном изучении данного предмета и при наличии большего времени в учебных планах на эту дисциплину. К нам были обращения по этому поводу, ряд наших выпускников работают в этих должностях, например Миронов и Милотин...

Я заканчиваю преподавание дисциплин нефтегазового комплекса, читая второй год дипломникам в VIII семестре дисциплину «Аварии и осложнения при бурении». Задача курса - дать

представление студентам о возможных ситуациях в процессе бурения скважин, которые осложняют этот процесс и приводят к авариям при его осуществлении. Здесь же студенты знакомятся с образцами ловильного инструмента и правилами их использования. В планах на будущий год – создание пособия по этой дисциплине с атласом конструкций ловильного инструмента, учитывая то, что иллюстрированный перечень ловильного инструмента приводится только в специализированной литературе, например в пятитомном издании «Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации» авторов .Басарыгина, Будникова и Булатова

Одновременно я читаю схожие дисциплины студентам специальности «Физпроцессы...».

Естественно, что в процессе работы замечаю пробелы в знаниях студентов, например, для меня откровением было неумение отдельными студентами читать чертежи. Поэтому приходится снижать свои требования к студентам в надежде, что когда-то придется им самим заняться проблемой изучения чертежей и умения в них разбираться.

В процессе работы я стараюсь постоянно общаться со студентами, привлекать их по мере возможности к изготовлению плакатов, макетов и моделей по преподаваемым мной дисциплинам. Здесь могу отметить студентов Дм. Гладченко; 4 курс Н, Даниленкова и Хруленко, Усманову 3 курс Н; Ястребова и Кильдюшкина, 2 курс Н; Кузнецова, Крижова и Васильева . 1 курс Н; Кирченкова, Фп5, Безгласного, Олейника, Новикова, Лебедева и Корнилова, ФП4.

Хочу высказать свое суждение о ВКР. Содержанием этой работы должно быть, по-моему, отражение того, чему научили студента за время пребывания в университете, и того, чем он будет заниматься на практике, после получения диплома. По объектам профессиональной деятельности выпускника по ГОС предусматривается выполнение профессиональных задач по производственно-технологической деятельности (ПТД) – 9 пунктов, организационно-управленческой деятельности (ОУД) – 3 пункта, экспериментально-исследовательской деятельности (ЭИД) – 3 пункта, проектной деятельности (ПД) – 4 пункта. (См. приложение). Мне кажется, что этому аспекту пока не уделяется достаточного внимания даже в масштабах университета.

Буквально на-днях я получил лестный отзыв от Р. Шпака, выпускника нашей кафедры, который сейчас обучается в Норвегии. Он рассказал, что им читают норвежцы лекции по морским и сухопутным буровым установкам, для многих студентов это абсолютно новый материал. Роман сказал, что все это помнит из прочитанных мною лекций и выражал мне благодарность от себя и от С. Щebetова, нашего выпускника и выпускника РГГУ, за проделанную мной работу...

Вот, вкратце, те проблемы, которые я хотел осветить в своем выступлении. С благодарностью выслушаю замечания и предложения коллег по озвученному мной материалу и по мере возможности постараюсь их учесть в дальнейшей работе.

ТРАНСПОРТИРОВКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗА СО ШТОКМАНОВСКОГО ГКМ ПОДВОДНЫМ ТРУБОПРОВОДОМ.

Шишко А. Л. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МССиМНГД)

Аннотация. В настоящей работе представлены сравнительные проектные решения транспортировки многокомпонентного газа со Штокмановского ГКМ, которые выполнены по двум методикам:

стандарты ОНТП

уточненная методика расчета

Ключевые слова: многокомпонентный газ, подводный трубопровод, нормы ОНТП, распределение температур, распределение давления, гидраты

В качестве исходных данных были приняты данные по производительности и физико-механические параметры подводного трубопровода: длина трубопровода 550 км; максимальная глубина на месторождении 350 м; а данные вдоль трассы трубопровода приведены как массив данных; диаметр трубопровода 1020×27 мм.

Технологические параметры подводного трубопровода:

производительность трех ниток трубопровода 90×10^9 м³/год;

производительность одной нитки трубопровода на первой стадии освоения составляет примерно 90×10^6 м³/сутки;

давление газа на технологической платформе составляет 22 МПа.

В настоящее время принято несколько схем проектирования подводных технологических трубопроводов, в том числе и со Штокмановского ГКМ, которые выполняются различными программными средствами и на различной методической базе, что в свою очередь ставит вопрос о сравнимости различных проектных решений, выполненных по различным методикам и их пригодности для будущих работ по обустройству Штокмановского ГКМ.

Как известно [2,3], по нормам ОНТП были спроектировано большинство отечественных магистральных трубопроводов и эти нормы являются базисными при решении вопросов транспортировки газа подводными трубопроводами, включая и подводный трубопровод со Штокмановского ГКМ.

Используя как основу нормы ОНТП [1] были получены следующие зависимости:



Рис.1 Распределение давления по длине трубопровода по нормам ОНТП.

Как видно из приведенного графика, уменьшение давления в трубе вдоль трубопровода примерно соответствует характеру падения давления, которые рассчитываются по нормам ОНТП. Конечное давление достаточно для поддержания технологического режима работы береговых устройств завода по сжижению газа.

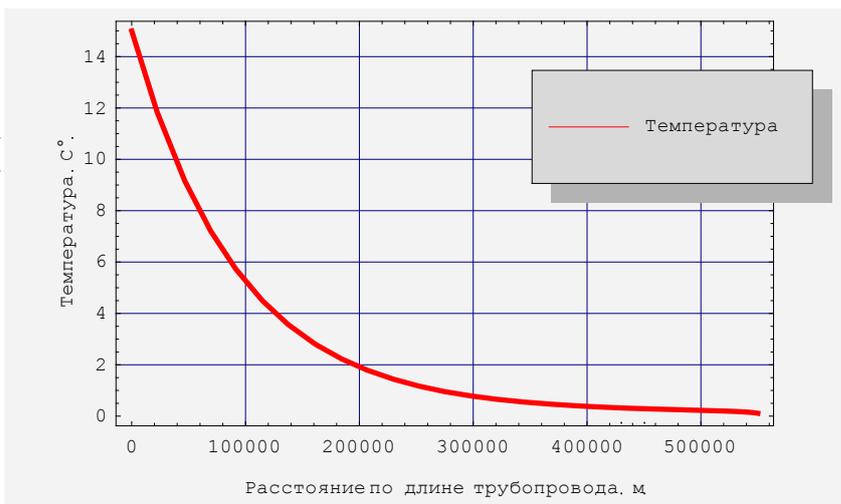


Рис.2 Распределение температуры по длине трубопровода по нормам ОНТП.

Как видно из представленного графика, температура также как и давление понижаются по трассе, причем градиент понижения температуры меньше чем градиент давления.

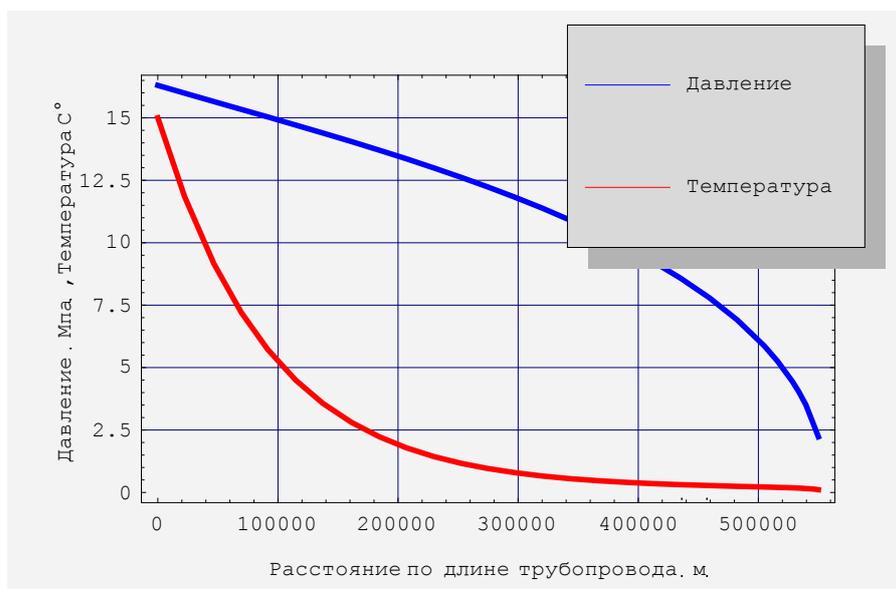


Рис.3 Совмещенный график распределения температуры и давления по нормам ОНТП.

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи газ на береговые комплексы завода по сжижению газа и на береговую компрессорную станцию для дальнейшей транспортировки газа в район г. Волхова. Температура газа падает примерно до нуля, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Из полученных проектных решений для подводного трубопровода со Штокмановского ГКМ трубой 1020 мм видно, что учет реальных физических свойств газа позволяет проектировать подводный газопровод производительностью 30 млрд. м³ в год с рабочим давлением на технологической платформе равным 16.3 МПа.

Проектные решения основанные на нормах ОНТП дают рабочее давление на платформе 23.8 МПа, а проектное решение по уточненной методике, которая учитывает изменение реальных свойств газа, рассчитанных по нормам ОНТП, приводит к уменьшению рабочего давления примерно на 7 МПа, что существенно уточняет проектное решение для морского месторождения.

При использовании уточненных методик расчета (см.например [5]), были получены следующие зависимости:

При постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений

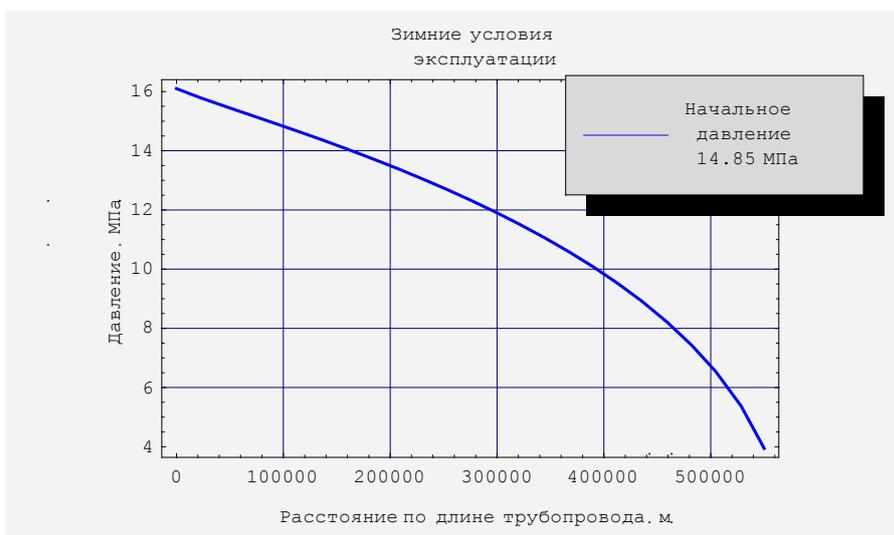


Рис.4 Распределение давления по длине трубопровода по уточненной методике расчета при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений.

Как видно из приведенного графика распределение давления в трубопроводе по виду незначительно отличается от подобного распределения давления, но при переменном сопротивлении движению газа в трубе. Падение давления на выходе на береговые комплексы примерно равно 2 МПа, что соответствует условиям работы, например, завода по сжижению природного газа в п. Териберка.

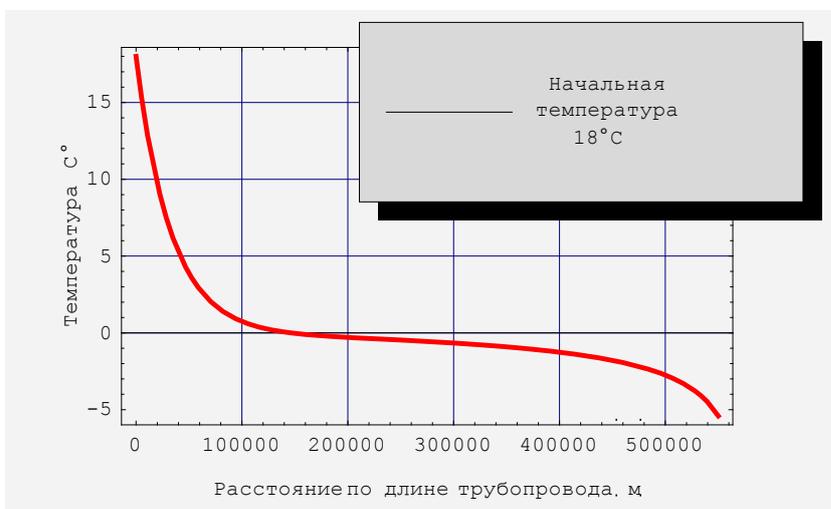


Рис.5 Распределение температуры по длине трубопровода при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений .

Как видно из представленных графиков, распределение температуры вдоль трассы подводного газопровода, которые были рассчитаны из условия постоянства гидравлических сопротивлений, значительно отличаются от подобного распределения, но которое было получено по стандартным нормам ОНТП при условии зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Основное отличие состоит в том, что без учета зависимости реологических свойств газа от давления и температуры, температура газа понижается ниже 0°С на расстоянии примерно

200 км от морского месторождения. В то время, как с учетом этих свойств, температура газа понижается ниже 0°C на расстоянии 500 км от технологической платформы.

Таким образом, из представленных проектных решений видно, что распределение отрицательных температур по подводной дистанции транспорта газа, точки понижения температуры газа ниже нуля, отличаются более чем на 300 км, что несомненно является существенным различием в различных подходах к проектированию подводных трубопроводов.

Кроме того, моделирование распределения температур по различным методикам дает и разные ответы на минимальную температуру на береговом комплексе, в конце подводного участка трубопровода. В итоге получаем, что разница температур на береговом участке подводного газопровода составляет -4°C .

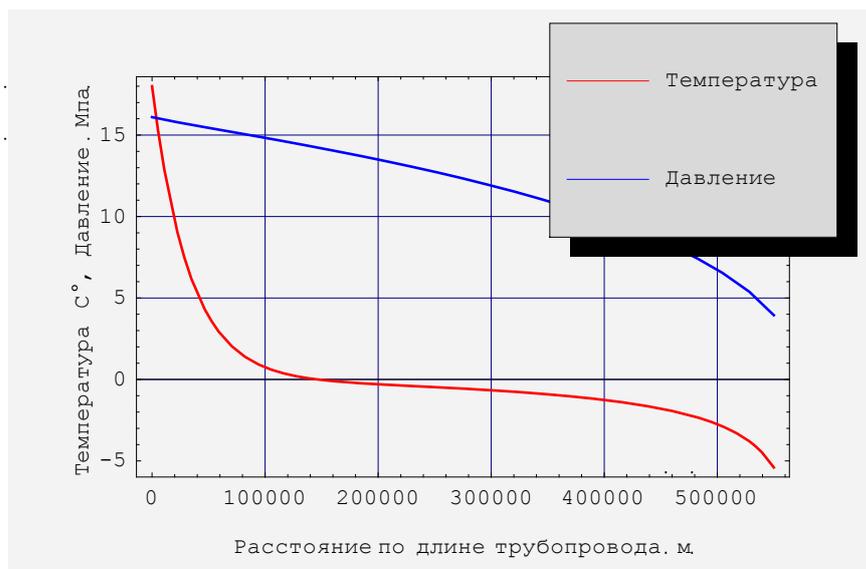


Рис 6. Совмещенный график распределения температуры и давления при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений.

Из представленных общих решений в виде совмещенных графиков распределения давления и температуры вдоль трубопровода видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для береговых комплексов, а температура газа падает ниже нуля, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

С учётом эффекта Джоуля-Томпсона

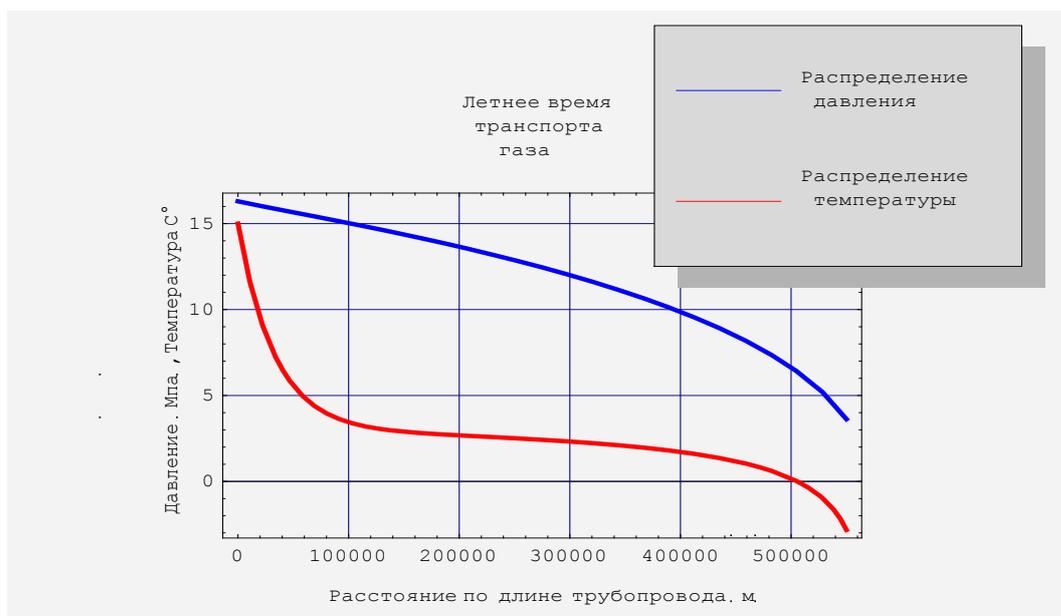


Рис 7. Совмещенный график распределения температуры и давления с учётом эффекта Джоуля-Томпсона

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи на компрессорную станцию или на береговые комплексы по сжижению природного газа, а температура газа падает ниже нуля на расстоянии примерно 50 км от берега, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Очевидно, что даже незначительное увеличение начального давления на технологической платформе на 1.65% изменило распределение температуры кардинально, так что температура газа выше нуля практически на всем протяжении подводного газопровода.

Кроме того, падение температуры ниже нуля на расстоянии 50 км от берега может способствовать образованию гидратов на внутренней поверхности стенки трубы. Кроме того на внешней поверхности стенки трубопровода может происходить обледенение ее поверхности, которое приводит к образованию наледенений на грунте и соответственно его промерзанию и образованию каверн на дне моря вдоль трассы трубопровода.

Учет зависимости вязкости газа от давления и температуры

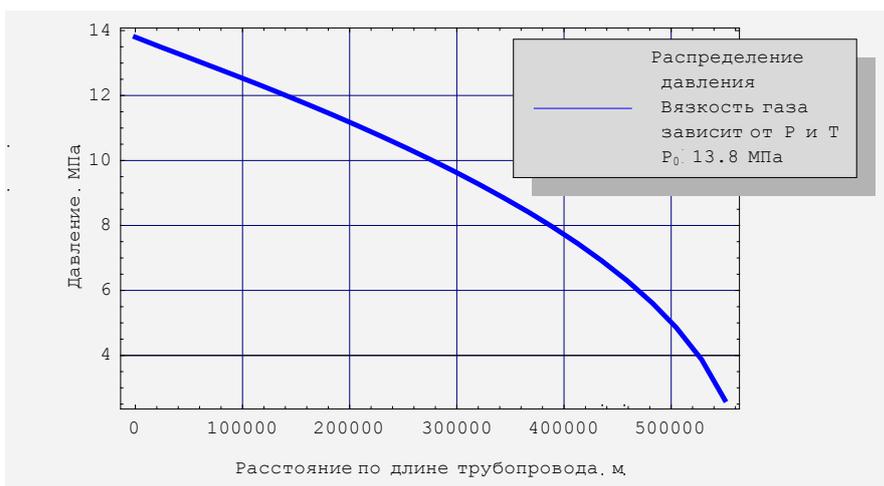


Рис.8 Распределение давления по длине трубопровода с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Как видно из приведенного графика, распределение давления вдоль трассы газопровода в целом соответствует характеру падения давления, которое следует из классических представлений о распределении давления на линейном участке газопровода. При этом конечное давление газа равно 2 МПа является приемлемым для начальных давлений которым должны удовлетворять начальные давления на береговых комплексах по переработке газа.



Рис.9 Распределение температуры по длине трубопровода с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Как видно из представленного графика, температура газа даже в летнее время транспортировки падает ниже 0°C на последних 50 км трассы подводного трубопровода. также как и давление понижаются по трассе, причем градиент понижения температуры меньше чем градиент давления.

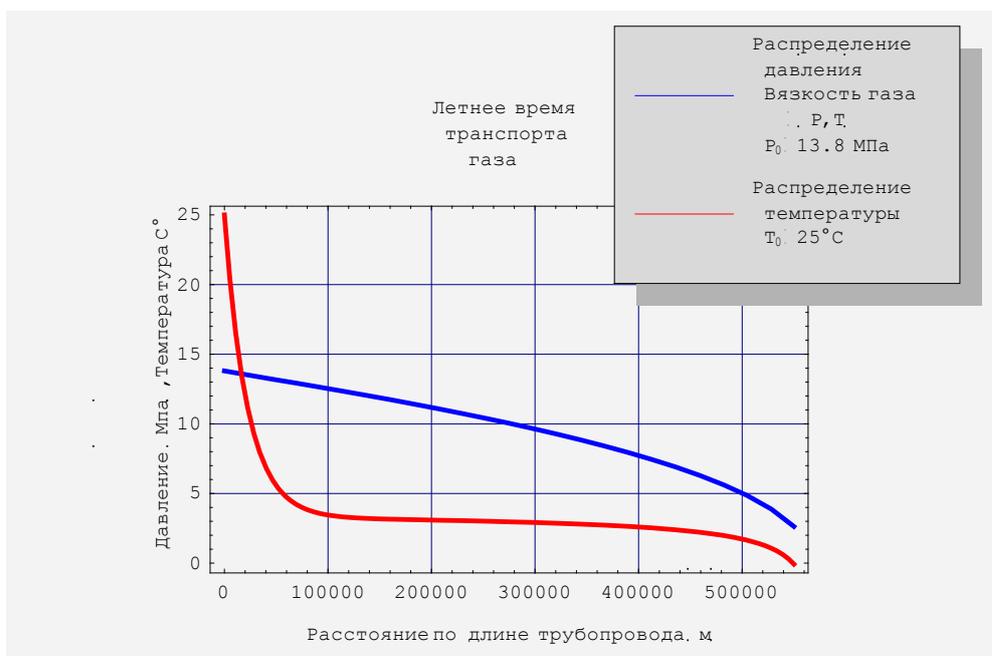


Рис 10. Совмещенный график распределения температуры и давления с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи на компрессорную станцию или на береговые комплексы по сжижению природного газа, а температура газа падает и становится близкой к нулю на расстоянии примерно 50 км от берега, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Кроме того, падение температуры ниже нуля на расстоянии 50 км от берега может способствовать образованию гидратов на внутренней поверхности стенки трубы. Кроме того на внешней поверхности стенки трубопровода может происходить обледенение ее поверхности, которое приводит к образованию наледенений на грунте и соответственно его промерзанию и образованию каверн в грунте на дне моря вдоль трассы трубопровода.

Заключение

В итоге, из сравнительного анализа проектных решений следует, что близость их параметров приводит к правильным проектным решениям только на начальной стадии проектирования (без учета явлений гидратообразования и без пробкового режима транспортировки). Для окончательных решений необходимо применение усовершенствованной методики учитывающей взаимосвязанность термобарических полей в подводном трубопроводе.

Литература

Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Ч. 1. ОНТП 51-1-85. Мингазпром. –М.: 1985. – 220 с.

В.Е. Губин. , В.В. Губин. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. М.: Недра, 1982. -296 с.

А.Н. Папуша. Проектирование морского подводного трубопровода: расчет на прочность, изгиб и устойчивость морского трубопровода в среде Mathematica. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”; Институт компьютерных исследований, 2006. – 238 с.

М.Г. Сухарев, А.М. Карасевич. Технологический расчет и обеспечение надежности газо- и нефтепроводов. М.: Нефть и газ, 2000. – 272 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Герасимова О. В., Папуша А. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract:

Field: transport, distribution of gases.

Object of research relates to underground storage of liquefied natural gas to accumulate and supply it at consumption periods. Underground cylindrical storage tank contained LNG under temperature field of air and soil is considered. Period of temperature impulse is about One month.

Effect: simplified LNG UGS construction, reduced costs, higher safety.

Рассматриваемый в данной работе вопрос относится к системе хранения и резервирования сжиженного природного газа (СПГ, англ. LNG — liquefied natural gas).

СПГ хранится в резервуарах при температуре -161 C° и давлении близком к атмосферному.

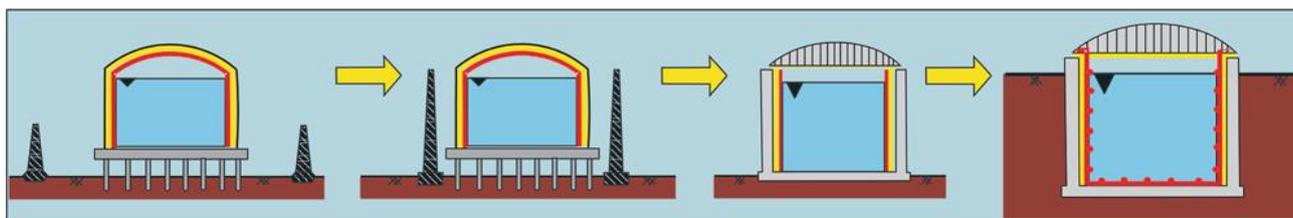


Рис. 1. Эволюция конструкции резервуара для хранения СПГ объемом от 50 до 200 тыс.куб.м

1 и 2 - металлические наземные криогенные резервуары, содержащие двойную металлическую стенку с экранно-вакуумной или порошково-вакуумной или с засыпной теплоизоляцией.

Одним из недостатков данных конструкций резервуаров является низкая эффективность теплоизоляции резервуара, находящейся в зависимости от сезонного колебания температуры окружающей среды.

3 – металлический (алюминевый) криогенный резервуар, содержащий одинарную металлическую стенку с наружной теплоизоляцией из пенопласта и полиуретана, установленного в бетонном цилиндрическом котловане закрытом бетонным куполом.

Одним из недостатков данной конструкции является то, что теплоизоляция резервуара допускает промерзание приповерхностных слоев земли и бетонного купола, что экологически небезопасно, кроме того, периодическое сезонное промерзание грунта вызывает его пучение и разрушение конструкции бетонного купола и обделки сооружения.

4 – заглубленное хранилище сжиженного природного газа. Верхний край хранилища расположен на уровне поверхности земли или же расположен ниже уровня земли. Хранилище содержит расположенный на основании несущий бетонный резервуар, теплоизолированный.

Одним из недостатков данной конструкции является большой процент испарения газа в сутки, вследствие больших переменных теплопритоков от атмосферного воздуха со стороны купола и приповерхностных слоев грунта.

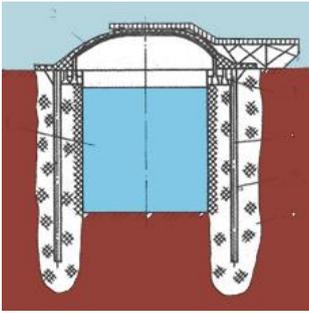


Рис.2. Льдопородный резервуар для хранения СПГ

Льдопородный резервуар - резервуар, расположенный ниже уровня земли в замороженном грунте без обделки и без теплоизоляции, покрытый куполообразной металлической кровлей с теплоизолирующим слоем.

Некоторые недостатки данной конструкции:

1. Постоянный поверхностный обмерзший слой грунта и его сезонное оттаивание вдали от хранилища, что приводит к пучению грунта
2. Низкая надежность ввиду возможного размораживания его верхних слоев при малых количествах хранимого СПГ
3. «Неэкологичность», вследствие промерзания верхних слоев грунта с последующим их пучением

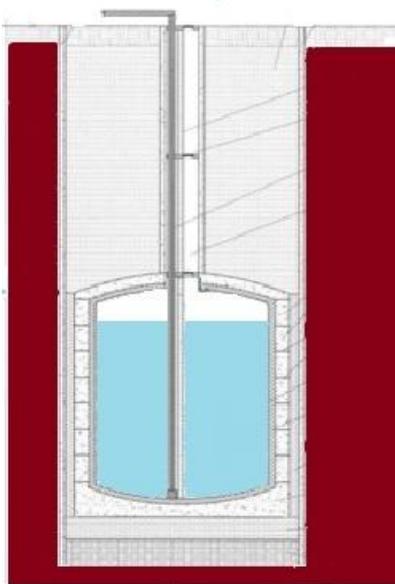
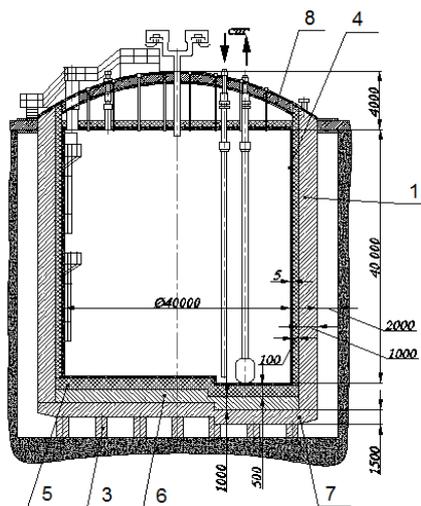


Рис. 3. Подземное хранилище СПГ

Подземное хранилище СПГ, расположенное ниже уровня земли на отметке, предотвращающей промерзание поверхности земли, огражденное по периметру от массива грунта бетонной стеной типа «стена в грунте», содержащее расположенный на основании из уплотненного грунта и теплоизоляционной прослойки железобетонный резервуар, по наружной боковой поверхности окруженный податливой прослойкой, изнутри теплоизолированный.

Недостатком является невозможность периодического обследования состояния резервуара и проведения профилактического ремонта.

В данной работе предложена конструкция железобетонного резервуара ёмкостью 50 000 м³, расположенного на уровне земли в грунте, с воздушной изоляцией между бетонной стенкой и грунтом, покрытого куполообразной железобетонной кровлей с теплоизолирующим слоем и проведено исследование данной конструкции на эффективность теплоизоляции.



№	Наименование
1	Железобетонная стена
2	Железобетонное основание
3	Железобетонный столбчатый фундамент
4	Внутренний стальной корпус
5	Пенополиуретановая теплоизоляция
6	Железобетонное дно
7	Железобетонное основание
8	Железобетонная крыша

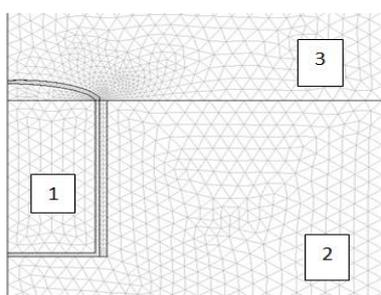
Рисунок 4. Железобетонный резервуар, заглубленный в грунт

Проведен расчет температурного поля данного резервуара в модуле Heat Transfer (теплопередача) программы Comsol Multiphysics:

Построена упрощенная осесимметричная трехмерная модель проектируемого резервуара.

Сгенерирована конечноэлементарная сетка.

Заданы граничные условия



Температуры (С°):

Продукта (СПГ) = -162

Грунта (гранит) = +6

Воздуха (вне резервуара) = +20

Рисунок 5. Конечноэлементарная сетка

Проведен расчет методом конечных элементов по приведенному уравнению теплопроводности:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k \nabla T) = Q + q_s T$$

k-

тепло-
проводность материала

провод-

ρ-

плотность

Cp

-теплоёмкость

qs

- коэффициент конвективного теплообмена

Q -

интенсивность теплообразования в единице объема

T - температура

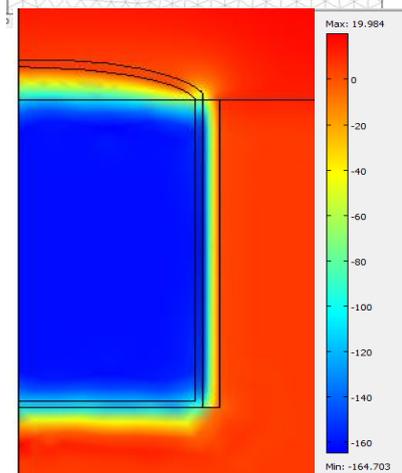


Рисунок 6. Распределение температуры

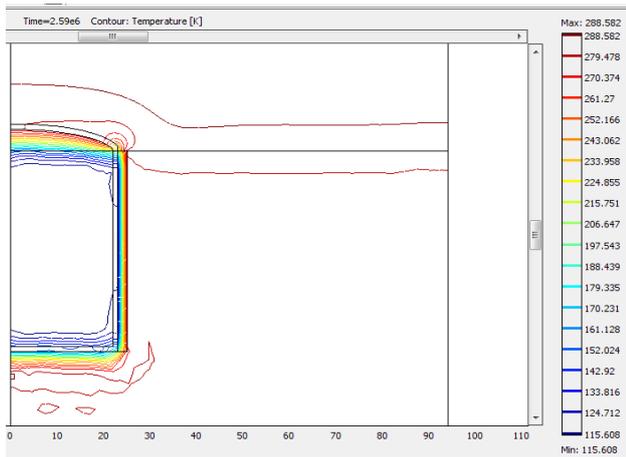


Рисунок 7. Изотермы

Анализ полученных результатов показал:

В районе непосредственного соприкосновения бетонного основания резервуара с грунтом будет происходить большая теплопередача, которая приведет к промерзанию грунта и вызовет его пучение, что в итоге разрушит дно резервуара.

Под бетонной крышей резервуара, будет также проходить активный теплообмен, который приведет к повышенному процессу испарения СПГ.

В районе бетонной стенки резервуара виден наименьший процесс теплообмена. Присутствие воздуха, имеющего очень низкий коэффициент теплопроводности, между стеной резервуара и грунтом позволяет избежать его промерзания и пучение.

По результатам выполненной работы предлагается для хранения СПГ строительство железобетонного резервуара (рисунок 8), расположенного ниже уровня земли в грунте - 1; покрытого куполообразной железобетонной кровлей, находящейся под землей - 2; имеющего воздушную изоляцию между бетонной стенкой, грунтом и кровлей - 3; покрытого железобетонным настилом с теплоизоляцией - 4. Внутреннее воздушное пространство позволит проводить профилактические исследования и ремонт резервуара.

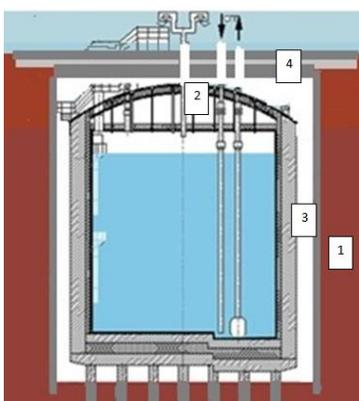


Рис. 8. Подземный железобетонный резервуар

Литература

Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84)

Б.С. Рачевский «Сжиженные углеводородные газы» - М.:Изд-во «Нефть и газ», 2009

А.Н. Лазарев Описание изобретения к патенту «Подземное хранилище сжиженного природного газа»

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ УТЕЧЕК ГАЗА ИЗ ПОДВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ, ОБРАЗОВАННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

Русинов А. А., Чиглинцева А. С. (г. Бирск, Бирская государственная социально-педагогическая академия, кафедра математического анализа и прикладной математики, Бирск, Бирская государственная социально-педагогическая академия, кафедра математического анализа и прикладной математики)

In this work the technological scheme is offered and constructed mathematical model which describes physical and chemical processes of hydrate's formation in a vertical well. The results which can be used at creation of technologies on liquidation of leaks and emissions of gas from the underwater sources formed as a result of failures of oil and gas wells are received.

В современном мире возникла новая проблема, связанная с техногенными авариями – утечка газа из скважин в морских глубинах. Для устранения такого рода аварий различными нефтяными и газовыми компаниями, а также ведущими учёными предлагаются десятки, сотни и даже тысячи идей, многие из которых не находят применения. Поэтому на сегодняшний день остро стоит проблема разработки технологии, с помощью которой можно было бы эффективно и быстро устранить аварию такого рода.

В данной работе построена математическая модель, которая позволяет устранить место утечки с помощью образования гидрата в вертикальной скважине.

Согласно предлагаемой технологической схеме, к месту утечки газа, опускается металлическая конструкция, имеющая форму цилиндра внутри которой имеется система алюминиевых решеток. В вертикальный канал снизу поступает вода. В результате этого происходит образование гидрата, как в восходящем потоке, так и на алюминиевой решётке, и как следствие приведет к полному закрытию места утечки газа. Ось z направим по оси цилиндрической конструкции вертикально вверх. Полагаем, что все основные параметры течения трехфазной системы, состоящей из частиц гидрата, воды и газа однородны по сечению цилиндра. Пузырьки газа поднимаются вверх вдоль оси z , причем на поверхности этих пузырьков образуется гидрат. Пусть n_g – число пузырьков в единице объёма, w_g – скорость миграции пузырьков. Тогда уравнение сохранения числа пузырьков запишется в виде [1]:

$$\frac{d S n_g w_g}{dz} = 0 \quad (1)$$

где S – площадь сечения реактора. Здесь и далее нижние индексы h, l, g относятся к параметрам гидрата, воды и газа, а sk – металлическая конструкция (скелет).

Запишем уравнения сохранения масс соответственно для воды, газа и гидрата:

$$M_l = S \rho_l^0 \alpha_l w_l = const, \quad (2)$$

$$\frac{dM_g}{dz} = - J_{gb} + J_{gsk}, \quad J_{gb} = G J_{hb}, \quad J_{gsk} = G J_{hsk}, \quad (3)$$

$$\frac{dM_{hb}}{dz} = J_{hb}, \quad M_{hb} = S \rho_h^0 \alpha_{hb} w_h, \quad w_h = w_g, \quad (4)$$

где $M_i, \rho_i^0, \alpha_i, w_i$ $i = h, l, g, hb$ – массовые расходы, истинные плотности, объемные содержания и скорости фаз; $J_{hb}, J_{hsk}, J_{gb}, J_{gsk}$ – интенсивности образования гидрата, расхода воды и газа. Приведенную систему уравнений необходимо дополнить следующими соотношениями:

$$\alpha_g = \frac{4}{3} \pi a_g^3 n_g, \quad \alpha_{hb} = \frac{4}{3} \pi a_{hb}^3 - a_g^3 n_g, \quad (5)$$

$$\alpha_{sk} = \pi a_{sk}^3 l, \quad \alpha_{hsk} = \pi a_{hsk}^2 - a_{sk}^2 l, \quad (6)$$

$$\alpha_l + \alpha_g + \alpha_{hb} + \alpha_{hsk} + \alpha_{sk} = 1, \quad (7)$$

где a_g – радиус газовых пузырьков, a_{hb} – радиус гидратных пузырьков, a_{sk} – радиус проволоки, a_{hsk} – радиус гидратного слоя на скелете, l – удельный параметр, т.е. длина проволоки в единице объёма. Запишем уравнение баланса тепла, полагая, что температура газа и воды одинаковые ($T_g = T_l$), а температура гидрата на поверхности пузырьков определяется текущим давлением, соответствующее равновесной температуре образования гидрата $T_s p = T_{(h0)} + T_* \ln p/p_{(h0)}$ [2]:

$$m_l c_l \frac{dT_l}{dz} = Q_{lb} + Q_{lsk}, \quad Q_{lb} = S n_g 4 \pi a_{hb}^2 q_{lb}, \quad Q_{lsk} = S l 2 \pi a_{hsk} q_{lsk} \quad (8)$$

Запишем выражение для определения интенсивности образования гидрата на скелете и на пузырьке:

$$J_{hsk} = S l 2 \pi a_{hsk} j_{hsk}, \quad j_{hsk} = \frac{q_{ls} - q^*}{l_h}, \quad (9)$$

$$J_{hb} = S n_g 4 \pi a_{hb}^2 j_{hb}, \quad j_{hb} = \frac{q_{lb}}{l_h}, \quad (10)$$

При этом тепловой поток от жидкости к поверхности гидрата и от жидкости к поверхности пузырька примем в виде:

$$q_{ls} = k(T_l - T_{hs}), \quad q_{lb} = k(T_l - T_{hbs}) \quad (11)$$

где l_h – удельная теплота образования гидрата, T_{hbs} – температура на поверхности гидратного пузырька. Решая, уравнения теплопроводности в слое гидрата получим:

$$\frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial r} r \frac{\partial T_h}{\partial r} \right) = 0, \quad T_h = C_1 \ln r + C_2 \quad (12)$$

При этом значение температуры должно удовлетворять следующим граничным условиям $T = T_{sk}$ $r = a_{sk}$ и $T = T_{hs}$ $r = a_{hsk}$. Тогда выражение для интенсивности теплового потока от поверхности гидрата к скелету примет вид:

$$q^* = -\lambda_h \frac{T_{hs} - T_{sk}}{a_{hsk} \ln a_{sk}/a_{hsk}}, \quad (13)$$

λ_h - коэффициент теплопроводности гидрата. Уравнение импульсов для потока:

$$M_l \frac{dw_l}{dz} + M_{gh} \frac{dw_{gh}}{dz} = -S (1 - \alpha_{sk} - \alpha_{skh}) \frac{dp}{dz} - S g (\rho_g^0 \alpha_g + \rho_l^0 \alpha_l + \rho_h^0 \alpha_{hb}) -$$

$$2a_{hsk}Sl\rho_l^0\alpha_l\xi\frac{w_l^2}{2} - 2a_{hsk}Sl\rho_g^0\alpha_g + \rho_h^0\alpha_h\xi\frac{w_g^2}{2} \quad (14)$$

Пренебрегая инерционными эффектами, уравнения импульсов для трехфазного потока примет вид:

$$1 - \alpha_{sk} - \alpha_{skh} \frac{dp}{dz} = -g \rho_g^0\alpha_g + \rho_l^0\alpha_l + \rho_h^0\alpha_{hb} - 2a_{hsk}l\rho_l^0\alpha_l\xi\frac{w_l^2}{2} - 2a_{hsk}l\rho_g^0\alpha_g + \rho_h^0\alpha_h\xi\frac{w_g^2}{2} \quad (15)$$

Приравнявая силу сопротивления (формула Стокса), действующую на гидратный пузырек со стороны жидкости, к разности силы тяжести и архимедовой силы, можно оценить установившуюся скорость всплытия сферического гидратного пузырька относительно жидкости, которая будет иметь вид [2]:

$$w_{gl} = \frac{2 a_g^3 \rho_h - \rho_g^0 + a_{hb}^3 \rho_l^0 - \rho_h}{9\mu_l a_{hb}} g$$

Тогда скорость миграции гидратного пузырька будет определяться формулой:

$$w_g = w_l + w_{gl}.$$

При этом жидкость будем полагать несжимаемой, и газ – калорически совершенным:

$$\rho_l^0 = const, p = \rho_g^0 R_g T_h \quad (16)$$

Скорость изменения радиуса гидрата на скелете и на пузырьке будем определять на основе уравнений [3]:

$$\frac{\partial a_{hsk}}{\partial t} = \frac{j_{hsk}}{\rho_h}, \quad \frac{\partial a_{hb}}{\partial t} = \frac{j_{hb}}{\rho_h} \quad (17)$$

Полученные в работе результаты расширяют теоретические представления о процессе образования газовых гидратов на морских глубинах, которые могут быть использованы при планировании и проведении комплекса инженерно–технологических мероприятий по ликвидации аварий на трубопроводах в условиях Мирового Океана.

Литература

Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т. 1. – М.: Наука, 1987.– 464 с.

Кутепов А.М., Полянин А.Д., Запрянов З.Д., Вязьмин А.В., Казенин Д.А. Химическая гидродинамика: Справочное пособие.— М.: Квантум, 1996. — 336 с.

Шагапов В.Ш., Чиглинцева А.С., Сыртланов В.Р. О возможности вымывания газа из газогидратного массива посредством циркуляции теплой воды. // Прикладная механика и техническая физика. 2009. Т. 50, №4.С. 100-111.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПОРИСТОСТИ ОПИСЫВАЮЩИХ РЕАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

Коротаев Б. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД).

В настоящее время модели пористости реальных грунтов описываются, идеальным грунтом рис.1 и фиктивным грунтом рис.2. Определение пористости реального грунта регламентируется проводить по ГОСТ 26450.1-85.

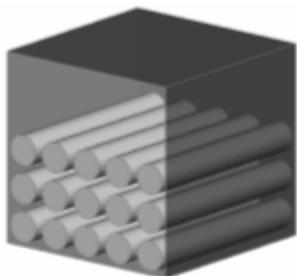


Рис. 1 Модель идеального грунта.

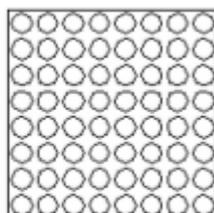


Рис.2 Модель фиктивного грунта.

Модель фиктивного грунта описывается средствами математики и дает оценку пористости k_n в пределах $25.9\% \leq k_n \leq 47.6\%$. Математически можно доказать что для идеального грунта для единицы объема справедливо утверждение – пористость слоя песка равна пористости пушечных ядер¹. На рис.3 приведен пример геометрического подобия фигур, у которых пористость одинакова и взаимосвязь диаметра трубки d и числа трубок n в единице объема

$$n = \sqrt{\frac{1}{d}}.$$

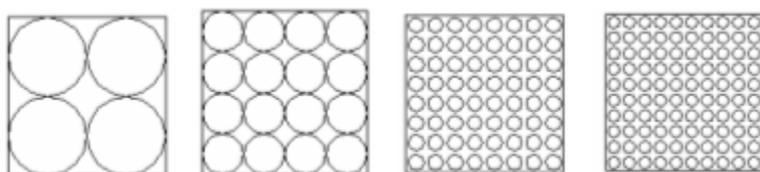


Рис.3. Пористость подобных фигур

По данному выражению при данном d можно получить число трубок в единице объема, например, $n = 25837$ и при тех же условиях по А Маршаллу $n = 32690$. Модель фиктивного грунта описывается моделью Сликтера, которая, заложена в программу - Porosity Permeability Debit по которой рассчитывается пористость и дебит скважины [1]:

$$k_n = 1 - \pi / 6 (1 - \cos \theta) (1 + 2 \cos \theta)^{0.5}$$

Где θ - угол ромбоэдра и при задании угла от 60 до 90 градусов дает значения пористости, $25.9\% \leq k_n \leq 47.6\%$ и пористость не зависит от d трубок или шаров.

Пористость реальных горных пород лежит примерно, для худших коллекторов, 7% и до 33% в лучших. Однако реальный гранулярный коллектор представленным песчаником характеризуется диаметром зерен слагающих коллектор, а также наличием связанной воды, глинистого или карбонатного цемента связующего зерна. Ни одна модель не учитывает цемент, а также проницаемую часть песчинки. Другими словами подобно тому как частица глины окружена слоями разной связности пластовых вод так и частица песка имеет переменную рубашку проницаемости (переменную проницаемую часть песчинки). Сама по себе пористость не несет информации о фильтрационных свойствах грунта, через который будет идти фильтрация при данном гранулометрическом составе зерен, d . Кроме того модели пористости чисто математические, а не физические и не рассматривают вопрос - из чего сделаны шары или трубки. Наиболее полную информацию о коллекторе несет следующая зависимость, [3]:

$$\Delta t = 1681 \cdot [k_n^2 (1 - \alpha_{nc})]^2 + 165$$

Моделирование пористости в лабораторных условиях приводит к затруднению ее определения, если воспользоваться контейнером определенного объема. Поэтому лучше проводить фильтрацию через песчинки зерен разбитые по гранулометрическому составу при постоянном давлении. На рис. 4 представлены результаты фильтрации, а на рис.5 результаты рентгеноструктурного анализа [2].

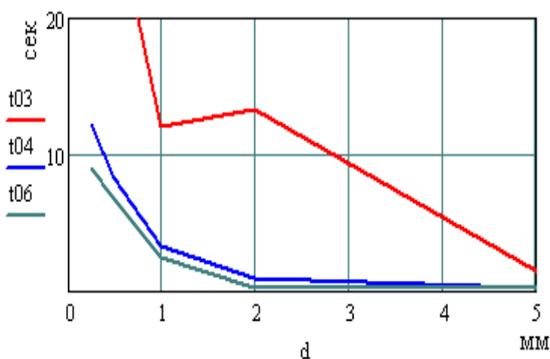


Рис.4. График зависимости времени фильтрации объема воды в зависимости от гранулометрического состава зерен. Шифр кривых – давление.

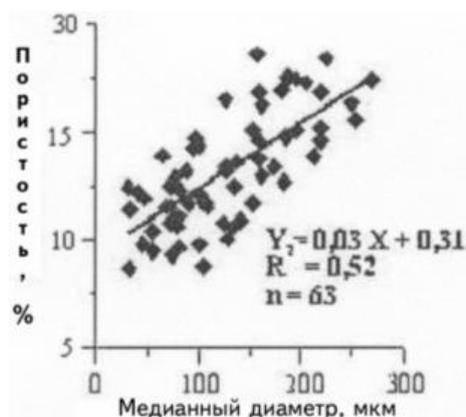


Рис.5. График зависимости k_n от медианного размера зерен,[2]

Моделирование пористости в лабораторных условиях грунтом и шарами показало большое различие между грунтом и шарами из-за абсорбции грунтом части воды тогда как у шаров она отсутствует. Тогда как рис.5 говорит о связи пористости с диаметрами зерен.

Литература

- 1.Бурлаков Н. С . РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.
- 2.Харченко С.И. КогалымНИПИнефть
3. Научно-технический вестник. Каротажник № 77

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

ОРГАНИЗАЦИЯ ВАХТЕННОЙ СЛУЖБЫ НА СУДАХ ФЛОТА РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Баева Л. С., Кудрявцева В. З. (г.Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. On chair of technology of metals and ship repair research work on influence of a technical condition of ship means on safety of navigation is spent. As during watch execution sea experts carry out various operations on a vessel the special attention is necessary for turning on the organization of watch and its safe structure. In article "Recommendations about rationing of the organization of log service on courts of fleet of a fishing industry" are resulted recommendations about the organization and execution of safe watch on courts of fleet of a fishing industry of a class of automation A1.

Организация вахтенной службы и несение вахты в море на судах флота рыбной промышленности имеет важное значение для обеспечения безопасности мореплавания, и особенно, когда суда находятся на промысле. На судовладельца, капитана, старшего механика и вахтенный персонал вахты возлагается ответственность за безопасное судовождение. Капитан и старший помощник капитана, старший механик и второй механик – обеспечивают функциональные обязанности как лица командного состава на уровне управления за организацию и несения безопасной ходовой навигационной вахты для избежание столкновений и посадки на мель судна, за принятие мер по предотвращению загрязнения морской среды.

На вахтенную службу возлагаются наблюдение, исполнения команд, принятие решений управлению судном. Несение вахты во многом зависит от различных условий таких как – плавание в хорошую погоду; плавание в условиях ограниченной видимости; в темное время суток; судно на промысле, на якоре, в порту; плавание в прибрежных водах, в районах с интенсивным судоходством и т.п.

Все выше перечисленные условия строго регламентированы Международными и Национальными Правилами, Регламентами, приказами и другими нормативно-правовыми актами.

Организация вахтенной службы на судах типа "Иван Шаньков"

Согласно приказа за №836 от 21.09.2009г. Федерального агентства по рыболовству "О сокращении части экипажа на рыбопромысловом судне СРТМ Иван Шаньков" (Таблица 1 и 2) считать утратившим силу приказ Госкомрыболовства России от 23 апреля 2003г. за №148 «О минимальном составе экипажа рыбопромыслового флота Российской федерации», зарегистрированном в Мингосте России 28 мая 2003г. за № 4599. (таблица 2.)

Для решения данного вопроса группой специалистов ОАО «Мурманский траловый флот» был проведен анализ материалов по изучению трудовой занятости судовых специалистов. Информация об особенностях режимов труда и отдыха, стресс факторов рабочей среды и рабочего места, трудоемкости производственных процессов, психофизиологических и других субъективных нагрузок обслуживающего персонала судна представлена в следующих режимах:

наблюдение;

интервью;

участие экспертов в трудовом процессе.

Было учтено рабочее время, как основного несения вахты, так и дополнительного (подвахта, саморемонт и пр.), обеспечивающих жизнеспособность судового экипажа безопасность груза и судна в целом, согласно расписанию тревог и требований техники безопасности, должностных инструкций и законодательных нормативных актов.

Экспертная группа флота пришла к выводу, что целью управленческих кадров, (составителей приказа № 148 от 23 апреля 2003г.) при сокращении 4-ых специалистов производственного персонала достигается возможность получить экономию фонда заработной платы, однако, усложняя тем самым и так тяжёлые психофизиологические и физические нагрузки между оставшимися членами судового экипажа.

Данное решение приводит к сбою субъективных и объективных возможностей членов судовых экипажей (несчастные случаи, аварийные ситуации т.д.), т.к. не предусматривается возможность соблюдения техники безопасности, охраны труда, функциональных обязанностей при управлении судном, режима отдыха и выполнения производственных технологических процессов, как на промысле, так на стоянках и переходах.

В связи с производственной необходимостью и приказа № 836 от 03 ноября 2009г. за № 15169 руководителю федерального агентства по рыболовству «О дополнительном введении в штат судового экипажа» предлагается следующий список количества и занятости по должностным назначениям.

Минимальный состав экипажа судна по новому дополнительному списку

Таблица 1

Наименование должностей	Количество, штатных единиц	Примечания
Капитан	1	Капитан вахту не несет
Старший помощник капитана	1	
Вахтенный помощник	2	
Оператор радиоэлектронного оборудования	1	
Боцман (старший мастер добычи)	1	
Матрос	6	
Старший механик	1	Старший механик вахту не несет
Второй механик	1	
Вахтенный механик	2	
Электромеханик	1	
Повар	1	

Мастер по обработке Назначается из числа старшего матроса. Данная должность входит в число матросов (6 ед.)	1	Входит в состав по совместительству старшего матроса имеющего определенные знания
Всего:	18	

Капитан и старший помощник капитана, старший механик и второй механик – обеспечивают функциональные обязанности как лица командного состава на уровне управления. При наличии штатного числа единиц судоводителей (3 ед.), механиков (3 ед.) в этих службах вводится классический вариант несения вахт "4 через 8 часов".

При необходимости можно предложить дневные 4-х часовые вахты с 8 утра до 12 дня капитану и старшему механику по скользящему графику режима труда и отдыха. Это позволит обеспечить время на отдых и выполнения других функциональных обязанностей, членов палубной команды и машинной команды (судоводителей и судомехаников). Более рационально использовать рабочее время.

Постоянные и скользящие графики труда и отдыха разработаны для всех типов промысловых и вспомогательных судов флота рыбной промышленности в работах Кудрявцевой В.З.

Авторы данной разработки предлагают в порядке производственной необходимости предоставить право капитану судна делать перестановки членов экипажа, не выходя за рамки штатного расписания минимальной безопасной численности экипажа судна и фонда заработной платы.

Приказ за № 836 от 21.09.2009г., зарегистрированный в ОАО "Мурманский траловый флот" под № 15169 от 3 ноября 2009г. руководителем Федерального агентства по рыболовству – выполнен. В таблице 2 приведен состав экипажа после дополнительного введения должностей.

Выполнение Международных и Национальных правил несения вахт лицами командного состава, как на уровне управления, так и на уровне эксплуатации позволит капитану и старшему механику организовать и нести безопасную вахтенную службу на судах ФРП и предотвращать загрязнения морской среды.

График постоянного и скользящего несения вахт

Постоянный график		Скользящий график		
Время	Должность	Должность	Должность	Должность
08-12	СПК	Второй мех.	Капитан	Старш. мех.
12-16	Вахт.пом.кап.	Вахт.механик	Вахт.пом.кап.	Вахт.механик
16-20	Вахт.пом.кап.	Вахт.механик	Вахт.пом.кап	Вахт.механик
20-24	СПК	Второй мех.	СПК	Втор.механик
00-04	Вахт.пом.кап.	Вахт.механик	Вахт.пом.кап	Вахт.механик

04-08	Вахт.пом.кап.	Вахт.механик	Вахт.пом.кап	Вахт.механик
-------	---------------	--------------	--------------	--------------

Литература

Кудрявцева В.З. Гуманизация труда на флоте рыбной промышленности, Мурманск: Север, 2002 г.

Состав экипажа после дополнительного введения должностей

Таблица 2.

	Наименование должностей	Суда, валовой вместимости от 500 до 1500 р.т. знак автоматизации в символе класса А1				СРТМ «Иван Шаньков»	Состав экипажа после дополнительного введения должностей
		Минимум экипажа по приказу № 148	Экипаж по штатному расписанию	Необходимо ввести в штат дополнительно			
1	2	3	4	5	6	7	
1	Капитан	1	1		1	1 Капитан вахту не несет	
2	Старший помощник капитана	1	1		1	1	
3	Вахтенный помощник	2	1	1	2	2	
4	Оператор радио/эл. оборудования	1	Нет	1	1	1	
5	Боцман (старший мастер добычи)	1	1		1	1	
6	Матрос	4	6		4	6	
7	Старший механик	1	1		1	1 Старший механик вахту не несет	
8	Второй механик	1	1		1	1	
9	Вахтенный механик	1	Нет	1	1	2	
10	Электромеханик	1	1		1	1	
11	Повар	1	1		1	1	
	Производственный персонал						

12	Пом. мастера добычи	Нет	1		-	-
13	Мастер по обработке	Нет	1		-	-
14	Помощник мастера по обработке	Нет	1		-	-
15	Матрос 2 кл. - слесарь наладчик	Нет	1		-	-
16	Всего	15	18	3	15	18

Примечания:

1. Согласно проекта: спальных мест на судне – 18; 2. По индивидуальным спасательных средств на судне максимум – 20.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦИЛИНДРОВОЙ ВТУЛКИ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

In this paper information about restoration of the cylinder liner of a ship internal combustion engine is presented, the method of a plasma spraying of the powder in particular is considered. The analysis of operating conditions of the cylinder liner of a diesel engine, technology of restoration of a diametrical clearance of the cylinder liner is considered. The list of the materials used to provide of plasma coverings is also provided. As the conclusion: necessity to continue research of this subject and to find optimum methods of restoration of cylinder liner of ship internal combustion engines on vessels of fleet of fishing industry.

Значительные затраты средств и времени на ремонт флота требуют от проектных и судоремонтных предприятий систематической работы по нескольким направлениям.

Первое направление работ относится к сфере эксплуатации и включает в себя такие проблемы, как нормирование плановых ремонтов с учетом фактической надежности детали, разработка и совершенствование технологического оборудования и ремонта (СНТОР), разработка и внедрение средств и методов технической диагностики, внедрение на судах техники для учета данных о техническом состоянии и др. [2]

Второе направление связано с решением проблемы дефицита запасных частей. Для этого в отрасли проводятся такие работы: составление норм потребности в запасных частях с учетом фактической надежности деталей, разработка конструкторской и технологической документации на запасные части основных судовых машин, организация изготовления запасных частей на машиностроительных предприятиях отрасли, проведение научно-исследовательских работ по исследованию долговечности деталей и запасных частей. К этому же направлению относится проблема восстановления деталей судовых машин на судоремонтных предприятиях с применением прогрессивных технологий и материалов.

В третье направление входят работы по повышению производительности труда и качества ремонта, например механизация и автоматизация отдельных технологических операций, совершенствование средств и методов дефектации и технического контроля качества изготовления и сборки узлов. Изготовления новых более производительных станков, грузоподъемных средств, применения полимерных материалов и др. Важнейшей для судоремонта является проблема внедрения новых форм организации ремонта и управления судоремонтным производством. К ней можно отнести агрегатные методы ремонта, введение поточно-позиционной формы ремонта судов, организацию специализированных участков по агрегатным методам ремонта, организацию специализированных участков по агрегатному ремонту судовых машин и др.

Под действием внешней среды и рабочих нагрузок во время эксплуатации происходит постепенное ухудшение качества судовых технических средств (СТС) и судна в целом. Этот неизбежный процесс старения вызывает необходимость проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта судов, предусматривая для этой цели соответствующие затраты времени, трудовых и финансовых ресурсов.

Под ремонтом понимается комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности механизма (детали). В отличие от ремонта, техническое обслуживание – это

комплекс операций по поддержанию исправности или работоспособности механизма (детали) при эксплуатации. [3]

Для реализации системы поддержания технического состояния судов и их безопасной эксплуатации необходимо уточнить научно-методические положения, разработать новые методы, способы, подходы: к системе контроля состояния в ходе эксплуатации; к восстановлению и ремонту дефектных деталей; к мониторингу текущего состояния. Это позволит, наряду с рядом технико-организационных мер комплексно подойти к вопросу поддержания технического состояния судов в эксплуатации (средний возраст которых на морском флоте весьма значителен), что и обуславливает актуальность темы в настоящих условиях.

Во время эксплуатации двигателя внутреннего сгорания возможно образование таких дефектов цилиндрических втулок как: коррозия, трещины, наработки, натирсы, риски, задиры, забоины, разъедания, увеличение диаметра, овальность и конусообразность рабочей поверхности, ослабление втулки в местах посадки.

Таблица 1

Характерные дефекты цилиндрических втулок, причины их возникновения, способы дефектации

Дефект	Причина	Способ дефектации
1.Изнашивание рабочих поверхностей втулок	Причина связана с давлением газов и температурным режимом - ухудшение условий смазки при работе двигателя в условиях высоких температур. Если двигатель работает на тяжелых сортах топлива, то возможно явление нагара - и коксо-образования в зазорах между поршнем и втулкой, что в дальнейшем приведёт к интенсивному абразивному износу рабочей поверхности втулки. Возможно ухудшение условий смазки между втулкой поршнем, что может привести к появлению сухого трения поршневых колец о втулку, что приведет к износу втулки и колец.	Дефектацию проводят с помощью микрометрического нутромера или индикаторным нутромером, путём замера диаметра рабочей поверхности втулки. Измерения производят в трех сечениях по высоте в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Также дефект можно обнаружить невооруженным глазом или с помощью лупы.
2.Образование задиров на рабочих поверхностях втулок	Плохая смазка или нарушение охлаждения поршня. Задирсы могут возникать в следствии образования нагара и попадания его на поверхность трения. Недостаточный зазор в замке поршневых колец и осевых смещений колец.	Визуальный осмотр с помощью лупы.
3.Образование трещин в опорном бурте и по поверхности втулки.	Несовпадение осей симметрии опорного пояса и уплотнительной канавки втулки. Трещины появляются в результате действия нормальной силы, возникающей при перекадке поршня, при этом наблюдается "раскачивание" втулки в блоке цилин-	Такие дефекты выявляются визуальным методом, с помощью лупы, керосино – меловым способом, а так же по результатам гидравлических ис-

	<p>дров при зажатом бурте, следовательно, увеличиваются напряжения, что приводит к появлению трещин в бурте.</p> <p>Высокие температурные напряжения также могут стать причиной образования трещин во втулке, и как следствие, выхода ее из строя. Первопричиной данного дефекта служит высокий температурный перепад между стенкой со стороны охлаждающей жидкости и стенкой со стороны газов.</p> <p>При пусках и остановках двигателя также наблюдается резкое изменение температурных напряжений.</p>	пытаний.
4.Коррозионно-кавитационное разрушение поверхности втулки со стороны охлаждения.	<p>Причинами дефекта могут быть: не соблюдение технологий при изготовлении втулки; неудовлетворительное качество материалов для изготовления втулки; неудовлетворительная подготовка охлаждающей воды для дизелей (солеосодержание и жесткость выше нормы); вибрации, возникающие при работе двигателя.</p>	Дефектацию проводят визуально и при помощи лупы.

После извлечения, очистки, промывки и дефектации цилиндры подвергаются ремонту.

Наработки, натирки, риски, задиры и забоины на зеркале цилиндра устраняют ручной опилкой, шабрением или механической обработкой мелкозернистым карборундовым камнем.

Задиры, риски и царапины глубиной до 0,5 мм могут быть оставлены при обязательном условии зачистки их острых кромок шабером или наждачным кругом. Зачистка производится в поперечном положении к оси цилиндра.

Незначительные натирки и риски заполировывают войлочным кругом и пастой ГОИ. При этом местная выработка не должна превышать 0.1мм.

При износе зеркала цилиндра и недопустимом зазоре между поршнем и втулкой стальные втулки наращивают осталиванием или хромированием, а затем растачивают аналогично новым или шлифуют. Износы, которые появляются при эксплуатации судовых дизелей в буртах и посадочных поясах восстанавливают с помощью нанесения эпоксидных составов или металлизацией.

Для чугунных втулок наиболее рациональными способами являются метод ремонтных размеров и металлизация поверхностей втулки путём плазменного напыления покрытий. Эти покрытия можно наносить на поверхности практически любых размеров при восстановлении изношенных деталей, работающих в условиях трения скольжения со смазкой, без смазки и в условиях воздействия морской воды. [1]

Литература

Блинов, И. С. Справочник технолога механосборочного цеха судоремонтного завода / И. С. Блинов. - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1979. – 704с.

Гальянов, А. П. Технология и организация судоремонта в рыбной промышленности : учебник для вузов / А. П. Гальянов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 303 с.

Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч.1 / В. Д. Мягков, М. А. Палий, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение, 1982. - 543 с.

МЕТОДЫ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ.

Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

In this paper information about the most widespread methods of a vibration diagnostic is presented, principles of work of each of methods are considered and conclusions of the most productive methods are draw. The design procedure of a residual resource of the bearing is also described and need to apply vibration diagnostic methods for diagnostics of a condition of the equipment on fishing vessels is proved. As the conclusion it is drawn that we need to continue research of this subject and to find an optimum method of a vibration diagnostic and mathematical model for their application at ship-repair plants and vessels.

В данном реферате представлена информация по наиболее распространённым методам вибродиагностирования, рассмотрены принципы работы каждого из методов и сделаны выводы о наиболее результативных. Также описана методика расчёта остаточного ресурса подшипника и обоснована необходимость применять методы вибродиагностирования для диагностики состояния оборудования на судах ФРП. В качестве заключения сделаны выводы о необходимости продолжить исследование данной темы и найти оптимальный метод вибродиагностирования и математическую модель для применения их на судоремонтных заводах и судах ФРП.

Максимальная надёжность оборудования очень важна, особенно при нахождении судна в открытом море. Поломки не только приводят к финансовым потерям, но и могут подвергнуть опасности человеческие жизни.

Разнообразные подшипники качения: шариковые и роликовые, радиальные и радиально - упорные, однорядные и двухрядные и т. д. , широко применяются в оборудовании различного назначения, в частности в судовом оборудовании, поэтому вопросы оценки технического состояния и диагностики их дефектов занимают важное место в работе вибродиагностических служб. Своевременно замеченный зарождающийся дефект либо нехватка смазочного масла помогает избежать дальнейших проблем с разборкой поврежденного оборудования, заменой подшипникового узла либо всего агрегата в целом. [3]

Техническое диагностирование является одним из важнейших направлений в повышении эффективности и качества эксплуатации машин и механизмов, увеличивает межремонтную наработку, своевременно предотвращает отказы и соответственно сокращает затраты труда и средств на их техническое обслуживание и ремонт.

Вибрационная диагностика, основанная на измерении и анализе параметров сигнала вибрации, является одним из самых эффективных функциональных методов технической диагностики машин и механизмов, в частности насосных агрегатов. С помощью вибродиагностики выявляются следующие дефекты вращающихся машин:

дисбаланс ротора (валопровода);

дефекты подшипников качения с локализацией дефектного элемента;

дефекты обмоток электрических машин;
статический/динамический эксцентриситет воздушного зазора;
распушение магнитопровода;
ссимметрия питающего напряжения;
трещины в роторе;
дефекты муфт;
автоколебания;
дефекты зубчатых зацеплений;
дефекты винтовых и центробежных компрессоров и насосов;
расцентровка (несоосность) валов.

Современные технологии вибродиагностирования позволяют значительно увеличить работоспособность и надежность механизмов за счёт своевременной замены отдельных элементов агрегата и позволяет снизить риск преждевременной выработки ресурса узла в целом. [1]

На данный момент вибродиагностирование не имеет широкого применения на судах ФРП, основными причинами этого являются высокая стоимость оборудования и приборов контроля а также необходимость дополнительного обучения обслуживающего персонала методикам вибродиагностирования. Однако стоит заметить, что введение технологии вибродиагностирования позволит прогнозировать остаточные ресурсы многих механизмов и устройств, производить грамотное своевременное обслуживание систем судна, что в итоге приведёт к значительной экономии человеческих и денежных ресурсов.

Временной вибросигнал в размерности виброскорости, зарегистрированный на подшипнике качения с достаточно развитым дефектом состояния, для примера, приведен на рисунке 1. На этом рисунке хорошо видны две, наиболее, характерные составляющие вибрации - "фоновая" имеющая практически, постоянный уровень и "импульсная", представляющая из себя выделяющиеся по амплитуде импульсы, повторяющиеся примерно через равные интервалы.

Фоновое, или среднее значение уровня вибросигнала, регистрируемого с вибродатчика на подшипнике качения, характеризуется каким - то усредненным значением, например среднеквадратичным значением виброскорости.

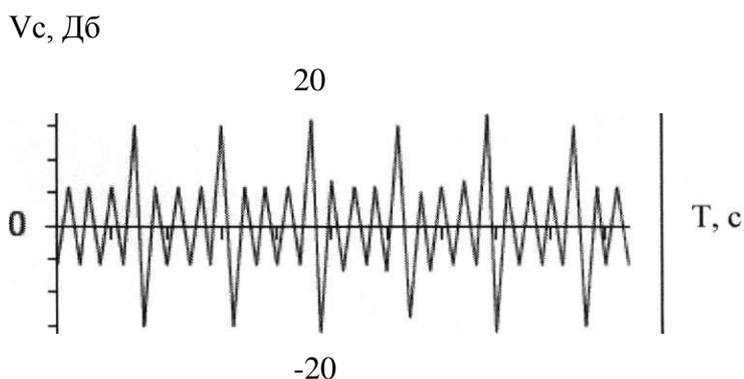


Рисунок 1 - Временной сигнал вибрации подшипника с дефектом

Это значение вибрации достаточно просто может быть измерено при помощи обычных виброметров. [2]

В моменты прохождения через "несущую", нагруженную зону подшипника качения, дефектного элемента или элементов, на временном вибросигнале появляется четко выраженный пик, энергетический импульс. Параметры этого импульса определяются видом, локализацией и степенью развития данного дефекта подшипника. Диагностическими параметрами такого импульса являются его амплитуда и частота повторения. Наиболее важным параметром, характеризующим степень развития дефекта, является амплитуда импульса. Для измерения этого параметра импульса в приборах виброконтроля должны быть предусмотрены специальные пиковые детекторы. Локализация дефекта, место его расположения, обычно уточняется по частоте следования импульсов, для чего используются спектральные методы. Если диагностику состояния подшипника качения проводить по амплитудным параметрам временных вибросигналов, то основное внимание следует уделить двум. Это, во - первых, количественное значение общего уровня фона вибрации и, во - вторых, это соотношение между уровнями фона вибрации и амплитудами пиковых значений во временном вибросигнале. [2]

В самом общем случае состояние подшипника качения, развитие его дефектов, за весь период его службы можно разделить на пять этапов. Эти этапы схематически показаны на рисунке 2. На этом рисунке по вертикали отложен уровень вибрации в мм/сек, а по горизонтальной оси отложены этапы развития дефектов. Состояние подшипника определяется двумя ломанными линиями. Нижняя соответствует уровню фона вибрации на каждом этапе развития дефектов, верхняя - уровню пиков вибрации.

До начала первого этапа, на рисунке это до отметки "1", общее техническое состояние подшипника будем считать идеальным. На этом, "нулевом" этапе развития дефектов пики вибрации превышают уровень фона незначительно, а сам "фон" вибрации значительно меньше нормируемого значения.

Вибрация, мм/с

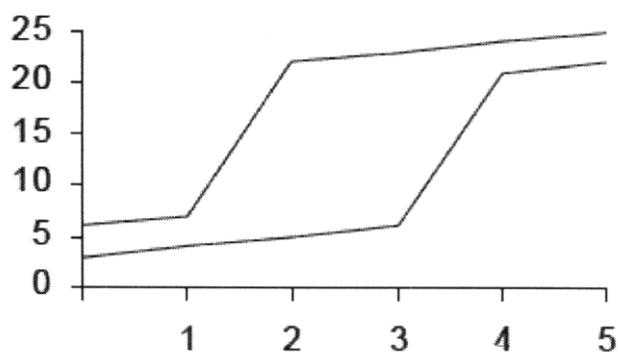


Рисунок 2 - Этапы развития дефектов подшипника

Этап 1. Начиная с отметки "1" в подшипнике появляется и начинает развиваться какой - либо дефект, возникают ударные виброимпульсы, растущие по величине. Энергия импульсов затрачивается на "углубление" дефекта, в результате чего происходит еще большее увеличение энергии импульсов. Уровень фона вибрации по своей величине при этом остается неизменным, т. к. дефект носит локальный характер и на общем состоянии подшипника пока не сказывается. Это этап возникновения дефекта в процессе эксплуатации.

Этап 2. Начиная с точки "2" на рисунке 2 ударные импульсы в подшипнике достигают по своей энергии практически максимального значения. Количественное значение максимума энергии импульсов определяется типом подшипника и условиями его эксплуатации. Выделяющаяся в подшипнике энергия импульсов уже столь велика, что ее достаточно для расширения зоны локализации дефекта. На данной стадии остановить дальнейшее развитие дефекта практически невозможно, началось его саморазвитие. Величина пиков вибрации на временном вибросигнале уже практически не растет, но и уровень фона тоже меняется мало. "Дефект набирает силу, готовится к решающему нападению".

Этап 3. Это зона перехода подшипника к полной деградации. Начинается с точки "3". Зона развития дефекта столь велика, что подшипник начинает "терять" свое основное назначение - обеспечивать вращение валов с минимальным трением. Возрастают затраты энергии на вращение ротора и, как результат, увеличивается энергия, выделяющаяся в подшипнике, растет уровень фона. Это уже этап саморазрушения подшипника.

Этап 4. Это последний этап развития дефекта, когда он охватил весь подшипник, вернее говоря все то, что осталось от подшипника. Уровень фона вибрации практически сравнялся с уровнем пиков, вернее говоря вся вибрация состоит из пиков. Работы подшипников в этой зоне следует избегать.

Этап 5. Это этап ожидания аварии, чаще всего с большими последствиями. Все эти вышеперечисленные этапы ухудшения состояния подшипника свойственны практически всем видам

дефектов, имеющих место в любых разновидностях подшипников. В зависимости от ряда эксплуатационных параметров подшипников могут лишь наблюдаться различия в длительности этапов и интенсивности процессов в них, но общая картина развития не меняется.

Обоснована необходимость широкого применения вибродиагностики в судоремонте (дефектации систем и устройств). Также изложены физические основы современных методов вибродиагностирования (в частности подшипников качения), сделаны выводы по поводу оптимальных способов диагностирования, проведён сравнительный анализ методов. Были приведены рекомендации по определению остаточного ресурса подшипников качения. В современном диагностировании, даже при наличии узкоспециализированных и дорогих устройств, существует большое количество сложных и труднодиагностируемых случаев. Связано это в первую очередь с погрешностями, заложенными в математических моделях, используемых в вибродиагностировании, в неправильном применении данных методик а также в погрешностях самих приборов контроля. Исходя из вышесказанного можно сделать выводы о необходимости проведения дальнейшего исследования для нахождения оптимальных математических моделей и разработке универсальной методики вибро диагностики.

Разработанная универсальная технология вибродиагностирования систем и механизмов позволит снизить затраты на обслуживание и в итоге получить экономическую выгоду на судах ФРП

Литература

Вибрация и вибродиагностика судового электрооборудования / А. А. Александров, А. В. Барков, Н. А. Баркова, В. А. Шафранский. – Л. : Судостроение, 1986. – 345 с.

Коллакот, Р. А. Диагностирование механического оборудования : пер. с англ. / Р. А. Коллакот. – Л. : Судостроение, 1980. – 296 с.

Моек, Е. Техническая диагностика судовых машин и механизмов / Е. Моек, Х. Штрикерт. – Л. : Судостроение, 1986. – 231 с.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ДИАГНОСТИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА

Кумова Ж. В. (г.Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта).

The new era - an era of exact measurements has begun. The computer added with the program of exact measurements - the most popular a measuring apparatus. Degradation of parametres is considered by diagnostics. The Hardware-software complex of diagnostics and forecasting in a kind of the universality, the adaptability provided with unlimited possibilities on expansion of a database and flexibility of algorithm of processing of the entering information as analytical software product can be used in various spheres of manufacture and economy.

Миссия диагностики простирается от долговременного составления трехмерных карт до коррекции ряда наук. Теория диагностических ошибок (ее возможное название – теория погрешностей) еще не написана. Наука не нуждается в теории нечетких множеств: с точки зрения диагностики все реальные множества - четкие. «Математическая статистика» требует диагностического уточнения своих моментов распределений. Но после уточнения все моменты – почти детерминированные, а не случайные величины.

В основе диагностики лежит исправление застарелой ошибки науки: она «приняла на вооружение» средние значения как сумму невзаимодействующих слагаемых. При этом их (суммы) систематические ошибки иногда уменьшаются, а случайные – всегда возрастают. В действительности систематические ошибки среднего постоянно приближаются к точному значению, к истине, а случайные – к нулю. Диагноз, даже в случае тысяч и миллионов параметров, становится детерминированным, оставляя все меньше места для истинно статистических методов.

Лучший способ борьбы с техногенными катастрофами – устранение причин возникновения катастроф при проектировании и создании объектов. Повышение надежности не решает эту задачу. Необходимо уделять внимание диагностике, например, участием в создании теории погрешностей. [1]

Следует ли пересмотреть программу совершенствования средств измерений? Точные приборы вполне можно заменить компьютером.

Появляется новая теория, которая отбрасывает тупиковые ветви науки и указывает другие, перспективные с новой техникой, которая избегает слепых ошибочных решений старой, предлагая построения без устаревших неудобств, независимо от сложности. Модель на основе компьютера (максимально исключает человеческий фактор) пригодна всюду, в массе областей знаний. Её универсальность объясняется законом природы – законом точности: многомерное измерение всегда точное. Многомерное – это точное измерение сразу всех параметров объекта – состояния – независимо от погрешностей средств их измерений [2]. Точное измерение сразу всех параметров и состояния заменит международные стандарты метрологии. Метрология в современном виде, одномерна. Она не знает состояния, подменяя его, например, косвенным измерением и оценивая погрешности результата как квадратичную сумму случайных величин [3], из-за чего с ростом числа параметров погрешность результата растет.

В эксплуатации все параметры деградируют – это закон природы. Деградация параметра вызывает качественно разные последствия в зависимости от его значения относительно границы поля допусков. Деградацию параметров учитывает диагностика. Она ликвидирует отказы посредством минимально-упреждающих ремонтно-профилактических работ. Для этого параметры обрабатывают с помощью компьютера. [4]

Стандартизация технической диагностики естественна. Прецизионность конечных значений параметров тем лучше, чем больше число параметров: даже два исходных значения, повторенные сотни раз, дают невиданную, избыточную точность.

Кафедрой технологии металлов и судоремонта Мурманского государственного технического университета в 2010 г. была разработана федеральная целевая программа (ФЦП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы», целью которой является «Аппаратно-программный комплекс стохастически аппроксимированной диагностики и прогнозирования ресурса».

Стохастическая аппроксимация – это метод решения класса задач статистического оценивания, в котором новое значение оценки представляет собой поправку к уже имеющейся оценке, основанную на новом наблюдении.

Под программным продуктом (ПП) мы понимаем программное обеспечение (ПО) как результат человеческой деятельности, выставленный на рынке массового покупателя в качестве товара и имеющий ненулевую потребительскую стоимость.

Программное обеспечение создается, разрабатывается как часть технологии, с целью использования в качестве составной части аппаратно-программного комплекса.

«Аппаратно-программный комплекс стохастически аппроксимированной диагностики и прогнозирования ресурса» позволяет провести разработку дать и научное обоснование основных положений по созданию модели формирования поверхностного слоя с установлением взаимосвязи энергетических и механических параметров процесса, а также создание конструкций установок с расширенными технологическими возможностями работы.

Решение такого рода задач пока не позволяет создать единую физическую или математическую модель процесса оценки и прогнозирования поведения объекта в определенных условиях. Попытки построения модели “состав–структура–свойства” не имели успеха, так как не учитывали влияние технологий и условий эксплуатации. Этим объясняется также отсутствие критериев управления процессом, количественными связями и методик. Данная модель, построенная на основе компьютера, позволяет говорить о научной новизне, впервые предложена к разработке новая система формирования базы экспериментально подтвержденных данных (условия эксплуатации, состав, структура, технология, свойства), позволяющая методом аппроксимации установить взаимосвязь “условия эксплуатации – состав – структура – технология – свойства”, которая дает возможность проводить диагностику и прогнозирование ресурса деталей машин.

Повышение ресурса деталей судовых машин и механизмов с целью продления межремонтных периодов и обеспечения безопасности мореплавания за счет внедрения инновационных (молекулярных) технологий.

Именно компьютер, дополненный программой точных измерений, будет самым популярным средством измерений (а не весы или микрометр). Началась новая эра – эра точных измерений. Многомерные измерения – ближайшее будущее человечества, неиссякаемый источник сведений про все.

Современные виды измерительной техники обладают большими возможностями, имеют высокий уровень автоматизации и способны решать комплексные задачи. Однако положительный эффект от внедрения новых средств измерений можно получить лишь при технически грамотной эксплуатации. В свою очередь, поддержание измерительной техники в исправном и готовом к применению состоянии связано с расходом значительных трудовых и материальных ресурсов. Объясняется это тем, что неисправные измерительные приборы, особенно с неявными (метрологическими) отказами, могут приводить к ошибочным решениям.

Параллельно с применением компьютерных технологий проводились исследования характеристик погрешности средств измерений (СИ), изучались технологические характеристики СИ – затраты времени на проведение циклов измерений, включая подготовительно-заключительное время. Эти показатели имеют большое значение для оценки деградации качества сложных приборов, например машин для измерения твердости, износа деталей машин, приборов для измерения температурного режима и т. п. Ряд испытаний программ расчета характеристик погрешности был просчитан по алгоритмам в редакторе MathCAD. [5]

Однако теоретические исследования показали, а практика подтвердила, что эта теория не учитывает специфику параметрических отказов. Это обусловлено тем, что в ее основу положена аксиома об однозначной зависимости работоспособности изделия от работоспособности его элементов. Метрологический отказ СИ является следствием суммарного накопления отклонений параметров его элементов от их номинальных значений и не обязательно возникает при метрологическом отказе одного из элементов. Следовательно, основная аксиома классической теории, из которой вытекают как расчетные методы, так и способы повышения надежности, не соответствует реальным механизмам возникновения метрологических отказов. Второй особенностью этих отказов является скрытый характер их проявления. По этой причине ущерб от метрологического отказа, как правило, существенно больше ущерба от отказа функционирования того же СИ. Именно поэтому проблема метрологической надежности признана центральной в проблеме обеспечения надежности измерительной техники. [6]

Аппаратно-программный комплекс (АП комплекс) диагностики и прогнозирования, включающий базу данных, основанную на экспериментально подтвержденных результатах, и программный продукт для ПЭВМ, позволит выполнять:

- диагностику текущего состояния объекта с учетом особенностей его служебного назначения;
- сравнительный анализ результатов диагностики с базой данных АП комплекса;
- оптимизирование необходимых технологических процессов, обеспечивающих высокие служебные свойства объекта.

В виду своей универсальности, адаптивности, обеспеченной неограниченными возможностями по расширению базы данных и гибкостью алгоритма обработки входящей информации, данный аналитический программный продукт (АП комплекс) может быть использован в различных сферах производства и экономики.

Перспективные направления применения адаптивной экспертной системы (АП комплекс) научных исследований в предметной области деятельности являются:

- разработка прогрессивных технологий производства
- оптимизация выбора методик испытаний и диагностики материалов;
- выбор способа повышения физико-механических и технологических свойств материалов, определяющих прочность, стойкость, надежность и долговечность конструкции;
- рационализация структуры потребления материалов в промышленности путем замены редких, дорогих, нетехнологичных, экологически опасных и др. малоэффективных и неперспективных материалов и веществ, а также восстановление технологических цепочек получения материалов;
- научно-методические и информационные проблемы управления развитием технологий (на-но).
- прогнозирование ресурс деталей машин,

Другими словами, дает возможность в значительной степени сократить материальные затраты на научно-исследовательские изыскания, инженерно-технические разработки в оценке

технического состояния, создания инновационных технологий, направленных на улучшение служебных свойств и продление ресурса деталей машин, механизмов, технологического оборудования на транспорте и в сфере энергетики.

Литература

Кознакевич, З.Я. Измерять и думать – синонимы. / З. Я Кознакевич, Я. А. Крохин.

www.krokhin.com.

ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. Чинний з 01.01.1995.

Тейлор, Дж. Введение в теорию ошибок. – М. : Мир, 1985. – 272 с.

Крохин, Я. А. Диагностическое понимание истины. www.krokhin.com.

Кумова, Ж.В. Вероятностная оценка метрологических характеристик учебных средств измерений /Л.В. Ефремов, Ж.В. Кумова, М.А. Чистякова // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс]: материалы межд. Науч.-техн. Конф., Мурманск, 5–9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. Текст дан. (139 Мб.) – Мурманск: МГТУ, 2010. – С. 1395–1398.

6. Фридман, А. Э. Основы метрологии. Современный курс. – С. – Пб. : НПО «Профессионал», 2008. – 284 с.

7. Ефремов Л.В., Практика вероятностного анализа надежности техники с применением компьютерных технологий. СПб.: Наука, 2008. ISBN 978-5-02-025340-7. - 216 с.

8. Ефремов Л.В., Аппроксимирующее распределение вероятностей для анализа и прогнозирования надежности изделий. Вестник машиностроения, № 6, 1976.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Баева Л. С., Маринин А. А., Ясковец Н. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Thermal spray processing is a coating technology, which has become a very important in recent years. Plasma spraying is part of thermal spraying which is a group of processes in which finely divided metallic and non metallic materials are deposited in a molten or semimolten state on a prepared substrate to form a spray deposit. New and further developments in plasma spray processes, spray devices, and spray materials has led to advantages in the realization of functional coatings and applications ranging from conventional to highly specialized industries. Historically a surfacing technology, it has now moved from coating to materials processing technology with growing importance.

Развитие плазменных технологий (сварка, резка, наплавка и др.) в промышленности получило новый импульс в конце XX в. с созданием новых источников питания, плазмотронов. По плотности энергии плазменная дуга (струя) занимает промежуточное место между электродуговыми и лучевыми источниками тепла. В сравнении с дуговыми источниками плазменный позволяет получить более высокую температуру и плотность теплового потока на обрабатываемом изделии, в то же время он экономичнее и доступнее по техническому воплощению в сравнении с лучевыми источниками.

Плазменные технологии характеризуются более широкими возможностями регулирования параметров процесса обработки изделия по сравнению с дуговыми. В каждом технологическом процессе доминируют определенные параметры формирования плазменной дуги.

Для плазменной резки характерно интенсивное сжатие газовым потоком столба дуги, что предопределяет высокие плотность ее теплового потока и газодинамический напор, благодаря которым достигаются режущие свойства плазмы. Для микроплазменной сварки характерно сжатие прианодного участка столба дуги теплопроводным водородосодержащим вторичным потоком газа, что обеспечивает "ювелирную" сварку металлов малых толщин так называемой иглоподобной плазмой.

Для плазменной наплавки в отличие от электродуговой появляется возможность ввода в прианодную часть столба плазменной дуги наплавочного металла (проволоки или порошка) и, таким образом, разделенного регулирования тепловложения в присадочный и основной металлы. В свою очередь это обуславливает малую долю проплавления основного металла и возможность получения в наплавленном металле требуемого химического состава.

При плазменном поверхностном упрочнении металлов, благодаря высокой концентрации теплового потока на поверхности металла, происходит мгновенный разогрев поверхностного слоя до температуры структурных превращений с последующим охлаждением путем теплопроводности в основной металл.

При плазменно-дуговом переплаве появляется уникальная возможность рафинирования переплавляемого металла путем его взаимодействия с мощными протяженными плазменными дугами при практически любом химическом составе плазмообразующего газа в широком диапазоне высоких температур.

При плазменном напылении ввод порошка или проволоки в высокоскоростную (сверхзвуковую) плазменную струю приводит к интенсивному нагреву мелких частиц до пластического состояния, разгону их до высоких скоростей, что обеспечивает высокие адгезионные свойства покрытия из самых тугоплавких материалов. [3]

Несмотря на многие положительные стороны процесса плазменного напыления; получаемые газотермические покрытия имеют определенные недостатки, связанные с особенностями технологии нанесения этих покрытий. Прежде всего, это пористость газотермических покрытий и их газонасыщенность. В.В.Кудинов предлагал два способа регулирования свойств покрытия - термический и химический, которые основаны на повышении энтальпии части и температуры основы, изменении свойств основной поверхности напыляемого объекта, также увеличении скорости газотермических частиц. К этим способам следует отнести пропитку легкоплавкими металлами напыляемых материалов, а также спекание их в вакууме или восстановительной атмосфере. Тугоплавкие металлы можно пропитывать медью и спекать в вакууме при температуре > 2000 К. Известен метод устранения пористости в покрытии из диоксида молибдена, частицы которого предварительно борированы, и когда поры закрываются при нагреве покрытия на воздухе до температуры 130 °С в результате образования борного ангидрида и окиси кремния. Нужно уплотнять плазменные покрытия методом пропитки концентрированными растворами легкоразлагающихся химических соединений, которые при нагревании образуют газообразные продукты и твердое вещество-заполнитель с требуемыми герметизирующими свойствами. Растворы $AlNO_3$, CrO и $C_{12}H_{22}O_{11}$ дают при разложении соответственно Al_2O_3 , Cr_2O_3 , углерод и газообразные продукты, что в конечном итоге приводит к значительному уменьшению размера пор и существенному снижению открытой пористости, при этом газопроницаемость снижается соответственно в 700-1000; 1000-5000 и 10000-50000 раз.

Рекомендуется три метода понижения газопроницаемости плазменных покрытий.

Последующая обработка напыленного слоя: спекание, пропитка органическим составом или стеклом, которые затем полимеризуются или оплавляются.

Введение в исходный состав компонентов, позволяющих увеличить время пребывания напыляемого материала в пластическом состоянии: компоненты, реагирующие между собой в процессе напыления с образованием более тугоплавкого соединения, сопровождающегося экзотермической реакцией; стеклообразные компоненты, обладающие характерным интервалом пластичности при остывании.

Легирование легкоокисляющихся металлов, которые при окислении начинают вступать в химическую реакцию с легирующим элементом, образуя вещества, которые заполняют поры в массиве газотермического покрытия.

Плазменное распыление - один из самых универсальных методов, для образования разнообразных покрытий на почти любой поверхности. Если его развитие было главным образом эмпирическим, то только с прошлого десятилетия новые технологии измерений и улучшение моделирования сделали плазменную технологию напыления больше наукой, чем искусством. [2]

Мы только вошли в начальную стадию для основного исследования технологии плазменного напыления. Это означает, что в XXI веке у нее есть большой потенциал для дальнейшего развития. В этом смысле не уместно определять нынешнее положение технологии плазменного напыления с точки зрения в настоящее время доступных технологий, особенно в областях, где требуются покрытия высокого уровня. Даже в этом случае удивительно, что есть много аналитических исследований исполнения покрытий, произведенных в настоящее время доступными технологиями. Как упомянуто в начале, для развития нового процесса покрытия, важно принять комплексный подход от областей процессов, оценок, аналитического дизайна, и так далее. Чувствуется потребность запуска объединенного проекта с участниками с различных областей науки. [1]

Сейчас высокая температура и передача импульса между плазменной струей и частицами скорее хорошо поняты, и главная проблема, все еще ожидающая решения, состоит в том, чтобы достигнуть лучшего контроля подачи частицы (порошка). Упрощенные измеритель-

ные приборы, чтобы определять скорость частицы, потока, поверхностную температуру, разрабатываются, и они, вероятно, появятся в промышленности в течение десяти лет.

Исследование плазменных струй дало много успехов, позволяющих определить верные распределения температуры и скорости и показывающих также, что струи фактически непрерывно колеблются по длине и положению. Исследование этих колебаний, которые возникают от взаимодействия с окружающей атмосферой и какой эффект на нагревание частицы это оказывает еще не понято. Исследования способствовали тому, чтобы ограничить плазменные реактивные колебания и его смешивание с окружающим воздухом. Эти работы, вероятно, приведут к достижению лучших плазменных факелов. Распыление радиочастотной плазмы (radio-frequency plasma) недавно показало свое преимущество, чтобы распылить довольно большие частицы (-100 пмов), чтобы построить металлическую матрицу соединений. Большая мощность (200 кВт), высокие скоростные факелы плазмы, позволяющие распылять несколько десятков кг/ч, была разработана, и высокие скорости столкновения частиц (300 м/с), дают плотные покрытия со сжимающимися остаточными усилиями. Однако, образование покрытий, вероятно, - пункт, который требует самых интенсивных исследований.

Это сделано возможным развитием новых методов, позволяющих следить за воздействием и температурной историей единственной частицы. Но эти исследования все еще очень недостаточны, и например влияние скорости частицы и температуры систематически еще не изучалось. Образование покрытия в целом с влиянием температурных градиентов и средней температуры во время предварительного нагрева, распыления и остывания ясно все еще не понято, как и образование напряжений и расслабления и единства/прилипания покрытия.

В настоящее время нет надежных методов для исследования этих двойных явлений, чтобы характеризовать свойства покрытия особенно методы, отражающие сервисный способ отказа. Даже если современные измерительные приборы компьютер, которым управляют, были развиты, чтобы достигнуть надежных покрытий, они главным образом основаны на приобретенном опыте и не действительно на предсказании свойств покрытия против параметров брызг. Кроме того они не хорошо подходят для не линейных явлений, вовлеченные и интеллектуальные способы управления, такие как нечеткая логика фактически изучены. Многие успехи были сделаны в порошковой технологии: уплотнение, реактивные порошки, сам размножающий синтез высокой температуры во время распыления. Это позволяет достигать на месте композиционных материалов с превосходной износостойкостью или синтезировать непосредственно карбиды, силициды во время распыления. Реактивное плазменное распыление CVD (chemical vapor deposition), также очень многообещающие. Такие исследования все нацелены, чтобы уменьшить стоимость распыляемых покрытий плазмы, которая все еще очень высока (между US\$200 и 1600/кг) и является, вероятно, самым большим ограничением к развитию технологии. [2]

Литература

Toyonobu Yoshida. Toward a new era of plasma spray processing / Toyonobu Yoshida // Pure appl. chem. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1093-1107.

Fauchais, P. Plasma spraying: present and future / P. Fauchais, M. Vardelle // Pure appl. chem. – 1994. – Vol. 66, № 6. – P. 1247-1258.

Плазменные технологии в промышленности: состояние и перспективы / Иванов С.Я. [и др.] // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 6. – С. 9-14.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕНОВАЦИИ СУДОВ

Баева Л. С., Ясковец Н. А., Маринин А. А., Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта).

Abstract The questions extend the life of the sea and river fleets of ships through the renovation. A review of theoretical studies in the literature on this topic. Given the objective concept of renovation. The analysis of the problems inherent in this type of repair. The aspects of the choice of the volume of renovation, its feasibility of using the aggregate replacement during the procedure, the practical difficulties of implementation of the villa to repair shipyards, as well as the reliability of the courts after the passage of the renovation. Determined the need for more in-depth study of the issue to solve these problems.

1. Введение

Провести кардинальное обновление собственного флота за счёт постройки новых судов — может себе позволить не каждая судоходная компания: длительный и дорогостоящий это процесс. Так, в странах Западной Европы (Германия, Голландия, Бельгия), сравнительно стабильные политические и экономические условия, за счет целого ряда особых льгот, кредитов, инвестиций государства ведут достаточно интенсивно строительство нового флота на судостроительных и судоремонтных заводах. Насыщение судна оборудованием, механическими силовыми установками их изготовление осуществляется на своих заводах. Такой двусторонний подход значительно удешевляет построечную стоимость судна и в дальнейшем существенно снижает расходы, связанные с эксплуатацией, поскольку строительство ведётся не единичное, а серийное, то это ещё более для заказчиков дешевле. Тем не менее, процесс этот протекает плавно и под замену попадает небольшой процент от общего количества судов. У нас же в стране, за последние 20 лет, новые суда практически не строились. В итоге на данный момент постройкой небольшого количества судов ситуацию не исправить. Необходим ввод большого количества судов сразу.

Ситуацию усугубляет еще и тот факт, что многие суда, находящиеся еще в нормальном техническом состоянии уже не удовлетворяют новым современным требованиям безопасности мореплавания (МКУБ). В соответствии с принятым решением Министерства Транспорта РФ о дальнейшей нецелесообразности пролонгации предельного срока эксплуатации однокорпусных судов – бункеровщиков дедвейтом более 600 регистровых тонн, не отвечают «Правилу 21 приложения I МК МАРПОЛ 73/78». После 01.01.2011 года, будет произведен вывод из эксплуатации вышеописанных судов. [1] Помимо этого, заход в ряд портов запрещен для судов имеющих большой срок эксплуатации.

Все это приводит к острой необходимости замены быстрого обновления гражданского флота. Тем не менее, даже не смотря на то, что прошлый экономический кризис прошел без особых потрясений для страны, и настоящее состояние экономики находится на подъеме, большинству судоходных компаний не под силу произвести постройку новых судов в таком количестве. Вследствие чего появляется опасность если не потери всей отрасли, то уменьшению ее до недопустимо малых размеров, не позволяющих решать стоящие перед ней задачи.

2. Теоретические аспекты реновации

В этих условиях актуальной и злободневной становится задача - поиска различных вариантов продления срока безопасной эксплуатации существующих судов, имеющих большой

возраст. Одним из таких способов является реновация, предложенная впервые в 1990 г. специалистами английского Регистра Ллойда (LR) и норвежского Бюро Веритас (DNV). [2]

Например, на «Верфе братьев Нобель» (бывший Рыбинский судостроительный завод), под реновацией понимают замену части корпуса с использованием секционного метода ремонта для увеличения срока эксплуатации судна (в некоторых случаях изменении класса судна), ремонт механизмов и оборудования с частичной заменой на новое. [3]

Тем не менее, это куда более широкий спектр работ, проводимых судовладельцем и определенным классификационным обществом, с целью:

- удостоверения в том, что корпус обновленного судна по своему техническому состоянию соответствует судну после его 5-ти летней (уровень 1SS) или 10-ти летней (уровень 2SS) эксплуатации в спецификационных условиях;
- выполнения определенного объема ремонта или модернизации в случае необходимости восстановления толщин элементов корпуса, либо восстановления прочности корпусных конструкций до требуемого уровня. [2]

Обновленное судно имеет ряд преимуществ по сравнению с не обновленным судном того же возраста. К ним можно отнести:

- повышение безопасности плавания и снижение риска потери судна;
- повышение экологической безопасности судна;
- восстановление периодичности классификационных освидетельствований;
- восстановление прав на отсрочку освидетельствований;
- преимущества на фрахтовом и страховом рынке.

Несмотря на все представленные плюсы, процесс реновации имеет и огромное количество проблем. Одной из основных является малая теоретическая проработка данного вопроса. Так в большинстве современных литературных источниках по технологии судоремонта вообще не упоминается такой вид ремонта как реновация. Во многом это конечно связано с тем, что когда только данное явление зародилось, оно охватывало только очень узкое понятие. Реновация фактически означала обновление корпуса судна и не могла быть представлена отдельным видом ремонта. Теперь же реновация означает обновление всего судна в целом. Отличительной чертой от модернизации служит возраст судна, который предполагает большой износ всего оборудования. Исходя из чего, следует, что при проведении реновации одним из основных методов ремонта будет метод агрегатной замены.

В настоящее время в литературе можно найти материалы западно-европейской концепции реновации судов на Дунае, «Руководства по обновлению судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания», диссертации «организация реновации корпусов судов речного флота». Но, по большому счету, это инструкции к проведению ремонта по уже готовым проектам. Тем не менее, очень часто возникает вопрос, можно ли реановировать какой-то конкретный тип судна, или вообще целесообразна реновация всех судов, или же каким-то судам смысла нет проходить реновацию. Так в прессе развернулись споры по поводу вывода из эксплуатации всех судов типа «Булгария», нужно ли их всех утилизировать или же есть возможность реановировать, а главное есть ли смысл проведения такой реновации.

Говоря, об экономической и практической целесообразности проведения реновации для судовладельцев нужно отметить, что здесь речь идет не только о той выгоде, которую получит судовладелец от использования судна прошедшего реновацию, но и соотношении стоимости работ, времени проведения работ, конечного результата к таким же параметрам при заказе нового судна.

Второй важной проблемой является, несоответствие старых норм постройки, ремонта новым. Ведь за последние 20 лет требования Российского Морского Регистра Судоходства к судам многократно изменялись. В итоге, для того, чтобы судно удовлетворяло нынешним требованиям очень часто необходимо переделать практически все судно.

Так же необходимо учитывать, что в процессе ремонта возникает необходимость проведения повторной дефектации элементов судна. Ведь, в связи с тем, что судно старое, износ касается практически всех его элементов корпуса. И поэтому очень сложно учесть все сразу. Нужно учесть, что огромное количество дефектов всплывает при разборе скрытых конструкций судна.

После проведения реновации всегда меняется водоизмещение судна, поэтому требуется проведение повторного кренования судна и замена отчетной документации.

Таким образом, можно сказать, что при проведении реновации старого судна необходимо будет воссоздать всю проектную документацию по готовому судну, что само по себе трудоемко и влечёт вероятность большого количества технологических и технических ошибок. Данное обстоятельство приводит к увеличению сроков и стоимости проектных работ. Задача подгона судна под новые нормы так же весьма затруднительно решается, так как, порой в старом корпусе практически невозможно выполнить данную задачу и приходится перестраивать даже технически исправные элементы судна по новому, что в свою очередь так же увеличивает сроки и стоимость работ. А в определенных случаях решение данной задачи фактически невозможно. Проведение повторных дефектаций в связи с выявлением новых дефектов в ходе ремонта также существенно затягивает сроки и стоимость ремонта. Очень часто устранение дефектов выявленных в ходе ремонта приводит к разборке и демонтажу уже отремонтированных конструкций, что так же приводит к усложнению ремонта.

3. Проблемы использования метода агрегатной замены

Метод агрегатной замены широко примется за рубежом, тем не менее, до сих пор он мало применяется в отечественном судоремонте, что в свою очередь, несмотря на уменьшение стоимости ремонта, весьма увеличивает сроки его проведения. Однако, вопрос применения метода агрегатной замены при проведении реновации, стоит более остро, нежели при проведении простого ремонта. Здесь простой «переборкой и заменой подшипников» ремонтируемого механизма не обойтись. Устройства, отработавшие десятки лет, накапливают в себе усталостные напряжения. Вероятность выхода из строя недавно отремонтированного устройства возрастает. Увеличивается сама стоимость такого ремонта и сроки его проведения в связи с вероятным отсутствием документации (чертежей) и необходимых запчастей на агрегаты, произведенные много лет назад.

Здесь нужно отметить и тот факт, что даже при выборе в качестве метода ремонта агрегатную замену, так же возникает ряд проблем. Порой при замене оборудования оказывается, что данный вид оборудования уже не выпускается, а аналогов замены его нет. В этом случае придётся заменить всю систему управления и контроля на судне. Так при замене четырех пневматических насосов пусковой системы двигателей на одном транспортном судне, проходящем реновацию, поставщик поставил 3 насоса и один электронасос, сославшись на то, что данных пневматических насосов больше не производится. В итоге отделу материально-технического снабжения пришлось потратить много времени, прежде чем нашли нужный насос на одном из складов где-то на Дальнем Востоке. Если бы насос найден не был, то пришлось бы переделать всю пусковую систему, что так же увеличило стоимость и продолжительность работ. Поэтому агрегатная замена при данном ремонте может превратиться в (системную) или внеплановую.

К вопросу агрегатной замены также относится проблема выбора оборудования, находящегося еще в исправном техническом состоянии. Любой судовладелец хотел бы, чтобы после проведения реновации судно стало не только обновленным, но и экономичным, автоматизи-

рованным, то есть реновация совмещается с модернизацией. Но модернизация подразумевает установку нового оборудования (обладающего лучшими техническими характеристиками чем установленное при постройке) на судно, назначенный ресурс которого не выработан. И те механизмы, которые не подлежат замене, еще обладают большим ресурсом и находятся в хорошем состоянии. При реновации, происходит совмещение абсолютно нового оборудования с оборудованием, отработавшим десятки лет. С одной стороны проблем возникнуть не должно, если старое оборудование исправно и прошло необходимое техническое обслуживание и ремонт. Но с другой стороны, отремонтировать или восстановить можно любое оборудование, однако с целью улучшения конструкции судна и его экономических показателей, возможная замена ряда устройств не только не улучшит характеристики судна, но и реально ухудшит эксплуатационные показатели. А во многих случаях это действительно не рационально. Например, при проведении реновации тридцати пятилетнего судна - дизель – электрохода; судовладелец принял решение, а именно заменить главные дизель - генераторы на более современные, большей мощности. При этом гребной электродвигатель было принято решение не менять, а провести ремонт. Казалось бы, решение правильное – тепловые двигатели подвержены износу куда больше чем электрические. Да, и за 30 лет появились более экономичные дизельные двигатели. А установка нового гребного электродвигателя существенно увеличивала стоимость проекта, т.к. появилась бы необходимость подгона нового электродвигателя под линию вала. Так же нужно учитывать тот факт, что, как правило, при реновации срок службы судна увеличивается на 10-15 лет (лишь только в редких случаях на 20 и более лет). В данном конкретном случае, срок эксплуатации увеличивался на 10 лет, и установка полностью новой энергетической установки не целесообразна. Тем не менее, никто не учел тот факт, что современным, импортным дизелям требуется хорошее дорогое масло, которое существенно снижает экономическую целесообразность этой идеи. Так же при замене дизель - генераторов, мощность энергетической установки возросла на треть, хотя мощность главного потребителя – гребного электродвигателя не изменилась, а так же не изменилась и мощность вспомогательных потребителей. В итоге появился дополнительный запас энергии, необходимость которого неоднозначна. Понятно, что данная проблема решается путем правильного подбора дизель - генераторов. Но при ремонте данного судна выяснилось, что гребной электродвигатель сильно обветшал за десятки лет работы, сильно уменьшилось сопротивление изоляции, есть трудно устранимые дефекты. Но главной проблемой явилось то, что провести ремонт такого двигателя силами судоремонтных предприятий в настоящий момент (из-за развала предприятий, отсутствия специалистов и больших габаритов самого двигателя) стало практически невозможно. В данном проекте не был учтен тот факт, что судно имеет одновальную энергетическую установку. А значит, гребной электродвигатель является очень ответственным агрегатом. Учитывая тот факт, что качественный ремонт электродвигателя произвести в настоящий момент проблематично, то пропадает целесообразность замены четырех дизель - генераторов - при выходе из строя одного гребного электродвигателя (учитывая все вышесказанное о его состоянии), судно потеряет ход, и установка новых дизель - генераторов станет фактически бессмысленной. Помимо этого, уже в ходе ремонта выяснилось, что установка новой аппаратуры для преобразования и передачи энергии от новых дизель - генераторов к старому гребному электродвигателю серьезно увеличила стоимость проекта соразмерно стоимости нового гребного электродвигателя.

4. Заключение

Приведенный пример показывает, сколько вопросов появляется при проведении одного конкретного реновационного ремонта, которые нигде не освещены. В свою очередь это показывает, что необходимо проведение анализа не только концепций проведения реновации, но и анализа хода данного вида ремонта, стоимости работ и дальнейшей эксплуатации судна прошедшего реновацию, с целью выработки необходимых рекомендаций для упро-

щения выбора объемов реновации, оптимизации затрат в соответствии с целями реновации и надежности дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. Сайт компании «Волгоградский судостроительный завод» www.vgsz.ru

Ростов Е.И. Автореферат диссертации «Технология и организация реновации корпусов судов речного флота» Санкт-Петербург 2003г

Сайт компании «Верфь братьев Нобель» www.nobel-shipyard.ru

В. Кохан «Западноевропейская концепция реновации судов на Дунае».

АЛЮМИНИЙ КАК КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Орешкина В. М. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта).

Каждый автопроизводитель стремится, как можно качественней создать свою продукцию, но перед ними всегда встает вопрос: «Какой материал нужно использовать для создания следующего шедевра?».

В автомобилестроении существует не мало решений поставленной задачи ответами которых являются материалы, такие как: сталь, алюминий, высокоуглеродистая сталь, углеволокно, дерево, пластик, хромированные детали, керамика и т.д. этот список можно продолжать бесконечно. Но самое главное, что рассматривается инженерами, это постройка скелета автомобиля а именно его кузова.

Для автомобилей серийного производства используют сталь и алюминий. Соперничество между этими материалами идет уже чуть не столетие. Данный доклад включает в себя сравнительную характеристику этих двух ведущих материалов в автомобилестроении. Алюминий или сталь что лучше?

Ответом данного вопроса поставленного перед нами будет их сравнительная характеристика, разобрана на примере автопроизводителя AUDI .

На заводах Audi решение было принято еще в 1913 году, когда был создан их первый автомобиль выполненный на основе алюминия. Но такое решение было ошибочным, поскольку автомобиль не популярен и спрос резко пошел вниз. Причина этого стала нерентабельное использование алюминиевого сплава из-за его дороговизны, а именно в 5 раз дороже, чем сталь за тонну.

Так как алюминий очень дорог по сравнению со сталью его использование было направлено на создание автомобилей представительского бизнес класса такие как Audi 100 созданного в 1984 г., Audi A8 в 1991, и впервые многосерийный автомобиля Audi A 2 в 1999г.

Автомобили с 1991 г. использовали технологию Audi Space Frame, которое означает использование алюминиевого кузова каркасно-панельного типа.

Целью поставленной перед заводом было снижение веса для улучшения топливо-экономических и ходовых качеств. Что очень важно для автовладельцев. Легкость алюминия не менее чем на 40% по сравнению со стальным кузовом, улучшенная жесткость на изгиб, кручение, прочностные характеристики отвечают всем требованиям пассивной безопасности, сопротивление выпучиванию, коррозионная стойкость, долговечность, и что немало важно экологичность⁷. Важно заметить, что такой материал охватывает не малую область применения, за свою легкость и прочностные характеристики, алюминиевые сплавы используют как в постройке кузова несущих конструкций, так и в деталях, а именно: блок цилиндров, рычаги подвески, капоты, крылья, усилители каркасов дверей, основание переднего бампера и т.д.

Алюминий - применения этого материала в автомобилестроении это настоящие, но многие инженеры, ученые дерутся за идеи создания материала, в разы увеличивающие прочностные и весовые характеристики.

⁷ Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г. П. Фетисов, М. Г Карпман, В. М. Матюнин и др.; под ред. Г. П. Фетисова. - М. : Высш. шк 2001/2000 - С. 82-85

Литература

Материаловедение: учебник для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 5-е изд., стер. М: Альянс. 2009. - 527с.

Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под ред. Ю. П. Солнцева. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Химиздат, 2004. - 736с.

Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др.; под ред. Г. П. Фетисова. - М. : Высш. шк. 2001/2000 -638 с.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПРОЧНОСТЬ СИЛУМИНОВ

Ващенко И.П. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Приведены исследования по влиянию химического состава на прочность силуминов. Установлено влияние небольшого количества примесей марганца, железа, меди и натрия на прочность силуминов.

Для производства поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминиевых сплавов рекомендуют жаропрочные сплавы с повышенным содержанием меди до 5,3% и никеля до 2,25% [3]. Сплавы после термической обработки имеют высокие механические свойства при нормальных и повышенных температурах и хорошо обрабатываются резанием

Наиболее распространенными в машиностроении литейными сплавами являются силумины - сплавы алюминия с кремнием. Они обладают хорошими литейными свойствами - хорошо заполняют литейную форму, имеют малую усадку, имеют низкую температуру заливки.

Однако силумины склонны к образованию газовой пористости. Лучшими литейными свойствами обладают сплавы эвтектического состава (алюминий с кремнием образуют эвтектику, содержащую 11,6 % Si), худшими - твердые растворы, затвердевающие в широком интервале температур.

Применение заэвтектических силуминов ограничено их хрупкостью и малой прочностью из-за наличия в их структуре крупных первичных кристаллов кремния. Кремний при затвердевании эвтектики выделяется в виде грубых кристаллов игольчатой формы, которые играют роль внутренних надрезов в пластичном α - твердом растворе. Такая структура обладает низкими механическими свойствами [4].

Наличие в твердом растворе сплава марганца и образование по границам интерметаллидных фаз повышает жаропрочность сплава, а титан способствует измельчению зерна. Упрочнение сплава достигается закалкой и старением. Устойчивые против нагрева жаропрочные сплавы используются при нагреве в процессе эксплуатации до 300-350 °С.

Для измельчения структуры эвтектики и устранения избыточных кристаллов кремния силумины модифицируют натрием (0,05-0,08 %) путем присадки к расплаву смеси солей 67% NaF и 33% NaCl. Наличие натрия способствует преобразованию заэвтектического сплава в доэвтектический. В структуре сплава вместо избыточного кремния появляются кристаллы α -твёрдого раствора.

Эвтектика приобретает более тонкое строение и состоит из мелких кристаллов кремния и α -твёрдого раствора. В процессе затвердевания кристаллы кремния обволакиваются пленкой силицида натрия Na_2Si , которая затрудняет их рост. Такие изменения структуры улучшают механические свойства сплава.

Влияние химических элементов на свойства силуминов приведено в таблице 1.

Элемент	Характеристика
Бериллий	Способствует рафинированию (удалению примесей), снижает отрицательное действие железа (примеси) на механические свойства.
Бор	Способствует рафинированию, измельчает структуру и повышает пластичность.
Магний	Повышает механические свойства, увеличивает пористость.
Медь	Повышает механические свойства, снижает коррозионную стойкость.
Калий, литий, натрий	Способствуют измельчению структурных составляющих сплава, резко увеличивают пористость и повышают вязкость.
Олово	Снижает коррозионную стойкость.
Цинк	Снижает коррозионную стойкость.
Кальций	Восстанавливает алюминий из оксида, образуя оксид кальция, который снижает жидкотекучесть и механические свойства; повышает теплопроводность.
Железо	Резко снижает пластичность и повышает жаропрочность.
Ванадий, хром, марганец, кобальт, молибден, никель	Резко снижают отрицательное действие железа (примеси) на механические свойства сплава, повышают жаропрочность и снижают пористость.
Титан	Измельчает структурные составляющие сплава и, следовательно, повышает механическую прочность.

Химический анализ сплава № 12.

Влияние химического состава на прочность силуминов исследовали на образцах, вырезанных из аварийного поршня главного двигателя 8NVD48A.2U, изготовленного из алюминиевого литейного сплава № 12.

Химический анализ сплава № 12 проводили с целью выявления количества каждого компонента в сплаве. Химический состав сплава № 12 представлен в таблице 2.

В таблице 2 приведен также химический состав сплавов АК12ММгН (АЛ30) и АК12М2МгН (АЛ25) по ГОСТ 1583 – 93. Видно, что химический состав сплава № 12 соответствует химическому составу марки сплава АК12ММгН (АЛ30) и не соответствует хими-

ческому составу марки сплава АК12М2МгН (АЛ25), как указано в технических условиях на сплав АК12М2МгН (АЛ25).

Несоответствие заключается в различном процентном соотношении марганца, железа, меди и др. Известно, что указанные элементы оказывают значительное влияние на прочность и жаростойкость силуминов (Табл.1).

Таблица 2

Химический состав, % (ГОСТ 1583 - 93)												
Сплав	Al	Mn	Fe	Ni	Cu	Pb	Si	Zn	Mg	Cr	Ti	Sn
12	Осно- ва	0,12	0,63	1,10	1,40	≤ 0,05	11,5	0,2	0,87	≤ 0,10	0,05	0,01
АЛ30	Осно- ва	0,2	0,7	0,8- 1,3	0,8- 1,5	0,05	11- 13	0,2	0,8- 1,3	0,2	0,2	0,01
АЛ25	Осно- ва	0,3- 0,6	0,8	0,8- 1,3	1,5- 3,0	0,10	11- 13	0,5	0,8- 1,3	0,2	0,05- 0,20	0,02

Измерение твердости сплава № 12.

В таблице 3 представлены результаты измерения твердости сплава № 12 методом Роквелла, среднее значение твердости по Бринеллю и временное сопротивление на разрыв для сплава АК12ММгН (АЛ30).

Из таблицы 3 следует, что твердость по Бринеллю сплава № 12 не превышает значение твердости по Бринеллю, указанное в технических условиях (≤ 115 НВ). Временное сопротивление на разрыв больше на 130 МПа временного сопротивления на разрыв, указанного в технических условиях ($\sigma_b \leq 240$ МПа), что свидетельствует о повышенной прочности сплава № 12 и, следовательно, его хрупкости.

В таблице 4 приведен режим термической обработки Т5 для сплава № 12, указанный в технических условиях на сплав № 12 и рекомендуемые режимы термической обработки для сплавов АК12ММгН (АЛ30) и АК12М2МгН (АЛ25) по ГОСТ 2685-75.

Из таблицы 4 следует, что режим Т5 не соответствует ни одному из режимов термической обработки применяемых для сплавов АК12М2МгН (АЛ25) и АК12ММгН (АЛ30) по ГОСТ 1583-93.

По механическим, физическим и технологическим свойствам сплав АК12М2МгН (АЛ25) идентичен сплаву АК12ММгН (АЛ30), но превосходит его по жаропрочности при 300°С [1].

Таблица 3

Сплав № 12	Условия испытаний			Обозначение твёрдости	Число твёрдости для каждого отпечатка			Среднее значение	Твёрдость по Бригеллю	σ _в , МПа
	Усилие, кгс	Индентор	Шкала		1	2	3			
1	30	Шарик	Т	Н30Т	59	60	61	60	110	370
2	30	Шарик	Т	Н30Т	59	60	61	60	110	370
3	30	Шарик	Т	Н30Т	59	60	61	60	110	370

Таблица 4

Сплав	Вид терм. обраб.	Закалка			Старение	
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Охлаждающая среда, °С	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч
№ 12	Т5	535 ± 5	2 - 6	Вода, 20 - 100	150 ± 5	1 - 3
АЛ30	Т6	520 ± 5	4 - 6	Вода, 20 - 100	180 ± 5	6 - 8
	Т1	-	-	-	190 ± 10	6 - 12
	Т6	520 ± 5	1,5 - 6	Вода, 20 - 70	180 ± 5 или 200 ± 5	12 - 16 или 6-8

Примечание к таблице 4:

T5 - закалка и кратковременное (неполное, искусственное старение); – применяется для повышения твёрдости и предела текучести сплава.

T6 - закалка + искусственное старение - применяется для повышения прочности.

T1 – только старение.

T4 – только закалка.

Из таблицы 4 следует, что режим T5 не соответствует ни одному из режимов термической обработки применяемых для сплавов АК12М2МгН (АЛ25) и АК12ММгН (АЛ30) по ГОСТ 1583-93.

Литература

Материалы в машиностроении. Цветные металлы и сплавы: справочник:

под ред. И. В. Кудрявцева. – Т. 1. – М.: Машиностроение, 1967. – 304 с.

ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. Введ. с 01.01.97.

Переизд. 2003. - Минск: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 29 с.

Дизели типа NVD: Альбом I и II. / В. А. Волочков [и др.]: - Л.:

Алюминий : свойства и физическое металловедение : справочник: под ред.

Дж. Е. Хэтча – М. : Metallurgia, 1989. – 422 с.

КОНТРОЛЬ СВАРОЧНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ

Петрова Н. Е. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Ключевые слова. Сварка, остаточные напряжения, деформация.

Key words. Welding, residual stress, distortion.

Аннотация. Предложено использование компьютерных моделей сварки.

Abstract. Use of computer models of welding is offered.

1. Введение

Сварочные остаточные напряжения возникают в структуре из-за неоднородного температурного распределения во время сварки, что приводит к пластическим деформациям. Во время дуговой сварки свариваемая конструкция претерпевает сложные температурные изменения. Неоднородное температурное распределение внутри свариваемой конструкции вызывает тепловые усилия и неупругие напряжения. Изучены различные методы для определения остаточных напряжений аналитически, статически и экспериментально.

2. Методы контроля сварочных остаточных напряжений и деформаций

В процессе нагрева и охлаждения в сварочном цикле тепловые напряжения возникают в областях, примыкающих к основному металлу, образуя зону термического влияния. Напряжения, возникающие во время нагрева, сопровождаются пластическими деформациями. Неоднородная пластическая деформация, возникающая в районе сварки, приводит к остаточным напряжениям. Внутренние силы, стремясь к равновесию, являются причиной изгиба, сжатия и вращения. Именно эти смещения вызывают деформацию.

Три фундаментальных размерных изменения, которые происходят во время сварочного процесса, являются причиной деформации в сварочном соединении:

- 1) поперечное сжатие, перпендикулярное сварному шву;
- 2) продольное сжатие, параллельное сварному шву;
- 3) угловое искажение (вращение вокруг сварного шва).

Много факторов в сварочном процессе способствуют искажению. Этими факторами довольно трудно управлять в большой сложной структуре. Они включают последовательность сварки, степень ограничения, условия сварки и состояние соединяемых деталей. В настоящее время нет сварочного процесса, который полностью устраняет искажение. Много методов управления деформациями в сварочном процессе, таких как определенная последовательность сварки, предварительное деформирование и сборка с отклонением от плоскостности, были разработаны опытным путем.

В настоящее время с появлением компьютерных моделей сварки, которые довольно точны, появляются новые и творческие способы управления деформациями, потому что результаты процесса могут быть оценены на компьютере. С помощью компьютерных программ возможно разработать процессы сварки таким образом, что заключительное искажение будет близко к нулю, с некоторым вероятностным изменением вокруг неискаженной формы. Трудно сварить компоненты без деформации, если термообработка после сварки не используется. Термообработка после сварки дорога и главным образом используется для высокоэффективных структур, где конструктивные требования являются стро-

гими. Для многих конструкций, где контроль затрат важен, цель управления остаточным напряжением состоит в том, чтобы уменьшить усилия или, в некоторых случаях, чтобы полностью изменить эти усилия от напряженности до сжатия в некоторых критических областях конструкции.

Такой контроль остаточных напряжений может уменьшить усталостные и коррозионные процессы и даже появление трещин. Методы, которые были разработаны, чтобы управлять деформациями, также влияют на остаточные напряжения и наоборот. Таким образом, необходимо тщательно разработать процессы управления, чтобы оптимизировать технологический процесс.

5. Заключение.

Компьютерные программы симуляции сварочного процесса являются важным инструментом для разработки технологических процессов сварки. При использовании такого программного обеспечения оптимальные параметры управления деформациями могут быть получены компьютерным моделированием. Поэтому стоимость сварочного процесса и период испытания могут быть уменьшены, а качество сварного соединения улучшено.

Литература

Edited by Zhili Feng. - Cambridge England 2009

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ
И ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ В ВЫСШЕЙ
ШКОЛЕ**

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ К РЕШЕНИЮ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Верещагина С. А. (Мурманск, МГТУ, кафедра высшей математики и ПО ЭВМ),

Тарасенко Е. А. (Мурманск, ГАОУ МО СПО МПК).

The purpose of mathematics study at the Technical University is acquisition of practical skills of use of mathematical apparatus for the decision applied problems. This work provides an example of realization of this purpose.

В процессе преподавания высшей математики в техническом университете необходимо научить студентов владеть методами построения математической модели типовых профессиональных задач. Поэтому особое внимание нужно уделять решению текстовых задач, опирающихся на простые понятия физики, химии, других областей и связанных с пониманием смысла рассматриваемых математических объектов, таких, как производная, интегралы, дифференциальные уравнения и т.п.

В первом семестре при изучении темы «Производная» студенты сталкиваются с задачами оптимизации, которые возникают в самых различных областях человеческой деятельности. Экономическое планирование, управление, распределение ресурсов, анализ производственных процессов, проектирование объектов всегда должно быть направлено на поиск наилучшего варианта с точки зрения намеченной цели.

Многие задачи оптимизации сводятся к отысканию наименьшего или наибольшего значения некоторой функции, которую называют целевой функцией. Наиболее простые случаи, когда целевая функция задается явной формулой и является дифференцируемой. В этом случае для исследования ее свойств, поиска точек экстремума может быть использована производная.

Приведем примеры задач, которые могут быть рассмотрены по данной теме.

Задача 1. Расход горючего легкового автомобиля (литр на 100 км) в зависимости от скорости x км/ч при движении на четвертой передаче приблизительно описывается функцией $f(x) = 0,0017x^2 - 0,18x + 10,2$, $x > 30$. При какой скорости расход горючего будет наименьший? Найдите этот расход.

Задача 2. К реке шириной a м построен под прямым углом канал шириной b м. Какой максимальной длины суда могут входить в этот канал?

Задача 3. Суточные расходы при плавании судна состоят из двух частей: постоянной, равной a руб., и переменной, возрастающей пропорционально кубу скорости. При какой скорости v плавание судна будет наиболее экономичным?

Задача 4. Составляется электрическая цепь из двух параллельно соединенных сопротивлений. При каком соотношении между этими сопротивлениями сопротивление всей цепи максимально, если при последовательном соединении этих сопротивлений оно равно R ?

Задача 5. Газовая смесь состоит из окиси азота (NO) и кислорода (O_2). Требуется найти концентрацию O_2 , при которой содержащаяся в смеси окись азота окисляется с наибольшей скоростью.

Использование экстремальных задач при изучении математики оправдано тем, что они с достаточной полнотой закладывают понимание того, как человек ищет, постоянно добивается решения жизненно важных задач, чтобы получающиеся результаты его деятельности были

как можно лучше. Решая задачи указанного типа, наблюдаем, с одной стороны, абстрактный характер математических понятий, а с другой – большую эффективную их применимость к решению практических задач.

Литература:

Виленкин Н.Я. Функции в природе и технике: кн. для внеклас. чтения IX-X кл. – М.: Просвещение, 1985.

Натансон И.П. Простейшие задачи на максимум и минимум. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1950.

Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2005.

Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учеб. пособие – М.: Изд-во Моск. ун-та, ЧеРо, 1997.

Тихонов А.Н., Костомаров Д.П. Вводные лекции по прикладной математике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.

Баврин И.И. Основы высшей математики: Учебник. – М.: Высш.шк., 2004.

О ПРОБЛЕМАХ ВНЕДРЕНИЯ В ВУЗЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ.

Воробейчикова Е. С. (Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

The peculiarities of using of interactive methods at practical classes in the subject “Mathematics” at High School are taken into consideration in this article. The author gives some recommendations of methodics, as an example Case's method is given. The factors restraining a wide application of these methods are also analyzed.

Статья посвящена проблемам внедрения интерактивных методов обучения в преподавании математики в ВУЗах.

Необходимость внедрения таких методов диктуется переходом к новым государственным образовательным стандартам (ФГОС) третьего поколения. Согласно ФГОС, «реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий ... с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся»

Таким образом, внедрение активных и интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном ВУЗе. Основные методические инновации связаны сегодня именно с применением интерактивных методов обучения[1]. Доля занятий проводимых в активной и интерактивной форме по различным специальностям, согласно ФГОС, составляет от 10% до 30%. Прежде чем рассматривать возможности внедрения таких занятий, необходимо выяснить, что подразумевается под понятием “интерактивное обучение”.

В современной педагогической литературе существует некая двойственность относительно данного понятия. С одной стороны, интерактивность в обучении - это характеристика взаимодействия и общения субъектов процесса обучения. С другой стороны – это дидактическое свойство средств обучения (применение электронно-коммуникационных средств). Описание и определение интерактивного обучения в каждом конкретном случае обусловлено авторской трактовкой понятия интерактивности, само же понятие интерактивности разработано слабо[2].

Итак, многие преподаватели достаточно узко подходят к пониманию “интерактивности”, считая, что достаточно использовать, например, интерактивную доску или компьютер на занятиях по математике и, таким образом, выполнить необходимое процентное соотношение интерактивных занятий.

Приведем некоторые фрагменты из ФГОС, которые позволили нам определить направление внедрения интерактивных методов в преподавании математики в нашем ВУЗе: “Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК): ... способен к работе в коллективе, демонстрирует готовность к сотрудничеству (ОК-5); ... способен осуществлять деятельность, связанную с руководством действиями отдельных сотрудников, оказывать помощь подчиненным. Способен на научной основе организовать свой труд, оценить с большой степенью самостоятельности результаты своей деятельности, владеет навыками самостоятельной работы (ОК-6); ... способен получать и обрабатывать информацию из различных источников...(ОК-7); владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, систематизации, постановке целей и выбору путей их достижения, умеет логически верно аргументировано и ясно строить свою речь (ОК-10); способен находить организационно - управ-

ленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность... (ОК-11)».

Таким образом, если ориентироваться на необходимость формирования общекультурных и профессиональных компетенций, то следует трактовать понятие “интерактивность” более широко, нежели только применение электронной техники. Итак, интерактивное обучение предполагает активное вовлечение студента в диалог в качестве активного участника, при этом знание должно добываться в совместной деятельности студентов между собой и преподавателем.

С учетом изложенных представлений об интерактивности в обучении, современных тенденций высшего образования и, опираясь на непосредственное направления образовательной деятельности (обучение будущих инженеров), изложим основные ключевые позиции внедрения интерактивных методов в обучении математике.

К современным интерактивным технологиям принято относить такие как: деловые и ролевые игры, кейс-технологии, учебные дискуссии, мастер-классы, мастерские, тренинги, метод проектов, программированное обучение, «Мозговой штурм», разработка проекта, решение ситуационных задач.

Из предложенного достаточно большого списка технологий, нами был выбран так называемый case-метод. Выбирая данный метод, мы опирались на следующие факторы:

метод позволяет сохранить некоторые принципы обучения математике (приобретение учащимися определенного круга знаний, умение использовать изученные математические методы, развитие математической интуиции, воспитание математической культуры) [3].

метод позволяет устанавливать межпредметные связи, что так же является одной из особенностей современного процесса обучения математике.

метод позволяет формировать общекультурные компетенции.

Методика “case-study” – это методика ситуационного обучения, основанная на реальных примерах, взятых из практики (например, функционирование какого-либо предприятия) и требующая от студента поиска некоторого целесообразного решения в предложенной ему практической ситуации.

Метод case-технологии является для российской высшей школы (как, впрочем, и для общеобразовательной) одним из самых неразвитых и неотработанных. Учитывая то, что такой вид обучения студентов является нераспространенным, то на занятиях по математике его тем более не используют. Это объясняется тем, что, например, в гуманитарных дисциплинах и даже в физике новая методика предполагает разрешение группой учеников конкретно поставленной проблемы, которая, по сути, не имеет однозначного решения. А в математике каждая задача или пример обязательно должны иметь ответ. Иными словами сложность применения заключается, прежде всего, в выборе темы для кейса.

Если обратить внимание конкретно на предмет изучения математики, то многие студенты интересуются вопросом, как именно и в какой мере им понадобятся приобретенные по предмету знания, насколько оправданными станут затраты времени и усилия на изучение такой сложной дисциплины. Таким образом, целью подготавливаемых кейсов с заданиями является разработка рекомендаций по системе подготовки учеников к решению задач определенного типа. Важно так же то, что кейс-метод наглядно демонстрирует необходимость владеть математическими навыками при постановке профессиональных задач.

Технология предполагает от преподавателя математики письменную подготовку примера кейса, его самостоятельное изучение учениками, совместное обсуждение поставленной проблемы (естественно, при руководстве и помощи преподавателя).

Очень важен принцип, что «обсуждение важнее решения». В основу кейс-метода ложится имитационное моделирование, то есть приобретение навыков выбора и анализа на математическом примере и перенесение его в реальную жизнь.

В начале занятия с применением кейс-метода студентов разделяют на небольшие группы (по 3-5 человек). При этом в каждой группе должен быть так называемый модератор (наиболее способный студент, который будет руководить процессом, выдвигать и анализировать идеи, предлагаемые группой). Преподаватель наблюдает за процессом, при необходимости задает наводящие вопросы, помогает составить отчет.

В качестве пробного образца нами был предложен кейс по теме «Использование свойств функций, а так же навыков вычислений для расчета времени и температуры тепловой стерилизации продуктов» для специальностей технологического факультета. Данный кейс направлен на закрепление темы «Функции и их свойства и графики», а так же на закрепление навыков вычисления значений показательной и логарифмической функций (темы рассматриваются в рамках курса «Основы высшей математики»).

Кейс состоит из трех частей:

Теоретическая часть, сопровождаемая пояснительной запиской. Студентам предлагается войти в роль технологов, изучить теоретические сведения, необходимые для процесса изготовления консервов. Основной тезис предлагаемого кейса: «Изучая гибель микроорганизмов под влиянием нагревания, исследователи пришли к выводу, что процесс гибели микробной клетки подвергается математическому анализу... Количество патогенной флоры убывает по экспоненциальному закону: $N_k = N_n e^{(-K_0 \tau)}$... Время уничтожения патогенной флоры таким образом можно найти по формуле: $\tau = D \lg \frac{N_n}{N_k}$ ». [4].

Поставленные задачи. Набор задач, связанных с профессиональной деятельностью, решить которые необходимо в рамках данного кейса. Рассматриваются задачи на определение времени стерилизации, количества патогенной флоры к концу стерилизации. Студентам предлагается: объяснить дробное (меньше единицы) количество микроорганизмов в конце стерилизации, выяснить, возможность полного уничтожения микроорганизмов при стерилизации. Ответы необходимо пояснить, опираясь на свойства математических функций, демонстрирующих данные производственные процессы. Студентам так же предлагается в рамках данного кейса провести работу по графическому анализу процесса стерилизации.

Отчет о проделанной работе. Результаты, пояснения, обоснования, выводы, которые студенты оформляют на отдельных листах, называемых протоколами. Являются основой для оценки результатов деятельности.

Данный кейс, в зависимости от уровня подготовленности аудитории, может быть использован преподавателем как обучающий, развивающий или диагностирующий.

Преимущества использования данного кейса налицо:

демонстрирует область применения таких абстрактных для студентов функциональных зависимостей как показательная и логарифмическая,

демонстрирует необходимость умения проводить расчеты,

знакомит студентов с элементами будущей профессии,

показывает значимость математики для данной специальности,

развивает умение студентов совместно решать поставленные задачи, работать в команде, помогать друг другу, уважать мнение каждого.

Несмотря на многочисленные плюсы интерактивных технологий, считаем необходимым, обратить внимание на проблемы, которые возникают в ходе их реализации в рамках преподавания математики:

Возрастает нагрузка на преподавателя в процессе подготовки (необходимо вникнуть в содержание специальности, на которой работает преподаватель, проанализировать какие задачи должны уметь решать данные специалисты, проанализировать возможные межпредметные связи, разработать учебный материал в рамках дисциплины “Математика”).

Возможны психологические и коммуникативные трудности для студентов[5]. Не все студенты достаточно раскрепощены, что бы быть активными при работе в группе. Более того, некоторые студенты настолько слабо подготовлены по математике в школе, что попросту могут оказаться “ненужными” в группе и испытывать психологический дискомфорт от своей несостоятельности.

Проблема переоценки возможностей. Излишне увлекаясь идеей внедрения интерактивных технологий, можно не заметить, что время и силы, потраченные на подготовку, не оправдываются теми результатами, которые мы получаем. Изучить или закрепить можно совсем небольшое количество учебного материала, а времени потратить много.

Технические проблемы. Отсутствие оснащённости кабинетов компьютерами, интерактивными досками значительно усложняет процесс внедрения технологий.

Проблема субъективной оценки. При работе в группе достаточно трудно однозначно оценить работу каждого, то есть налицо проблема индивидуального оценивания знаний.

Принципы системности и научности знаний не реализуются.

Узкий круг тем, которые студенты могут изучать самостоятельно.

Отметим так же общие проблемы внедрения интерактивных технологий (относящиеся не только к преподаванию математики): отсутствие системы целевого повышения квалификации преподавателей по интерактивным методикам преподавания, нежелание имеющихся профессионалов-практиков работать в системе ВПО, вызванное низким уровнем существующей в ней заработной платы, нежелание имеющихся в структуре ВПО преподавателей менять наработанную годами практику преподавания в условиях материальной незаинтересованности [6].

В заключении следует отметить, что современные методы обучения должны быть направлены на подготовку специалиста, который помимо определенного круга профессиональных знаний и умений, уверенно владеет аналитическим мышлением, эрудицией, умением находить выход из сложной ситуации и многими другими интеллектуальными навыками. Однако, в той части образования, которая связана с математикой, следует быть очень внимательными. Внедряя интерактивные методы в процесс преподавания математики в ВУЗе, следует помнить о том, что математика – фундаментальная наука. Внедрять новые технологии следует небольшими порциями, каждый раз соизмеряя затраты и ожидаемые результаты. Не следует полагаться только на эффективность интерактивных методов, применяя их в ущерб традиционным (пассивным). Успешность преподавания математики в ВУЗе определяется умением выбрать их оптимальное количественное соотношение в рамках лекций и практических занятий.

Следует так же отметить, что работа по внедрению интерактивных методов на нашей кафедре находится в начальной стадии. Планируется изучение, разработка и внедрение не только кейс-методов, но и других методик с целью изучения их эффективности и проблем их внедрения в процессе преподавания математики в ВУЗах.

Литература

Анацкая А.Г. Интерактивные методы обучения. // Инновационное образование и экономика.- 2011.-№9.-С.44-48.

Гавронская Ю. “Интерактивность” и “интерактивное обучение”. // Высшее образование в России. -2008.-№7.-С.101-104.

Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание. - М.: Наука, 2010.

Куцакова В.Е. и др. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Теоретические основы консервирования. – Санкт-Петербург.: ГИОРД, 2008.

Рыбакова Т. Психологический потенциал интерактивных методов. //Высшее образование в России. -2004.-№12.-С.41-44.

Фурс М.В. Интерактивные формы обучения - средство повышения уровня профессиональной подготовки студентов. // Педагогика и психология. -2011.-№10.-С.29-32.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ИЗЛОМЕ ИСТОРИИ

Ермаков В. Г. (Беларусь, г. Гомель, ГГУ им. Ф.Скорины, кафедра математического анализа)

In the article sociocultural and methodological reasons of crisis of modern mathematical education are investigational and the ways of his overcoming are indicated.

Исходный тезис данной статьи о том, что современное массовое математическое образование находится в глубоком кризисе, по-видимому, не нуждается в особом обосновании. Поэтому речь здесь будет идти не столько о проявлениях кризиса, сколько о его социально-культурных истоках, о возможных путях выхода из сложившейся ситуации, о стратегии и методологии действий педагога и педагогического сообщества в условиях кризиса. Необходимость постановки этих вопросов в такой максимальной общности вызвана тем обстоятельством, что при всей остроте проблем, имеющих место в системе математического образования, их уже нельзя рассматривать в отрыве от кризиса мировой системы образования и кризиса всего современного мироустройства. Более того, именно небывало высокая скорость и деструктивный характер происходящих социально-культурных изменений открывают принципиально новые возможности исследования. Как ураган, выворачивая деревья из земли, обнажает их корневую систему, так и стремительность перемен помогает увидеть глубинные истоки многих трудных проблем педагогики и образования.

По мнению ряда экономистов, разразившийся финансовый кризис на самом деле является структурным кризисом экономики, неразрешимым на прежнем базисе, что, в свою очередь, служит явным признаком завершения цивилизационного проекта, основанного на ссудном капитале и просуществовавшего 300 лет. Данная система экономических отношений стимулировала ускорение научно-технического прогресса и повышение уровня разделения труда, но этой линии развития сопутствует рост неустойчивости всей системы взаимодействий и для её компенсации принципиально необходимо расширение рынков сбыта. Конфликт из-за рынков сбыта привел к тому, что из пяти технологических зон, существовавших в начале XX столетия, после второй мировой войны остались две, а после распада СССР – только одна, но и она ввиду отсутствия свободных территорий больше не может расширяться. Отсюда и следует, что данный цивилизационный проект исчерпал свои возможности и должен быть заменен другим проектом, однако его влияние на систему образования пока остается прежним, по сути, – разрушительным. К системе образования, встроившейся в этот проект, применимы предупреждения, содержащиеся в былинах: с какого-то момента умирающий богатырь может вдохнуть в преемника не силу, а погибель. Легко видеть, что именно силовое поле этого завершающегося проекта привело к тому, что в системе образования на первый план повсеместно стал выходить компетентностный подход. Он нацелен на подготовку очень узких специалистов, и это имеет смысл только в предположении, что эти специалисты, перемещаясь по всему миру, будут находить свое место в длинных производственных цепочках с высоким уровнем разделения труда.

Для сравнения стоит отметить, что «Великая дидактика» Я.А. Коменского, излагающая «универсальное искусство учить всех всему», была написана в то время, когда набирала силы и стремилась к власти молодая буржуазия, когда начали складываться крупнейшие колониальные империи. И, тем не менее, эта книга была нацелена на решение острых социальных противоречий своего времени на основе гуманистических идей, то есть предполагала не только использование наличных ресурсов социальной среды, но и наращивание этих ресурсов. Коменский полагал, что в каждом человеке должна быть развита человеческая сущность и в этом состоит главная цель воспитания. Демократический гуманизм Коменского был тес-

но связан с идеей пансофии, под которой он понимал сведение воедино всего важнейшего из добытых человечеством научных знаний. Но смысл пансофии он видел и в том, чтобы свод всего главного из всех наук стал достоянием всех людей, независимо от их социальной и национальной принадлежности, поэтому, по его мнению, все школы должны быть пансофическими. Таким образом, на заре капиталистического проекта система образования в значительной мере была автономной и помогала «заткнуть дыру, из которой текут народные бедствия». Отказ от этих идей и принципов не только возвращает «народные бедствия», но и создает проблемы, касающиеся самого производства.

Показательны заявления, сделанные представителями фирмы «Боинг» в беседе с В.И. Арнольдом. Они рассказали, «что не могли бы поддерживать традиционно высокий технический уровень своих разработок, если бы не использовали труд лучше американцев подготовленных иностранцев – японцев, китайцев и русских, которых в школах ещё до сих пор продолжают учить как основам фундаментальных наук, так и умению думать и решать нетривиальные задачи». Они также выразили опасение, что американизация обучения вскоре ликвидирует и этот источник кадров, и предложили помочь сохранить в России школьное образование. И это несмотря на то, что в США – свыше 4 тысяч вузов. Имеет место парадоксальная ситуация: научно-технические и экономические достижения США сделали их систему образования образцом для подражания, а сами эти достижения в значительной мере базируются на результатах функционирования других образовательных систем. До тех пор, пока есть территории с «плодоносящим» культурным слоем, такой подход даёт огромные экономические преимущества, сопоставимые с преимуществами воровства перед честным трудом. Опаснее всего то, что данная идеология простого заимствования формирует традицию решать возникающие проблемы максимально простым способом, а это ведет к разрушению последних очагов полноценного образования и культуры.

Наряду с общими экономическими факторами существенной причиной разрастания кризиса мировой системы образования является обострение центрального противоречия современности – противоречия между личностью и культурой. С одной стороны, из-за дидактогенных факторов жизненные потенциалы человека и так уже снизились до опасной черты, с другой стороны, в это же время наука вышла на новый качественный уровень, для обозначения которого философ и науковед М.К. Петров использовал термин «нечеловекоразмерность». Попытка разрешить это противоречие простыми прямолинейными действиями привела в целом к пораженческой позиции. Прежняя целевая функция среднего образования – «готовить к вузу» была заменена на менее напряжённую целевую функцию – «готовить к жизни»; авторы учебников и большинство педагогов стали избегать подробного разъяснения наиболее трудных и одновременно самых важных для осмысленной учебы вопросов. Несоответствие между простотой используемых теоретических моделей и многоаспектностью образовательных процессов наглядно проявляется в системе математического образования. Необходимость сжатия растущего объёма информации порождает в математике большое число понятий высокого уровня абстракции, для помощи учащимся в их освоении нужны обширные пропедевтические программы, а педагоги, пасуя перед этими трудностями в условиях дефицита времени, массово переходят на формальный метод обучения, позволяющий обходиться без таких программ. Круг замыкается: так называемая «выученная беспомощность», часто возникающая у учащихся при формальном подходе к обучению, является едва ли не главной причиной снижения их жизненного потенциала. Суммарный отрицательный эффект от многочисленных уступок в пользу прямолинейных, механистических способов решения проблем превысил самые худшие опасения. Никто не планировал появления на математических факультетах студентов, набравших на централизованном тестировании по математике один балл из ста, но фактически все упорно шли именно к этому результату. Давно сказано: прямая дорога ведет напрямиком в ад, в рай ведут только торные тропинки.

Обращение к истории математики и к истории культуры позволяет оценить, как много теряется при таком подходе. Отметим, что прогресс математики начался с изобретения приёмов, позволявших давать имена многим числам. Позиционная система счисления – это один из первых операторов сжатия информации. Ещё один универсальный оператор сжатия – изобретение алфавита древнеегипетским богом Тевтом, человеческое имя которого не известно. Суть его изобретения состоит в том, что слова разбиваются на фонемы, которые и обозначаются знаками. Количество этих знаков несопоставимо меньше, чем количество иероглифов, обозначающих слова целиком. К такому же прорыву человечества можно отнести и важнейшее событие истории математики Древней Греции – появление математических теорий, базирующихся на доказательствах. Доказательства, задающие систему связей между разрозненными фактами, также служат значительному сжатию информации. К этому ряду примеров уместно добавить следующий удивительный факт: муравьи некоторых видов передают сообщение о местонахождении корма, найденного разведчиком, тем дольше, чем оно несёт больше информации «по Колмогорову» [1, с. 70]. Это означает, что муравьи обладают способностью к обмену информацией, передаче сложных «текстов» и даже к улавливанию закономерностей. Из приведенных данных вытекает, что путь развития, по которому сейчас идёт мировая система образования и всё человечество, чреват возвращением в каменный век, в частности, возвращением к системе счисления, состоящей, как и в некоторых племенах, из элементов «один», «два» и «много». Признаки движения к этому результату уже появились. Остаётся заметить, что на рассыпающемся общекультурном фундаменте нельзя будет сформировать даже простейшего набора компетенций.

Альтернативные действия очевидны: в системе образования должен быть введен некий аналог экологического налога, то есть наряду с решением сугубо прагматических задач часть усилий всех участников образовательного процесса должна тратиться на укрепление базиса общечеловеческой культуры. В статье [2] показано, что ввиду растущей неоднородности информационного пространства новую оптимизацию управления образовательными процессами нужно осуществлять на основе нелинейных моделей управления, но при выполнении этого условия выход на более высокий уровень экономичности и эффективности управления возможен. В статье [3] построена сингулярная теория контроля, нацеливающая педагогов на активное разрешение проблем, порождаемых особыми точками в учебном материале, такими, например, как понятиями высокого уровня абстракции. В монографии [4] построена инвариантная (нелинейная) теория развивающего образования, охватывающая все ступени образования от дошкольной ступени до высшей.

В качестве иллюстрации этих возможностей рассмотрим один из вариантов решения проблемы адаптации первокурсников к обучению в вузе в рамках курса математического анализа (специальность «Прикладная математика»). Растущий разрыв между достижениями школы и потребностями вуза в уровне подготовки абитуриентов в ряде случаев удается устранить локальными специализированными корректирующими мероприятиями. Их структурообразующим элементом становятся цепи взаимосвязанного материала, выделенные для максимально строгого текущего и итогового контроля. Предварительная часть экзамена, репетиция которой осуществляется в течение всего семестра, начинается с одного вопроса, например, с определения предела числовой последовательности. Неправильный ответ означает окончание экзамена. Затем идет первый блок заданий, включающий теорему о единственности предела сходящейся последовательности, свойства сходящихся последовательностей и теорему Вейерштрасса о монотонных ограниченных последовательностях. Точное доказательство одного из этих вопросов – обязательное условие продолжения экзамена. Затем студент должен сдать еще два блока заданий и только после этого начинается основная часть экзамена – с традиционным билетом и задачей. Эти блоки «обязательных» заданий можно сдать и заблаговременно – в течение семестра преподавателю или студентам, получившим право приёма. Подключение самих студентов к этой работе принципиально важно. Срабатывают два момента. Во-первых, задания для всех одни и те же, так что диалоги преподавателя

со студентами при их обсуждении легко копируются и дублируются во взаимодействии студентов. Во-вторых, сжатие материала во внутреннем плане учащегося по цепям связей даёт студентам сильный эмоциональный и мотивационный импульс, что, в свою очередь, позволяет значительно расширить состав участников.

В 2009 г. студенты второго курса, продолжая изучать курс математического анализа, впервые провели такую работу не в своих группах, а в группе первокурсников специальности «Экономическая кибернетика». Опорой в этой работе служили знакомые им три блока взаимосвязанных заданий. Эксперимент длился 11 недель – с начала октября. Динамические характеристики проведенной работы отражены на рисунках 1 и 2. Поначалу число студентов группы ЭК-1, участвовавших в этом мероприятии, было небольшим, а к 6-ой неделе оно даже уменьшилось – из-за проблем с изучением более трудного материала. Экспериментаторам удалось не допустить полного затухания активности в этом направлении, а затем успехи тех, кто включился в эту работу, и приближение сессии привели к быстрому развитию процесса взаимодействий между всеми участниками эксперимента. Всего экспериментаторы приняли 472 теоремы. Пик сдачи теорем пришелся на 10-11 недели. 23 студента группы ЭК-1 сдали все 3 блока теорем, что очень существенно, а 19 студентов из этого числа пробовали сдавать ещё и дополнительные задания. Усвоение третьего блока шло значительно быстрее, чем усвоение первых двух. Так, 6 студентов успешно доказали теорему Тейлора на следующий день после её изложения в лекции. Важную роль стала играть помощь первокурсников друг другу. Со второго семестра коррекционные мероприятия в группе ЭК-1 не проводились, но студенты сдали все экзамены второй и третьей сессий без неудовлетворительных отметок.

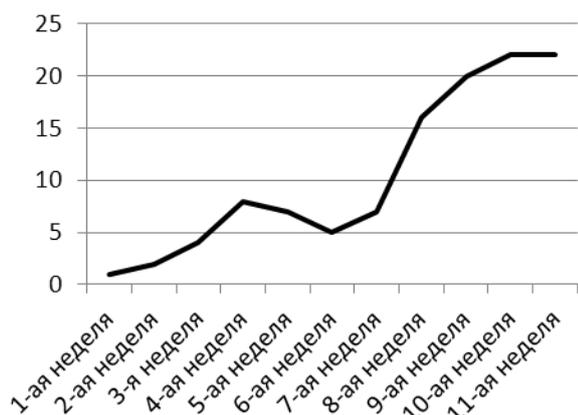


Рис. 1. График числа студентов, сдававших задания в течение n-ой недели

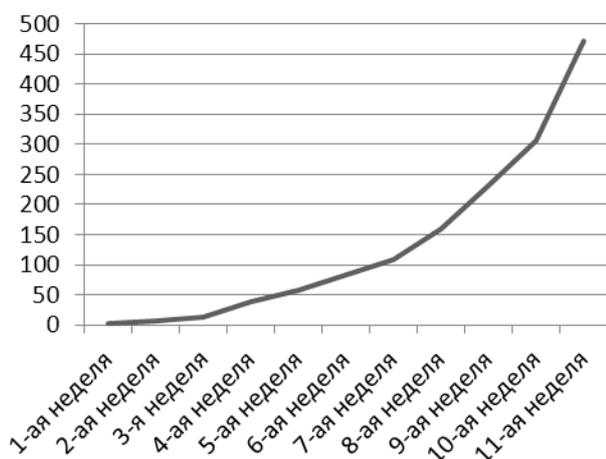


Рис. 2. График суммарного числа теорем, сданных студентами в течение первых n недель

Литература

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. Язык муравьев и теория информации // Природа. – 1988. – № 6. – С. 64-71.

Ермаков В.Г. Методологическая основа функциональной и экономической эффективности образования // Вестник экономической интеграции. – 2010. – № 7. – С. 194-210.

Ермаков В.Г. Контроль в системе математического образования: проблемы и пути их разрешения // Математика в высшем образовании. – 2009. – № 7. – С. 95-108.

Ермаков В.Г. Развивающее образование и функции текущего контроля. В 3 ч. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2000. – 778 с.

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ СУММ КИРИЛЛОВА

Богомолов Р. А., Богомолова И. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, *irina-bogom@mail.ru*)

Abstract. Medium values of the A.A.Kirillov sums. Two results on medium values of the A.A.Kirillov sums

$$S^k(A) = \sum_{X \in M_n(\mathbb{F}_2)} (-1)^{\text{tr}(AX^k)}, \quad k \geq 0, A \in M_n(\mathbb{F}_2),$$

are obtained; the first one with the summing over $M_n(\mathbb{F}_2)$, and the second one – over $GL_n(\mathbb{F}_2)$.

В настоящей работе рассматривается задача вычисления средних значений сумм S^k , определяемых следующим образом.

Пусть $\varphi: \mathbb{F}_2^n \rightarrow \mathbb{F}_2^n$, есть \mathbb{F}_2 – линейный оператор с матрицей $A \in M_n(\mathbb{F}_2)$. Положим

$$S^k(\varphi) = S^k(A) = \sum_{X \in M_n(\mathbb{F}_2)} (-1)^{\text{tr}(AX^k)}, \quad k \geq 0.$$

Суммы $S^k(\varphi)$, являющиеся инвариантами оператора φ , возникают в статистической физике и были впервые определены А.А. Кирилловым. В вещественном случае $S^k(A)$ аналогична интегралу Фурье на $M_n(\square)$ с однородной фазой степени k ; в частности $S^1(A)$ есть аналог δ -функции Дирака:

$$\int_{M_n(\square)} \exp(\pi i \text{tr}(AX)) d\mu_X.$$

В работе [1] были вычислены значения сумм S^k при $k = 0, 1, 2$. Вычисление сумм S^k при $k > 2$ сталкивается с (пока что) непреодолимыми техническими трудностями. В этой связи разумно поставить вопрос о вычислении средних значений этих сумм на тех или иных значимых множествах матриц. Решению этого вопроса и посвящена наша статья.

Пусть $V \subset M_n(\mathbb{F}_2)$. Положим

$$\bar{S}_V^k = \frac{1}{\text{Card}V} \sum_{A \in V} S^k(A),$$

$$\hat{S}^k(A) = \sum_{X \in GL_n(\mathbb{F}_2)} (-1)^{\text{tr}(AX^k)}.$$

Ниже мы вычислим \bar{S}_V^k , $k \geq 0$, в двух случаях: при $V = M_n(\mathbb{F}_2)$ и при $V = GL_n(\mathbb{F}_2)$. Доказательство следующей леммы оставляем читателю в качестве небесполезного упражнения.

Лемма 1.

$$\hat{S}^1(A) = (-1)^r 2^{nr - r(r+1)/2} |GL_{n-r}(\mathbb{F}_2)|, \quad \text{где } r = rkA, \text{ причем полагаем } |GL_0(\mathbb{F}_2)| = 1.$$

Отметим, что (см. [2, гл. 4, 11.IV])

$$|GL_s(\mathbb{F}_2)| = (2^s - 1)(2^s - 2)(2^s - 4) \dots (2^s - 2^{s-1}), \quad s \geq 0.$$

Теорема 1.

Пусть $k \geq 0$. Тогда

$$\bar{S}_{M_n(\mathbb{F}_2)}^k = \text{Card } X \in M_n(\mathbb{F}_2) : X^k = 0 ;$$

$$\bar{S}_{GL_n(\mathbb{F}_2)}^k = \frac{1}{|GL_n(\mathbb{F}_2)|} \sum_{X \in M_n(\mathbb{F}_2)} (-1)^r 2^{nr-r(r+1)/2} |GL_{n-r}(\mathbb{F}_2)|, \text{ где } r = rk(X^k).$$

Доказательство.

$$1) \bar{S}_{M_n(\mathbb{F}_2)}^k = \frac{1}{2^{n^2}} \sum_A \sum_X (-1)^{\text{tr}(AX^k)} = \frac{1}{2^{n^2}} \sum_X S^1(X^k) = \sum_{\substack{X \in M_n(\mathbb{F}_2) \\ X^k=0}} 1 = \text{Card } X \in M_n(\mathbb{F}_2) : X^k = 0$$

по следствию 1 [1].

Здесь A и X , кроме последней суммы, пробегают $M_n(\mathbb{F}_2)$.

$$2) \bar{S}_{GL_n(\mathbb{F}_2)}^k = \frac{1}{|GL_n(\mathbb{F}_2)|} \sum_A \sum_X (-1)^{\text{tr}(AX^k)} = \frac{1}{|GL_n(\mathbb{F}_2)|} \sum_X \hat{S}^1(X^k) = \frac{1}{|GL_n(\mathbb{F}_2)|} \sum_X (-1)^r 2^{nr-r(r+1)/2} |GL_{n-r}(\mathbb{F}_2)|$$

по лемме 1.

Здесь A пробегает $GL_n(\mathbb{F}_2)$, а $X - M_n(\mathbb{F}_2)$.

Замечание.

$$\text{Card } X \in M_n(\mathbb{F}_2) : X^k = 0 = \sum_{l \in H_k} \frac{|GL_n(\mathbb{F}_2)|}{2^{\sum_{r=1}^k l_r \left[(r-1)l_r + 2r \sum_{s=r+1}^k l_s \right]} \cdot \prod_{r=1}^k |GL_{l_r}(\mathbb{F}_2)|},$$

где $H_k = l = (l_1, \dots, l_k) \in \square^k : l_1 + 2l_2 + \dots + kl_k = n \quad (0 \in \square)$.

Литература

Богомолова И.В. К вопросу о вычислении некоторых инвариантов \mathbb{F}_2 -линейных операторов // Функциональный анализ. Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 38. Материалы международной конференции по теории операторов, посвященный памяти А.В. Штрауса (Ульяновск, 23 – 28 июня 2001). – Ульяновск: издательство УГПУ, 2001.

Каргаполов М.И., Мерзляков Ю.И. Основы теории групп. – М: Наука, 1982.

О ЛИНЕЙНОМ БАЗИСЕ ОДНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ

Богомолов Р. А., Богомолова И. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Abstract. A linear base of the associative unitary linear algebra given over an arbitrary field with the generators x, y and the relations $x^3 + y^3 = 0, xyx = 0$, is found.

Пусть F – произвольное поле, A – ассоциативная линейная F -алгебра с единицей Λ , заданная образующими x, y и соотношениями $x^3 + y^3 = 0, xyx = 0$. Целью настоящей работы является построение базиса A как линейного пространства над F , основным ее результатом – следующая теорема.

Теорема. Рассмотрим объединенный набор (ассоциативных) слов в алфавите $\langle x, y \rangle$ следующих видов:

а) $y^\alpha \Omega y^\beta$, где $\alpha, \beta \in \{0, 1, 2\}$, $\Omega = x^{l_1} y^2 x^{l_2} y^2 \dots y^2 x^{l_s}$, $s \geq 1$, $l_1, l_2, \dots, l_s \in \{1, 2\}$;

б) $\Lambda, y, y^2, x^3, x^3 y, x^4, x^3 y^2, x^5, x^6$.

Тогда данный набор слов образует F -линейный базис A ; точнее, всякое слово в алфавите $\langle x, y \rangle$ сравнимо по модулю идеала $I = (x^3 + y^3, xyx)$ соответствующей свободной линейной F -алгебры $F \langle x, y \rangle$ с точностью до знака с единственным словом указанного набора.

Доказательство теоремы довольно длинно, и мы ограничимся весьма беглым изложением его основных этапов.

1) Отправляясь от произвольного слова ω в алфавите $\langle x, y \rangle$, мы, многократно применяя соотношение $x^3 + y^3 = 0$, редуцируем ω к элементу

$$\bar{\omega} = \pm x^{3v} y^\alpha x^{l_1} y^{k_1} \dots y^{k_{s-1}} x^{l_s} y^\beta,$$

где $v \geq 0$, $s \geq 0$, $\alpha, \beta \in \{0, 1, 2\}$, $l_1, l_2, \dots, l_s, k_1, k_2, \dots, k_s \in \{1, 2\}$.

2) В ходе дальнейшей редукции $\bar{\omega}$ устанавливается, что $\bar{\omega} \in I$ в следующих случаях:

2.1) $s \geq 2$ и среди k_1, k_2, \dots, k_{s-1} имеются равные 1;

2.2) $s = 2$ и $v = 0$;

2.3) $s = 1$, $v > 0$, $\alpha + \beta > 0$;

2.4) $s = 0$, $v \in \{0, 1\}$, $\alpha + \beta > 4$;

2.5) $s = 0$, $v = 2$, $\alpha + \beta > 0$.

3) Разбор остальных случаев (с учетом редукции $\text{mod } I$) дает окончательный список слов, представленный в теореме в качестве базиса алгебры A .

4) Доказываем от противного линейную независимость построенного набора слов в алгебре A .

Литература

Ленг С. Алгебра. – М.: Мир, 1968.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ СТАТИСТИКИ

Казакова Г. Б. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Abstract. This article presents some main problems of teaching statistics in the Higher School Institutions and provides some methods to solve these problems.

Статистика – один из самых востребованных разделов математики. Студенты любой специальности используют в той или иной степени статистические методы для обработки экспериментальных данных. Более того, можно утверждать, что чем сложнее в науке обосновать что-либо теоретически, тем большую роль в такой науке играет именно статистика. Именно поэтому становится актуальным научить студентов всех специальностей не только знать, но и понимать, какие методы использовать и как интерпретировать полученные результаты. Цель данной работы – выявить основные проблемы в преподавании статистики и предложить несколько, на мой взгляд, достаточно полезных и эффективных мер для устранения указанных недостатков.

В преподавании статистики имеется несколько основных проблем.

Во-первых, курс (раздел в стандартных курсах математики) называется обычно «Теория вероятностей и математическая статистика». К сожалению, математическая статистика – это теоретический и достаточно сложный раздел математики, изучающий различные статистические структуры.

Учитывая недостаток времени, в курсе рассматриваются только параметрические постановки задач, основанные на том, что изучаемая генеральная совокупность всегда (!) имеет нормальное распределение. При этом выборка рассматривается как конечная последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин. Таким образом, студенты получают некоторые знания классических статистических методов, разработанных в первой трети прошлого века. Однако в реальном эксперименте условия применимости классических методов выполняются очень редко, если вообще выполняются. Использование параметрических методов еще в 1927 году критиковал академик АН СССР С.Н. Бернштейн в своем докладе на Всероссийском съезде математиков.

Еще одной проблемой преподавания статистики на современном уровне является отсутствие необходимых учебников и учебных пособий. Те книги, которые используются сейчас, отстают от современного развития науки на десятки лет и соответствуют уровню 40 – 60 годов XX века. К сожалению, на том же уровне порою находится и квалификация преподавателей-математиков, читающих курс статистики.

Как следствие, в результате изучения статистики студент не получает не только представления о современных методах обработки статистических данных, но и не имеет фактически никаких практических навыков, которые он смог бы использовать в дальнейшем. Более того, в дальнейшем специалисты с таким знанием статистики и в своей практической и научной деятельности используют устаревшие, а иногда и просто неправильные методы обработки эксперимента.

Во-вторых, в наше время невозможно представить проведение сложных расчетов без использования вычислительной техники. И, в первую очередь, это относится к практическим работам по статистике. Фактически единственным программным продуктом, которым могут воспользоваться студенты нашего вуза, – это Excel. Но эта программа даже не является специализированным статистическим пакетом. В ней доступен для использования лишь очень ограниченный набор методов параметрической статистики. Причем даже этот мини-

мум имеющихся статистических процедур реализован порой, скажем так, неадекватно и требует дополнительных объяснений. Например, объем выборки называется в Excel «счет». Использовать непараметрические методы при работе в этом пакете очень сложно, так как реализовывать такие процедуры приходится «вручную», используя Excel только как модификацию обычного калькулятора.

Но самое главное, что даже в таком минимальном виде информационные технологии не используются в учебном процессе. До сих пор практические занятия проводятся в лучшем случае с использованием калькулятора. Это приводит к тому, что более 75% аудиторного времени приходится на проведение расчетов, особенно, если эти расчеты студенты производят у доски.

Такое положение обусловлено тремя основными причинами: 1) отсутствие необходимого программного обеспечения; 2) плохие навыки работы на компьютере у студентов, из-за чего приходится учить их не только статистике, но и информатике; 3) неумение или нежелание преподавателей использовать компьютер в обучении студентов статистике.

В-третьих, чтобы получаемые знания имели актуальность, они должны быть востребованы при изучении студентом специальных дисциплин. Эта проблема имеет два аспекта.

С одной стороны, студенты всех специальностей изучают основы статистики в 3 или 4 семестре, то есть в то время, когда у них нет еще почти никаких реальных представлений о своей будущей специальности и возможности использования статистических методов при решении профессиональных задач. Не способствуют правильному восприятию важности изучения статистических методов и те абстрактные задачи, которые решают студенты на практических занятиях. Большая часть задач по статистике представляют собой некоторый набор чисел, называемый выборкой, для которого надо провести те или иные расчеты. Главный недостаток таких задач заключается в том, что они не учат делать выводы из проведенного исследования. Но ведь именно правильная интерпретация полученных результатов является одним из важнейших навыков, которым должен обладать студент в результате освоения курса статистики.

С другой стороны, когда студенты сталкиваются на старших курсах с необходимостью использования статистики в профессиональной сфере, они, как ни странно, абсолютно уверены, что изучаемые ими теперь методы обработки экспериментальных данных не имеют никакого отношения к тем, которые они изучали в курсе математике. При этом изложение статистики в большинстве таких курсов носит весьма сокращенный и рецептурный характер. Учитывая, что достаточно часто преподаватели выпускающих кафедр имеют достаточно слабую математическую подготовку, то их знания статистики порою не сильно превосходят знания их студентов в этом вопросе. Они, как правило, также как и их студенты незнакомы с современными статистическими технологиями, не умеют использовать в работе компьютер и, что самое главное, зачастую и не хотят что-либо знать или уметь.

Как следствие, выпускники не умеют правильно планировать эксперимент, выбирать статистические методы, адекватные решаемой задаче, делать выводы по результатам проведенных расчетов. Это приводит к тому, что студент если и использует статистические методы, например, в своей дипломной работе, то делает он это на уровне «шаманских заклинаний», особо не понимая, что и как надо делать, что он делает и какие результаты получает. Нередко приходится сталкиваться с тем, что работа, порою проведенная даже с применением сложных методов и использования компьютера, заканчивается «расплывчатыми» выводами типа «полученная кривая довольно хорошо описывает наблюдаемую зависимость».

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что в настоящее время преподавание статистики находится на крайне низком уровне, не отвечающим современным требованиям к подготовке квалифицированного инженера.

Чтобы решить эти проблемы, необходим ряд комплексных мер.

Во-первых, желательно на втором курсе выделить статистику в отдельный семестровый курс, причем сделать акцент в преподавании не на математическую статистику, а на прикладную статистику. Обязательно необходимо рассматривать непараметрические методы и уделить особое внимание применимости классических параметрических методов в реальных задачах при нарушении предпосылок их использования.

Во-вторых, необходимо составить задачки по статистике в сотрудничестве с выпускающими кафедрами, чтобы студенты изучали статистику на реальных примерах из своей профессиональной сферы. Такой подход позволит существенно усилить мотивацию студентов при изучении дисциплины.

В-третьих, практические занятия по статистике нужно проводить только (!) с использованием компьютера. Для решения этой проблемы следует иметь в университете какой-либо специализированный статистический пакет прикладных программ, например, SPSS или Statistica. А также необходимо провести курсы по использованию этих пакетов, в первую очередь, для преподавателей кафедры ВМ и ПО ЭВМ.

В-четвертых, необходимо организовать курсы по изучению статистики и использованию соответствующего программного обеспечения для специалистов выпускающих кафедр, особенно тех, кто в процессе преподавания своих дисциплин, используют в той или иной степени статистику.

Учитывая, что на младших курсах студенты не успевают изучить статистику в достаточном объеме, а получают только начальные сведения, необходимо вводить еще один курс специализированной статистики на старших курсах (предпоследний или последний семестр перед дипломом). Например, такой курс есть у биологов, он называется в зависимости от специальности «Биометрия» или «Математические методы в биологии». Как бы это ни показалось странным, но, я считаю, что аналогичные курсы должны считаться профильными и читаться на выпускающей кафедре, но обязательно(!) специалистом в статистике. К этому времени все студенты имеют уже достаточный опыт обработки экспериментов на лабораторных и практических занятиях по очень разным предметам, а у некоторых студентов уже имеются данные для написания дипломной работы. Поэтому такой курс помог бы студентам систематизировать имеющиеся у них знания и расширить их знакомство со статистикой уже в более узких и специализированных разделах, научить их использовать методику обработки эксперимента в своих исследованиях и практической работе.

В заключение хочется отметить следующее. Все мы прекрасно понимаем, что самое основное – это обучение. Если студент не получает знаний о каких-либо научных результатах и достижениях в процессе обучения, то в дальнейшей своей профессиональной деятельности новое поколение специалистов вынуждены, в лучшем случае, изучать это самостоятельно или даже открывать заново. Хуже всего, что «зачастую новые научные результаты практически исчезают из оборота научной и практической информации, едва появившись» [1]. И наша задача как преподавателей донести до студентов все то новое и полезное, что имеется в современной науке и могло бы быть ими успешно использовано в будущем.

Литература

1. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов // Заводская лаборатория. 1992. Т.58. No.1. С.67-74.
2. Орлов А.И. Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров // Качество и надежность изделий. No.5(21). - М.: Знание, 1992, с.51-78.

3. А.И. Орлов "Новая парадигма разработки и преподавания организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в техническом университете". Режим доступа: [<http://orlovs.pp.ru> 05.03.2012].
4. Налимов В.В. О преподавании математики экспериментаторам // О преподавании математической статистики экспериментаторам. Препринт Межфакультетской лаборатории статистических методов No.17. - М.: Изд-во Московского университета им. М.В. Ломоносова, 1971. - С.5-39.
5. Леонов В. П. Обучение медиков статистики : попытка системного подхода к проблеме --- // Международный журнал медицинской практики, 2006. - № 2. - С.17-22

РОЛЬ ТЕОРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Максимова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Abstract. The article describes the features of the theory of differential equations and its connection with other disciplines in the learning process and the various branches of mathematics, students studied.

Теория дифференциальных уравнений является одним из самых больших разделов современной математики. Чтобы охарактеризовать ее место в современной математической науке, необходимо выделить основные особенности теории дифференциальных уравнений, состоящей из двух обширных областей математики: теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными.

Первая особенность - это непосредственная связь теории дифференциальных уравнений с приложениями. Изучая какие-либо физические явления, исследователь, прежде всего, создает его математическую идеализацию или математическую модель, то есть, пренебрегая второстепенными характеристиками явления, он записывает основные законы, управляющие этим явлением, в математической форме. Очень часто эти законы можно выразить в виде дифференциальных уравнений. Дифференциальное уравнение, полученное в результате исследования какого-либо реального явления или процесса, называют *дифференциальной моделью* этого явления или процесса. Эти модели – это частный случай того множества математических моделей, которые могут быть построены при изучении окружающего нас мира. При этом необходимо отметить, что существуют и различные типы самих дифференциальных моделей. Мы будем рассматривать лишь модели, описываемые так называемыми *обыкновенными дифференциальными уравнениями*, одной из характерных особенностей которых является то, что неизвестные функции в этих уравнениях зависят только от одной переменной.

В процессе построения обыкновенных дифференциальных моделей важное, а подчас и первенствующее значение имеет знание законов той области науки, с которой связана природа изучаемой задачи. Так, например, в механике это могут быть законы Ньютона, в теории электрических цепей – законы Кирхгофа.

Очень часто на занятиях студенты спрашивают о практическом применении того или иного раздела математики. В этом году в учебный процесс введена новая дисциплина «Математические основы механики». Практические занятия по этому предмету помогут ответить на этот вопрос. Приведем примеры задач, при решении которых мы получаем дифференциальную модель:

1. Тело массы m движется прямолинейно под действием переменной силы $F(t)$, где t – время. Условно считая массу тела $m = 1$, найти закон изменения скорости движения $v = v(t)$ и закон движения тела $s = s(t)$, если в начальный момент времени они были равны v_0 и s_0 соответственно.
2. Лунный посадочный модуль падает свободно на поверхность Луны со скоростью 450 (м/с). Его тормозные реактивные двигатели обеспечивают постоянное замедление (торможение) 2.5 (м/с²) (гравитационное ускорение, обусловленное Луной, учтено в данном замедлении). На какой высоте над поверхностью Луны должны быть включены тормозные реактивные двигатели, чтобы гарантировать "мягкое приземление" ($v = 0$ при посадке)?
3. Ускорение спортивного автомобиля Maserati пропорционально разности между 250 км/ч и его скоростью. Эта машина может ускориться из состояния покоя до 100 км/ч за 5 секунд.

Сколько времени потребуется для этого автомобиля, чтобы ускориться из состояния покоя до 200 км/час?

При решении этих задач используется второй закон Ньютона

$$F = ma, \text{ т. е. } F = ms''(t).$$

4. Большинство дедушкиных часов имеют маятники, длину которых можно регулировать. Одни такие часы отстают на 10 мин в день при длине их маятника 76,2 см. Какой длины должен быть маятник, чтобы часы показывали точное время?

При решении используется формула $m \cdot x'' + cx' + kx = 0$.

Итак, первая черта теории дифференциальных уравнений – ее тесная связь с приложениями. В этом своем разделе - теории дифференциальных уравнений - математика, выступает как неотъемлемая часть естествознания. Дифференциальные уравнения не могут развиваться в отрыве от физических задач.

Второй особенностью теории дифференциальных уравнений является ее связь с другими разделами математики, такими, как функциональный анализ, алгебра и теория вероятностей. Теория дифференциальных уравнений и особенно теория уравнений с частными производными широко используют основные понятия, идеи и методы этих областей математики и, более того, влияют на их проблематику и характер исследований.

Некоторые большие и важные разделы математики возникли при решении задач теории дифференциальных уравнений. Классическим примером такого взаимодействия с другими областями математики являются исследования колебаний струны, проводившиеся в середине XVIII века. Это привело к возникновению задачи об уточнении понятия функции, важнейшего понятия математического анализа, а также к вопросу об условиях представимости функции в виде тригонометрического ряда, который позднее рассматривали Фурье, Дирихле и другие математики и изучение которого привело к созданию теории тригонометрических рядов. Как известно, потребности развития теории тригонометрических рядов привели к созданию современной теории меры, теории множеств, теории функций.

Новые важные достижения в топологии, алгебре, функциональном анализе, теории функций и других областях математики сразу же приводят к прогрессу в теории дифференциальных уравнений и тем самым находят путь к приложениям. С другой стороны, проблемы физики, сформулированные на языке дифференциальных уравнений, развивают новые направления в математике, приводят к необходимости совершенствования математического аппарата, дают начало новым теориям.

Литература

Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1982

Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Т.2.– М.:Интеграл-Пресс, 2004. – 544 с.

Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. М.: Наука. Глав. ред. физ-мат. лит., 1987.—160 с.

Олейник О.А. Роль теории дифференциальных уравнений в современной математике и ее приложениях. // Соросовский образовательный журнал, 1996, №4. -с.114-121.

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://www.mmonline.ru/>

УСТАНОВЛЕНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБУЧЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Ромахова О. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ*)

Abstract. Creating interdisciplinary connections is the basis of successful learning. Relationship of special science and mathematics is very important in a technical university. The report analyzes the main causes of the difficulties in the development of mathematical foundations of technical disciplines and provides some recommendations for their elimination.

В современных условиях важнейшей задачей вузовского образования является выработка подхода, который позволял бы студенту видеть глубокую взаимосвязь между всеми изучаемыми предметами, как общеобразовательными, так и специальными, а также связь между изучаемыми дисциплинами и будущей профессией. Такой подход формирует системное мировоззрение, единое, систематизированное представление об учебном процессе и последующей работе, а также соответствующий стиль мышления, при котором выпускник вуза мог бы выделять и анализировать связи между различными формами деятельности и творчески пользоваться всем набором полученных знаний, по мере необходимости расширяя его. Результатом подхода должны стать повышение интереса и рост мотивации к изучению не только специальных, но и общеобразовательных дисциплин.

Для установления межпредметных связей в любом учебном заведении необходимо выполнение ряда общих условий, которые можно подразделить на объективные, осуществляющиеся независимо от преподавателя, и субъективные, определяющиеся индивидуальными качествами преподавателя (уровнем его творческой активности), подготовленностью учащихся к восприятию материала и самостоятельным активным действиям для его усвоения.

Согласованность учебных планов и учебных программ является необходимым объективным условием межпредметного подхода к обучению. Рациональный отбор понятий изучаемых дисциплин, исключение элементов знания, не несущих системообразующей нагрузки, позволяет оптимизировать взаимосвязанное обучение.

Применительно к техническому ВУЗу очень важной представляется связь дисциплин технического блока с математическими дисциплинами. Универсальность математики как науки, всеобщность ее методов, которые могут с успехом применяться в разных областях человеческой деятельности, отражают принцип универсальности математического образования. В математике специально развиты целые разделы для обслуживания приложений. Например, математическая статистика предоставляет аппарат для обработки экспериментальных данных независимо от того, в какой науке они получены. Кроме того, отдельные математические методы перерастают свое узкое назначение и становятся общенаучными. Так, методы разложения искомой функции в ряд, метод Гаусса для решения систем алгебраических уравнений применяются независимо от природы изучаемых явлений или объектов различных наук.

Универсальность математических методов проявляется и в интенсивной математизации всех областей знаний. Можно рассматривать три уровня применения математики в других науках. Во-первых, это обработка данных математическими методами: практически во всех исследованиях присутствует количественное описание изучаемых явлений, процессов и их связей. Во-вторых, математическое моделирование различных объектов изучения, которое требует от любой науки четких определений, логической строгости, количественно выраженных законов. В-третьих, это срастание конкретной науки с математикой, когда она формулируется языком последней (например, теоретическая механика, математическая физика и др.) [5].

К сожалению, при изучении дисциплин технического блока на всех трёх уровнях участия математики имеют место сложности обучения. Как показывает практика, довольно большая часть студентов и курсантов имеют определённые проблемы в осмыслении математических терминов и понятий при изучении других дисциплин. Часто обучаемый не понимает даже того факта, что этот материал уже изучался им в курсе математики.

Попробуем проанализировать причины этого «феномена». Кроме общеизвестной проблемы ухудшения качества школьных знаний, снижения общей мотивации и способности к обучению существует и ряд нюансов, касаемых собственно преподавания математики и технических дисциплин. Одним из них (но не первым по важности) является различие символики. Зачастую разное обозначение одного и того же понятия сбивает с толку студента, а в совокупности со слабым знанием теоретических основ понятия это приводит к серьёзным трудностям в освоении материала. Решение данной проблемы видится в намеренном использовании различных буквенных обозначений при чтении курса математики, заимствование их из других дисциплин. При этом очень полезным будет прямое общение преподавателей, читающих курс математики и дисциплины технического блока для уточнения используемой ими символики.

Вторая причина состоит в низкой активности курсантов на занятиях. Традиционно практические занятия по математике строятся по принципу отработки навыков вычисления, применения формул, методов; преподаватель даёт информацию, которую воспринимает студент (курсант). При этом самостоятельная деятельность обучаемого зачастую ограничивается «решением по аналогии». В большей мере это связано с более чем скромным количеством аудиторных часов, выделяемых на курс математики. При этом вынесение некоторых тем на самостоятельное изучение для более глубокого изучения основных разделов не решает проблему, а лишь ставит под сомнение собственно изучение этих тем в силу того, что со школьной скамьи молодые люди плохо приучены к самообучению. В этом ключе необходимо ещё раз сказать о методах повышения интереса к учёбе, основанных на самостоятельной исследовательской деятельности студента. Формами этой деятельности могут быть доклады на конференциях, а также мини-доклады на аудиторных занятиях с подборкой задач по изучаемой теме.

Кроме того, при изложении курса математики следует уделять большее внимание примерам из специальных дисциплин, объяснение ключевых понятий вести с точки зрения физики и техники. Большое значение имеет установление межпредметных связей путем сравнения учебного материала разных дисциплин. Сравнение знаний способствует развитию мыслительных способностей, обеспечивает осознанное усвоение знаний. Например, при изучении элементов векторной алгебры возможно сравнение математического материала с аналогичным, используемым в физике. Такое сравнение позволяет сделать вывод о всеобщности математического метода, поскольку он может использоваться для расчетов разных по своей природе физических величин. При этом очевидно, преподаватель курса математики будет вынужден заглянуть в специальную литературу, что также поспособствует исправлению ситуации и будет полезно не только студентам, но и самому преподавателю, позволит лучше понять нужды каждой специальности.

Хорошие результаты в установлении межпредметных связей математики с другими дисциплинами достигаются при использовании проблемного пути. Он значительно оживляет деятельность студентов за счет повышения уровня самостоятельности, активности и творчества. При решении учебных проблем включаемый в их содержание межпредметный материал разнообразит способы учебной и обучающей деятельности, повышает качественный уровень учебного материала. Наиболее распространенным способом реализации проблемного пути установления межпредметных связей является использование проблемной ситуации, проблемного вопроса, проблемного задания или проблемной задачи.

Ещё одним из путей по активизации межпредметных связей можно рассматривать появление дисциплин «Математические основы электротехники» и «Математические основы механики», введенных на судомеханическом факультете с 2011/2012 учебного года. Назначение этих дисциплин видится в установлении некоего «мостика», соединяющего чистую математику с её приложениями. Кроме того, благодаря таким нововведениям увеличивается количество часов математики, что само по себе является бесспорным плюсом в сложившейся ситуации. Каждое занятие по этой дисциплине можно смело назвать межпредметным занятием – эта форма занятий, при которой изучаемый учебный материал иллюстрируется сведениями из других дисциплин, обеспечивая при этом синхронность обучения по пересекающимся темам нескольких дисциплин, которые разделены по времени (семестры, курсы). Однако дисциплины введены в конце первого курса, а математика читается в течение первых двух курсов, поэтому отразить всё многообразие математических методов и разделов, необходимых для дальнейшего усвоения электротехники и механики, представляется проблематичным. Поэтому основной задачей курса видится активизация познавательной деятельности курсантов в процессе решения задач прикладной направленности, что обеспечивает активную отработку и закрепление различных понятий, навыков расчетов и способствует более осмысленному пониманию сути процессов.

Автором статьи разрабатываются методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Математические основы электротехники», включающие, главным образом, подборку задач. При анализе литературы, рекомендуемой курсантам специальности 180407.65 «Эксплуатация судового электрооборудования» при изучении специальных дисциплин выделены понятия и разделы математики, наиболее часто используемые при решении задач специализации. К таковым относятся:

векторы, сумма векторов, скалярное и векторное произведения векторов;

матрицы, действия с матрицами, определитель матрицы;

комплексные числа, тригонометрическая и показательная форма записи;

функция, дифференциал функции, производная функции;

определённый интеграл;

криволинейный интеграл;

дифференциальные уравнения;

векторные и скалярные поля, их основные характеристики.

В соответствии с выделенными разделами произведена подборка задач из курса физики, которые курсанты могут решить, основываясь на знаниях школьной программы и программы математики первого и начала второго семестра.

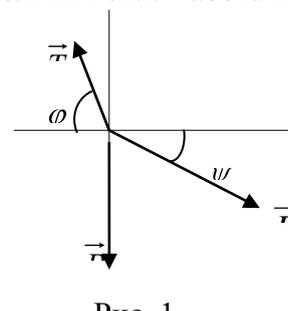
Тематика практических занятий:

Постоянная сила. Равнодействующая двух сил. Равнодействующая нескольких сил. Работа и момент постоянной силы.

Пример задачи, решаемой на занятии:

Найти сумму трёх лежащих в одной плоскости сил, изображённых на рисунке 1, если $F = 17.32$ Н, $T = 10$ Н, $P = 24$ Н, $\varphi = 30^\circ$, $\psi = 60^\circ$

Движение материальной точки по кривой траектории. Прямолинейное движение тела под действием переменной силы.



Примеры задач, решаемых на занятии:

1) Движение точки задано уравнениями (x, y – в метрах, t – в секундах):

$$x = 8t - 4t^2, \quad y = 6t - 3t^2$$

Определит траекторию, скорость и ускорение точки.

2) Лодка замедляет движение под действием сопротивления воды, пропорционального скорости лодки. Начальная скорость лодки 1,5 м/с, через 4 с скорость её становится равна 1 м/с. Когда скорость уменьшится до 1 см/с? Какой путь пройдёт лодка до остановки?

Криволинейный интеграл. Работа переменной силы.

Примеры задач, решаемых на занятии:

1) Выразить работу силы тяжести \vec{P} при перемещении точки М из положения

$M_0(x_0; y_0; z_0)$ в положение $M_1(x_1; y_1; z_1)$.

2) Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy \vec{i} + 3y \vec{j}$ при перемещении точки приложения силы вдоль по траектории $x = \cos 2t, y = \sin 2t$ от момента времени $t_1 = 0$ до $t_2 = \frac{\pi}{4}$

Двойной и тройной интегралы. Статические моменты и центр тяжести пластинки. Давление жидкости на вертикальную пластинку.

Пример задачи, решаемой на занятии:

Вычислить статический момент прямоугольного треугольника с катетами, равными 2, относительно одного из катетов.

Дифференциальные уравнения.

Пример задачи, решаемой на занятии:

Материальная точка массой m движется под действием постоянной по модулю и направлению силы \vec{Q} . Найти закон движения точки при начальных условиях:

при $t = 0 \quad x = x_0, \quad v_x = v_0.$

Литература

Зельдович Я. Б., Яглом И. М. Высшая математика для начинающих физиков и техников. М., Наука, 1982 — 512 с.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов. – 12-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с., ил.

Шубин М. А. Математический анализ для решения физических задач. Серия: «Библиотека «Математическое просвещение». Выпуск 23. Москва. Издательство Московского центра непрерывного математического образования. 2003. – 40 с.

Крафт Л.Н. К вопросу о проблемном обучении и реализации межпредметных связей в техническом вузе // *Фундаментальные исследования* 2005 г. № 9 С. 62-63

Плотникова Е.Г. Педагогика математики: предмет, содержание, принципы // *Имидж* 2004. №7

Плотникова Е.Г. Межпредметные связи при обучении математике в вузе // *Вестник МГОУ. Педагогика*. 2011 г. [Электронный ресурс]: Информационная система ПАРК- Режим доступа: <http://is.park.ru/doc.jsp?urn=49141656>

Симоненко О. Д. Из истории развития технических наук [Электронный ресурс]: Образовательный портал «Слово» - Режим доступа:

<http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36325.php>

СОЗДАНИЕ АДАптиРОВАННОГО КУРСА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Филимоненкова Н. В. (г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра математики)

Abstract. 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.

Статья посвящена проблеме преподавания курса «Функциональный анализ» студентам специальности «Прикладная математика» в техническом вузе. Суть проблемы заключается в том, что прикладная направленность и уровень подготовки таких студентов не позволяют им освоить столь абстрактную дисциплину, как функциональный анализ, с позиций классического курса, который предусмотрен на аналогичной специальности математических факультетов МГУ и СПбГУ. Дело не только в объеме курса, который, конечно, в техническом вузе сокращен до начальных глав, но в самих подходах к изложению этой дисциплины студентам с ограниченными математическими способностями. Можно выделить несколько составляющих этой проблемы:

1. Для студентов специальности «Прикладная математика» технических вузов представляет сложность высокий уровень абстрактности функционального анализа. По традиции, установочная задача этого курса – обобщить ряд математических конструкций (расстояние, длина, скалярное произведение, сходимость, ряд Фурье, линейный оператор, спектр), известных студентам из курсов алгебры, геометрии и математического анализа, на случай бесконечномерных пространств произвольной природы. В техническом вузе эта задача не может быть с легкостью решена.
2. Классический курс функционального анализа имеет слабо развитую практическую компоненту. Несмотря на то, что существуют целые сборники задач по функциональному анализу (например, [3], [4]), в них несравнимо больше теоретических упражнений, чем вычислительных, и подавляющая часть этих теоретических упражнений превышает способности студентов специальности «Прикладная математика» в техническом вузе.
3. Отсутствие очевидных прикладных аспектов дисциплины «Функциональный анализ» понижает мотивацию у студентов специальности «Прикладная математика». Остается открытой проблема востребованности этого курса для формирования профессиональных навыков студентов указанной специальности.

Имеющиеся учебники и сборники задач по функциональному анализу (от фундаментальных [1], [3] до современных изданий [2], [4]) представляют все же традиционный (университетский) подход к изучению этой дисциплины и не нацелены на решение вышеперечисленных проблем. В основу предлагаемого здесь решения положен личный опыт преподавания и методических изысканий, результатом которых стала подготовка адаптированного курса функционального анализа для студентов специальности «Прикладная математика» технических вузов. Основные отличительные особенности данного адаптированного курса заключаются в следующем.

Вместо теоретических упражнений составлена широкая база практических (вычислительных) задач, которые доступны уровню подготовки студентов. Например, это такие задания: проверить принадлежность данного элемента конкретному метрическому пространству или привести примеры элементов этого пространства, вычислить расстояние между двумя дан-

ными элементами в конкретном метрическом пространстве, вычислить норму элемента в конкретном нормированном пространстве, проверить ортогональность двух данных элементов гильбертова пространства, провести процесс ортогонализации конкретной линейно независимой системы, установить сходимости для данной последовательности в конкретном метрическом пространстве, проверить линейность и ограниченность операторов разного типа, найти обратный оператор и спектр данного линейного оператора и т.д.. В этом списке немало задач, которые сводятся к грамотной подстановке данных в готовую формулу. Классические задачки по функциональному анализу обычно пренебрегают такими примитивными упражнениями, однако именно такого рода упражнения необходимы для студентов с недостаточно высоким уровнем аналитического мышления и математической подготовки. Во-первых, они позволяют применить и закрепить почти все навыки из курсов алгебры и математического анализа: дифференциальное и интегральное исчисление, вычисление пределов и суммы ряда, действия с матрицами и определителями. Во-вторых, такого рода несложные упражнения значительно помогают студентам – прикладникам освоить абстрактные математические конструкции функционального анализа.

Кроме того, курс снабжен прикладными задачами с реализацией в основных математических пакетах, таких как Maple, MatLab и т.д.. Например, в разделе, посвященном теории сжимающих отображений, сделан акцент на приложение этой теории к задачам вычислительной математики, а именно: имеется богатая 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 общей теории рядов Фурье в гильбертовом пространстве, основное внимание уделяется прикладным задачам на разложение функции в ряд по одной из полиномиальных систем: по ортогональным многочленам Лежандра, Чебышева, Эрмита и т.д. – опять же с реализацией в математическом пакете. Эти задачи дополняют навыки, полученные в курсе математического анализа по разложению функции в тригонометрический ряд Фурье. Ясно, что применение математических пакетов в курсе функционального анализа работает не только на формирование прикладной компоненты обучения, но и способствует непосредственному освоению этих математических пакетов.

Адаптация классического курса к уровню прикладной специальности – задача творческая, предлагаемое автором решение касается не только содержания курса, но и специфики организации учебного процесса.

Литература

Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1972.

Богачев В. И., Смолянов О. Г. Действительный и функциональный анализ: университетский курс. – М.: РХД, 2009.

Кириллов А. А., Гвишиани А. Д. Теоремы и задачи функционального анализа.

Издание второе, переработанное и дополненное. – М.: Наука, 1988.

Антоневич А. Б., Князев П. Н., Радынко Я. В. Задачи и упражнения по функциональному анализу. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.

МАТЕМАТИКА КАК ПРИНЦИП ЗНАНИЯ

Хохлова Л. И. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ И ПОЭВМ,)

Аннотация. Общие категории единства и множества должны царить надо всяким материалом. Математика делает мысль четкой и, соответственно сурово требует аксиоматического обоснования при построении любых концепций. Важнейшие математические структуры выступают в качестве фундаментальных данных внешнего мира, а их неисчислимо разнообразие находит единственное оправдание в реальности.

Abstract. General categories of unity and plurality must be ruled by all sorts of stuff. Mathematics makes the thought clear and therefore requires roughly an axiomatic justification for the construction of any concepts. The most important mathematical structures, you are stepping in as the fundamental data of the external world, and their innumerable the diversity is the only justification for the reality.

Математика наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира и наиболее общих абстрактных структурах. Математика (греч. mathematike, от máthema — знание, наука). Логический итог придания положительности знанию – опережающая роль знания в получении ценностей. Под знанием можно понимать обладание истиной. По словам Н.Кузанского, добывая истину, приближаешься к абсолюту. Математику можно рассматривать как принцип знания для рассмотрения его в единстве, связи и упорядочении. Она есть промежуточное звено между чувственным и интеллигибельным миром, канал связи, через который совершается созерцательное восхождение человеческого разума по лестнице интеллекта к рассмотрению модуса бытия, поднимающегося над всяким познанием. Сейчас нужно осознавать, что образ мироздания как динамики физических процессов, их взаимных корреляций и иерархии порядков, — это скорее образ саморегулирующейся системы, где массовые, стохастические взаимодействия на разных уровнях организации регулируются целым и воспроизводят целое. По мнению В. Налимова, «образы, порожденные математическими структурами, раскроют перед философами иное, существенно новое видение Универсума. Речь здесь может идти о переходе от детерминистического к вероятностному восприятию Мира, о признании роли числа в Мироздании, о геометризации представлений, которыми оперирует сознание....». (Налимов, 1993)

В свое время Лейбниц высказал надежду, что когда-либо все споры в любой области знания будут решаться путём вычислений. В этом нашло отражение мнение о «непостижимой эффективности математики», о невозможности каких-либо противоречий в этой науке. В последнее время точка зрения учёных изменилась. Теперь уже не смотрят на аксиомы как на истины, не требующие доказательства, но считают, что математика на основе той или иной системы аксиом строит различные модели изучаемых явлений и выводит свойства этих моделей, а решение вопроса, какая из систем наиболее адекватно отображает свойства реальной действительности, делается совсем из иных соображений.

Наука нового времени во многом изменялась под действием изменений в математике. Такие понятия как единичное, особенное, всеобщее более всего обсуждаемы и лучше всего понимаемы именно в математике. Московское философско-математическое общество при Московском университете появилось в конце 70-х годов девятнадцатого века. Н.В.Бугаев, декан математического факультета МГУ, по праву считается одним из главных основателей знаменитой философско-математической школы. По его мнению, математика, обобщая факты внешнего мира, приводя их к единству, является в то же время одной из первых ступеней в области нравственного мира, так как человек стремится, при помощи числа и меры, возвы-

ситься до идеального состояния, которое обуславливало бы полную власть над внешнею и внутреннею природой и вносило бы гармонию и эстетическое чувство в каждое проявление человеческого духа. Результаты, которые получает математика, отмечал Бугаев, применяются в науках физических, а методы – в науках философских.

Его работы способствовали возрождению интереса к монадологии Лейбница. Монады — это живые, духообразные единицы, из которых все состоит и кроме которых ничего в мире нет. Их можно сопоставить с непротяженными точками; однако это не те точки, о которых учит геометрия. Геометрические точки не имеют никаких измерений, но они все-таки представляются в пространстве, то есть предполагают пространство как нечто данное; монады, напротив, совсем не в пространстве, потому что сами образуют пространство своим взаимодействием. Монады не могут оказывать влияния одна на другую: «монады вовсе не имеют окон, через которые что-либо могло бы войти туда или оттуда выйти». Монада — совсем особый самобытный мир, маленькая вселенная, ни от кого не зависящая и действующая только от себя. Она и представлять может только самое себя, свое собственное существо и то, что в нём содержится. Если она и представляет мир, то потому лишь, что мир идеально лежит в ней, что она сама есть слабое подобие мира. (Лейбниц,1984) И в «сложной субстанции» Лейбница и в «сложной монаде» Бугаева есть «центральная монада», которая наиболее адекватно представляет сложное единство, является ведущей в нём. Примером «центральной монады» является душа человека по отношению к монадам, составляющим тело.

Лейбниц всю жизнь занимался и лингвистикой. С раннего возраста он мечтал о перестройке логики, о создании алфавита человеческих мыслей, чтобы можно было записывать все мыслительные процессы. К новому исчислению он пришел в результате поисков универсального языка, универсальной характеристики, универсальной математики. Язык должен быть защищен от записи неправильных мыслей.

Работы Лейбница о монадологии сильно повлияли на мировоззрение интереснейшего современного французского философа Ж. Делеза, который считает первым делом философии расчленение образов вещей, считающихся концептуально целыми, и группирование новых образов вещи, которая должна стать объектом. Смыслы порождаются событием, и анализом смысла-события и занимается Делез. Возможность для этого, по мнению Делеза, есть в языке и его выразительной функции. Под событием он понимает сингулярность, или точнее совокупность сингулярностей, сингулярных точек, характеризующих математическую кривую, физическое состояние вещей, психологическую или нравственную сущность. Это поворотные пункты, точки сгибов и т. д. Проблемы задаются сингулярными точками.

Анализируя произведения Льюиса Керолла, Делез пишет, что Алиса напоминает монаду, открывающую смысл и уже предчувствующую нонсенс, пока карабкается к поверхности из мира, в который погрузилась, но который также сворачивается в ней и навязывает ей жестокий закон смесей» (Делез, 2009). Нонсенс (парадокс) - смещение глубины, выведение события на поверхность и развертывание языка вдоль этого предела (Делез,19). Сила парадоксов не в том, что они противоречивы, а в том, что они позволяют нам присутствовать при генезисе противоречия. Парадоксы сигнификации – это по существу парадоксы ненормального множества, парадоксы смысла - по существу парадоксы деления до бесконечности и парадоксы номадического распределения.

Чтобы в этом контексте правильно определить, что такое поверхность, необходимо учитывать, что реальные пространство и время обладают метрическими и топологическими свойствами. Первые выражают их протяженность, они связаны с измерением и характеризуют их количественный аспект. Метрическими свойствами пространства являются гомогенность, изотропность, трехмерность, кривизна; времени — однородность, одномерность. Топологические свойства выражают пространственную и временную упорядоченность, качественный аспект пространства и времени (связность, симметричность и изотропность пространства, анизотропность, необратимость, ритм, темп).

Общие свойства пространства и времени специфически конкретизируются, преломляются на различных уровнях организации материи, например, в неживой природе, в мега-, макро- и микромире.

Вопросами пространства, времени, поверхности, топологией занимался и ученик Бугаева П.А.Флоренский, который аритмологию и монадологию своего учителя сумел обогатить идеями теории множеств Г.Кантора. По мнению Флоренского «математические законы, принципами которых являются наиболее общие категории единства и множества, должны по этому самому быть наиболее применимыми ко всему, наиболее широком объемом, ухватывающими всякое данное: одним словом они должны царить надо всяким материалом». Согласно его учению, математика является основообразующим началом мира, а бытие открывается нам именно на языке математических символов. В контексте о связи прерывности и непрерывности он пишет: «Мы совершили скачок, - в развитии; мы внесли нечто существенно новое. Мы могли и не вносить его, ограничившись теми сущностями, которые даны, - т.е. сущностями «конечными» -, предавшись позитивистскому обеспоживанию разума и успокоившись на невозможности выйти за границы данных символов. Мы могли также подняться в высь; но для этого требовалось напряжение воли и подвиг разума, - совершенно специфическое усилие и смирение пред объектом исследования потребовалось для создания символов иррациональности». (Флоренский, 1990)

Интересы последователя Флоренского и создателя «нелинейного мышления» Л. Мандельштама В.Налимова определялись возможностью применения математики, логики для вероятностного описания внешнего мира, минуя лапласовский детерминизм. Его размышления о вероятностной модели языка, о вероятностной теории смыслов и об эволюции и экологии очень интересны. Он считал, что естествоиспытатель, обращенный к вероятностно-статистическим методам, начинает мыслить иначе, чем это традиционно принято. Идея случайности приобретает для него познавательное значение.

Так как Вселенная управляется фундаментальными безразмерными константами, задаваемыми числами, а числа по природе принадлежат сознанию, а не физическому миру, то, по мнению мыслителя, имеется обязательное взаимодействие физического и ментального, так как если число регулирует Мироустройство, то оно должно быть сопричастно Сознанию Вселенной. Он считает, что мост между материей и смыслами может быть переброшен через геометризацию наших взглядов на Универсум, то есть «углубление числового видения Мира приводит к представлению о Мире как о геометрии». Исследователь раскрывает Мир живого как текст, а единство Мира находит у него свое проявление в языке его текстов, связывающем все индивидуальные проявления жизни с единой - семантической первоосновой Мира.

Налимов утверждает, что именно на языке вероятностных представлений можно рассмотреть эволюционизм - основную концепцию науки о живом. Язык, на котором задан текст, состоит из двух начал: дискретного (слова) и континуального. Тогда, по его мнению, эволюция – это изменение в соотношении предпосылок, происходящее в соответствии, с так называемым силлогизмом Бейеса, причем, хотя эта модель и не содержит в явном виде астрономического времени, она, в плане логическом, нетривиальным образом связывает три свойственных нашему восприятию модуса времени: Прошлое, Настоящее и Будущее.

Налимов пишет, что «сам эволюционизм выступает как числовая распаковка всего потенциально существующего многообразия морфобиологических признаков, заданных на числовом континууме». (Налимов, 1993). Мыслитель предполагает, что, также как многие серьезные проблемы физики замкнулись сейчас на рассмотрении метрики пространства, так и в биологии сейчас происходит нечто подобное, так как биолог не рассматривает свои измерения отдельно, а анализирует их с помощью матрицы - образу многомерного пространства. Обращение к числу приводит к геометризации биологии. Появляется новая биологическая реальность - пространственная упорядоченность многообразия жизни, то есть эволюция здесь раскрывается через обращение к вероятностным пространствам.

В сравнении с работой Московской философско-математической школы можно рассмотреть деятельность в Австрии знаменитого «Венского кружка» и его влияние на развитие гениального ученого, философа, логика, математика – Людвига Витгенштейна. Людвиг Витгенштейн является одним из крупнейших философов XX в. Его идеи оказали огромное влияние на философию и культуру нашего столетия.

Философия представляется ему деятельностью по прояснению мыслей. При этом она не требует никаких специальных знаний, открытия каких-то до того неизвестных фактов и обстоятельств. Целью философских занятий мыслитель всегда считал достижение ясности. Стремление к ясности у него имело значение этического принципа, оно было выражением требования честности и искренности в мыслях, добросовестного и последовательного определения своего места в мире. Естественный язык, рассуждает Витгенштейн, необычайно сложен. В нем приняты такие языковые формы, которые, подобно одежде, скрывающей действительные линии фигуры, скрывают подлинную сущность языка. Поэтому и нужен логический анализ, который вскрывает их подлинную форму и показывает, что сущность языка не может состоять ни в чем ином, кроме того, что язык изображает реальность.

В дальнейшем основные концепции, на которые основывался Венский кружок это идеи «Логико-философского трактата» Л. Витгенштейна. Одной из идей является та, что реальность устроена так же, как формальный язык логики: имеются «атомарные» предложения, из которых с помощью логических связок, кванторов и операторов образуются сложные, «молекулярные» предложения. Всякое молекулярное предложение может быть разложено на составляющие его атомарные предложения. «Мир», о котором говорит Витгенштейн, располагается не в физическом, а в логическом пространстве. Следовательно, он говорит о мире, как он представлен в языке субъекта, а таковой мир вполне оформлен и структурирован. Он состоит из вещей, свойств, отношений, фактов. Витгенштейн, следуя кантовским традициям, не мыслит «мир» вне априорных категориальных структур, мир распадается на факты; факты состоят из ситуаций; ситуации суть комплексы объектов. Но, что же можно сказать об объектах? Разлагаются ли они в свою очередь на более простые составляющие? Нет. «Объект прост». Объект – это последний предел анализа, подлинный «логический атом». Почему объект признается простым? Потому что иначе лишится смысла идея «простого имени» и простого, ясного, далее неразложимого отношения между именем и объектом.

Таким образом, очевидно, что современным молодым людям необходима именно широта образования, способная сыграть решающую роль на современной стадии развития научно-технического прогресса, то есть общеобразовательная основа – знание фундаментальных наук и общая образованность (гуманитарная). И центр тяжести деятельности государства должен постепенно перемещаться в сторону образовательной деятельности, поскольку только оно способно «развивать свою цивилизацию на оскудевающей планете». Философская же сущность математики способствует синтезу научных представлений в формировании единой картины мира, организации единого научного знания.

Литература

Бугаев Н. В. Математика как орудие философское и педагогическое: речь, произнесенная в торж. Собрании Императорского университета в Москве 12.01.1869. - 2-изд. - М., 1875. С. 28.

Делез Ж. Логика смысла. М., 2011. С.158.

Лейбниц Г.В. Соч. в 4 тт. Т.1. - М., 1984. С.413-414

Налимов, В. В. В поисках иных смыслов - М., 1993. - С. 98.

Флоренский П. А. Соч. В 2 т. Т. 1(II). Столп и утверждение истины. М., 1990. С. 513.

**ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Дерендяева Т. М., Крукович Н. П. (г. Калининград, Балтийская Государственная Академия Рыбопромыслового Флота)

Abstract. The article is devoted to the actual questions of the forming of the mathematical culture for the economic specialty students.

Образование является наиболее технологичной и подвижной частью культуры. Оно закладывает и предопределяет основы грядущих изменений общественного развития. Новая экономическая ситуация на рынках труда России сформировала социальный заказ на тип работника, отличающегося конкурентоспособностью, профессиональной мобильностью. Сегодня нужны специалисты-профессионалы, экономисты с нестандартным видением и оригинальным подходом к современным процессам, обладающие гибким, творческим, научным мышлением, способные чутко реагировать на изменения в развитии общества, обладающие высокой профессиональной культурой. Между тем организация подготовки студентов в региональных вузах не соответствует выполнению этого социального заказа. Произошло перераспределение молодежи из сферы материального производства в сферу распределения и обращения.

Объектом нашего исследования является процесс преподавания высшей математики в современном вузе, предметом – пути формирования математической культуры будущих экономистов.

Математическое образование является одним из базовых элементов системы профессиональной подготовки в вузе будущих специалистов в области управления. Анализ особенностей профессиональной деятельности менеджера показывает, что специалист в этой области должен уметь собирать информацию о финансовом состоянии предприятия и способах его стабилизации, а также информацию, необходимую для соблюдения законных имущественных интересов фирмы.

Математическая образованность — это подсистема общей образованности студентов экономических специальностей, будущих квалифицированных специалистов. Изучение математики в экономических аспектах способствует не только накоплению определенной системы знаний, умений и навыков, но и развитию интеллектуальной сферы учащихся, формированию различных способов мышления. Профессионально-математическое образование следует рассматривать как важнейшую составляющую в системе фундаментальной подготовки современного менеджера. Целью такой подготовки становится готовность студента к непрерывному самообразованию и практическому применению математических знаний в экономических областях. Студенты экономических специальностей, как будущие специалисты в области управления за время обучения в вузе должны сформировать у себя профессионально-математическую культуру, т. е. они должны уметь применять математический аппарат во всех сферах профессиональной деятельности [1]. Однако в научной литературе недостаточно акцентируется внимание на исследовании профессионально-математической культуры специалистов в области управления. Эта проблема приобретает важную роль в связи с модернизацией высшего экономического образования. Процесс формирования основ профессионально-математической культуры экономистов реализуется в едином комплексе задач. К ним относится анализ государственного и социального заказа; определение сущности структуры математической культуры экономистов; определение межпредметных взаимосвязей

учебных дисциплин; вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу по проблемам профессиональной деятельности; активизация сотворчества педагогов и студентов в процессе обучения, ориентированного на формирование основ математической культуры экономистов культуры менеджеров, а также использование в процессе формирования основ математической культуры экономистов математических знаний на уровне собственной мировоззренческой позиции [2]. Поэтому важной задачей подготовки выпускника в вузе является обеспечение эффективности и качества процесса формирования математической культуры у экономистов.

Успешность формирования математической культуры студентов экономических специальностей, будущих специалистов в области экономики и управления обеспечивается при реализации следующих условий:

- содержательно-деятельностные условия, к ним отнесены: усиление роли межпредметных связей в процессе обучения студентов; овладение студентами обобщенной структурой
- решения задач; акцентирование внимания на гуманитарные аспекты в процессе усвоения ими содержания государственного образовательного стандарта;
- организационно-технологические условия включают в себя непрерывное формирование математических знаний и умений у студентов в процессе профессиональной подготовки по развитию профессионально-математической культуры, оптимальное сочетание форм, методов и средств в профессиональной деятельности;
- организационно-правовые условия направлены на формирование умений профессиональной деятельности в правовом поле, необходимых для будущего специалиста.

В качестве критериев формирования математической культуры студентов экономических специальностей выступают:

- личностно-смысловой (интерес к математической теории; интерес к профессионально-математической деятельности);
- структурно-логический (уровень развития математического мышления, усвоение ведущих идей, понятий; взаимосвязь понятий и их перенос);
- оценочно-результативный (рефлексивность в предметной и в социально-психологической сферах) [2].

Учитывая вышеуказанные критерии, можно обозначить три уровня сформированности математической культуры будущих менеджеров: репродуктивно-алгоритмический, операционно-технологический, профессионально-продуктивный. К репродуктивно-алгоритмическому уровню сформированности математической культуры относятся студенты, знания которых о возможностях применения математических понятий, теорий к решению прикладных задач отрывочны и не систематизированы, не связаны с реальной практикой. Студенты воспроизводят знания на уровне запоминания, не могут без помощи преподавателя получить информацию о возможностях применения математических теорий к решению прикладных задач. Характерна ориентация на получение конечного результата при решении задач без стремления оценки его с точки зрения оптимальности и прикладной направленности. Отсутствует убежденность в необходимости и значимости представления учебной информации в виде структурно-логических схем, таблиц, позволяющих представить математические знания в виде системы, способствующей их эффективному применению при описании изучаемых явлений в других науках. Не осознают необходимость формирования системы математических понятий как фундаментальной основы экономического образования. К операционно-технологическому уровню относятся студенты, которые частично осознают значимость математических знаний при решении прикладных задач. Наблюдается усиление интереса к связи математики с реальной практикой и общенаучными дисциплинами. Самостоятельно, без

ошибок переводят словесную информацию в знаковую форму. Самостоятельно выявляют алгоритм решения простых задач и выполняют его практически без ошибок, но не умеют выявлять алгоритм более сложных задач. Самостоятельно не видят, что задание имеет не один способ решения, с помощью наводящих вопросов переключаются с выбранного способа её решения на более оптимальный способ. С помощью наводящих вопросов видят свою ошибку, но не умеют критически оценивать выдвигаемые другими студентами предложения в ходе общего способа решения. Испытывают интерес к историческим сведениям о развитии математических понятий, теорий, к исследуемым процессам окружающей действительности. Испытывают потребность в такой информации, которая бы повышала не только их математическую грамотность, но и культурный уровень. Свободно оперируют всеми возможными обозначениями при переводе сложной информации в знаковую и наоборот. Свободно формируют алгоритм простых задач и более сложных. Умеют объективно оценить все предлагаемые способы решения, самостоятельно находят ошибку в своих рассуждениях и в рассуждениях других студентов при этом характерна устойчивая потребность нахождения оптимального способа решения задачи, применения математических знаний к решению практических задач. Испытывают потребность в получении новых математических знаний, умений и навыков, осознавая их значимость для самореализации в будущей профессиональной деятельности. Средний уровень сформированности профессионально-математической культуры характеризуется стабильной исполнительской позицией студентов в процессе обучения. Профессионально-продуктивному уровню соответствует продуктивный уровень математических знаний при решении ориентировочно-профессиональных задач. Сформированность основ математической культуры студентов, обеспечивает высокую результативность профессиональной деятельности и является важным условием успешной адаптации молодых специалистов в профессии. Эффективность формирования основ математической культуры студентов экономических специальностей в вузе будет обеспечена, если:

–направленность образовательного процесса определяется характером профессиональной деятельности и ориентирована на формирование у будущих менеджеров соответствующих профессиональных качеств;

–профессионально-ориентированное математическое образование будущего специалиста осуществляется на основе интегративных связей математических курсов с профилирующими дисциплинами по специальности;

– базируется на выявлении и научном осмыслении типичных ситуаций экономико-управленческой деятельности, требующих проявления высокого уровня математической культуры;

–организация образовательного процесса строится на обеспечении поэтапного формирования и развития профессионально важных качеств будущего специалиста в области экономики и управления;

– созданы условия для реализации формирования и развития профессионально важных качеств в соответствии с выбранной специальностью.

В ходе изучения государственных стандартов, программ, опыта отечественных и зарубежных педагогов, обмена опытом между преподавателями вузов на предмет понимания явления «профессионально-математическая культура менеджера и пути ее формирования» выявлена необходимость в создании структурно-функциональной модели процесса формирования профессиональной культуры будущих экономистов-менеджеров, реализация которой предполагает единство цели, задач, содержания, методов и форм [3].

Структурно-функциональная модель включает модули:

–функционально-целевой (профессионально-экономический ориентир информационной подготовки экономиста, поиск индивидуального смысла математической деятельности; цель, задачи и принципы формирования основ профессионально-математической культуры студентов экономических специальностей, специалистов в области управления);

–целостно-интегративный (единство эмоционально-волевого и деятельностно-творческого компонентов процесса формирования основ математической культуры экономистов, реализующиеся в профессиональной деятельности в области управления);

–технологический (модульное обучение, практико-ориентированное математическое содержание учебных дисциплин; элективные курсы, факультативы);

–процессуально-методологический: теоретико-методологические подходы к формированию математической культуры студентов экономических специальностей, будущих менеджеров.

Реализация структурно-функциональной модели формирования основ математической культуры предполагает программу ее внедрения. На становление профессионального уровня математической культуры влияет ряд факторов, не зависящих от преподавания математики и других дисциплин естественнонаучного цикла. Это отношение студента к его будущей профессии, успешность изучения специальных дисциплин, потребность в максимальном использовании изучаемых программ в своей учебной деятельности и во время производственной практики. Таким образом, для эффективного формирования исследуемой культуры необходима четко разработанная система, функционирующая на фоне определённых педагогических условий.

Усиление роли знаний и постепенное превращение знаний в основной капитал принципиально изменяют роль сферы профессионального образования в структуре процесса общественного воспроизводства.

Литература

- 1.Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса.-М.: Просвещение , 2002.
- 2.Кудрявцева Л.Д. Современная математика и её преподавание.-М.: Наука, 2000.
- 3.Автионова Н.В. Формирование профессионально-математической культуры студентов экономических специальностей, будущих аудиторов //Вестник торгово -технологического института: Научный альманах.- Набережные Челны, 2010.- Вып. 3.-С 230-234.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ

Кацуба В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

In the article review of electronic educational resources which were created by lecturers, students and postgraduate students.

Традиционные технологии преподавания математики в техническом ВУЗе являются устаревшими, так как не учитывают существенную неоднородность начальной подготовки студентов, их низкую мотивацию к обучению, а также склонность обучающихся к использованию современных информационных ресурсов и средств коммуникации. С другой стороны, математическое образование остаётся важнейшей составляющей фундаментальной подготовки специалиста, бакалавра или магистра технических направлений профессиональной подготовки. В работе [1] чётко сформулированы цели современного математического образования:

воспитание достаточно высокой математической культуры;

привитие навыков современных видов математического мышления;

привитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.

Следует заметить, что такая целенаправленность в обучении математике будущих инженеров является традиционной и ещё примерно 40–50 лет назад вполне реализовывалась. В современных условиях возросшей интенсивности учебного процесса, многократно увеличившегося количества информации и очевидно наблюдающейся расслабленности студентов достичь этих целей в обучении невозможно, если не использовать инновации в преподавании. Компьютерные учебные ресурсы и информационно-коммуникационные системы организации учебного процесса являются основной составляющей современных технологий обучения.

Наблюдения за учебным процессом в МГТУ в течение нескольких последних лет свидетельствуют, что примерно 25 – 30% студентов первого курса настроены на получение серьёзного образования и ещё 20 – 30% от общего количества первокурсников можно обучать на уровне «удовлетворительно». Понятно, что для реализации этого потенциала нужны в дополнение к традиционным формам обучения новые учебные средства и методы обучения, с помощью которых можно изменять учебный процесс в соответствии с требованиями времени, повышать результативность обучения и облегчать труд преподавателя в условиях возрастающих на него нагрузок.

Цель исследований и разработок, проводимых на кафедре ВМ и ПО ЭВМ в течение примерно 10 лет, сформировалась к следующим направлениям:

анализ методологии и разработка методики создания учебных компьютерных ресурсов (УКР);

практическое создание УКР по математическим дисциплинам;

создание программных инструментов для разработки УКР.

Далее приводится краткий обзор основных типов УКР, по которым имеется опыт проектирования и разработки.

1. Электронные конспекты лекций (ЭКЛ)

ЭКЛ – это электронный документ, включающий в себя теорию дисциплины и обучающие материалы, с помощью которых теоретические факты лекций связываются, контролируется их усвоение, а также может быть построена индивидуальная траектория обучения. ЭКЛ не может быть перенесен на бумажный носитель без потери его дидактических свойств.

В содержании ЭКЛ может и должен в наибольшей мере отражаться принцип оптимального сочетания фундаментальности и профессиональной направленности математического образования, должны реализовываться его цели [1]. Конспект лекций может быть адаптирован к уровню подготовки обучаемых и к направлению их дальнейшей профессиональной деятельности. Поэтому наилучшим представляется вариант, когда ЭКЛ составляется ведущим преподавателем дисциплины.

Структура ЭКЛ и этапы его разработки нами описаны в работе [2].

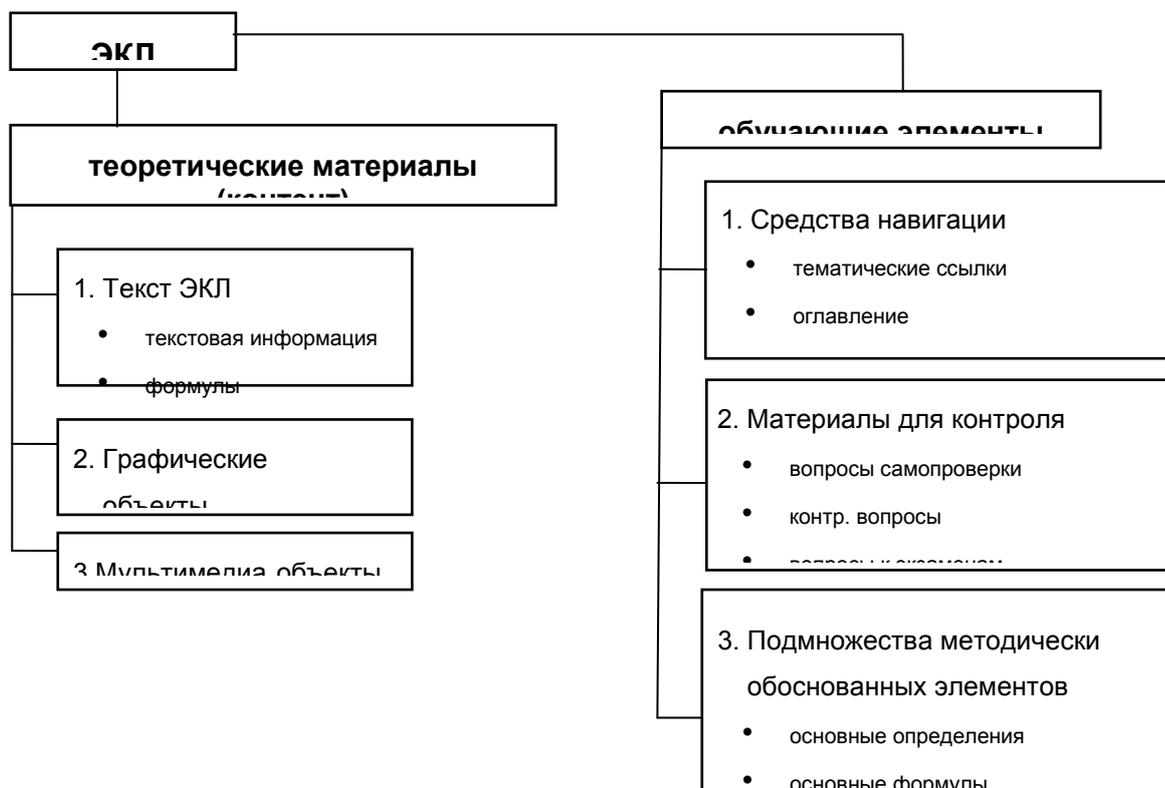


Рисунок 1. Структура ЭКЛ

Этапы создания ЭКЛ:

- проектирование ЭКЛ – разработка педагогического и технологического сценариев;
- подготовка материалов для ЭКЛ – оцифровка контента по модулям, оформление стилями, разметка, формальное описание структуры контента и педагогического сценария;
- компоновка материалов в единый программный комплекс ЭКЛ.

Педагогический сценарий включает:

- подбор учебного материала, разбиение его на модули;
- разработка иерархической структуры заголовков каждого модуля;

разработка обучающих материалов;
определение траекторий изучения курса.

Технологический сценарий – это описание информационных технологий, используемых для реализации педагогического сценария.

Требования к контенту ЭКЛ:

высокое качество текстов;
чёткость иллюстраций и уместность интерактивных приложений;
удобство навигации и системы поиска информации;
продуманность обучающих элементов;
возможность выборки тематических подмножеств контента;
устойчивость электронного документа в целом и его информационная защита.

Исследование процесса разработки ЭКЛ первоначально осуществлялось в форматах информационной среды Microsoft Word. Была разработана жесткая структура контента, иерархия заголовков, принципы разметки текста, его оформление стилями и обработка специально написанными программами для создания обучающих элементов [3]. Этот этап был необходим как начальный и наиболее понятный для преподавателей математики, имеющих большой опыт в традиционных технологиях обучения.

В настоящее время ведется разработка единой системы создания, хранения и представления в форме базы знаний электронных конспектов лекций с использованием формата XML и его подмножеств (XSD, MathML и т.д.).

У нас имеется опыт разработки ЭКЛ по большинству разделов курса «Математический анализ» для направления подготовки ВПО «Информатика и вычислительная техника». Содержание в электронном виде многих ЭКЛ успешно апробируется и корректируется в учебном процессе на младших курсах.

Создание ЭКЛ является длительным итерационным процессом взаимодействия автора учебных материалов и разработчиков программного обеспечения. Связующим звеном и организатором этого процесса должен быть преподаватель-технолог, имеющий специальный опыт разработки электронных учебных ресурсов.

2. Обучающие программы

Обучающие программы (ОП) – это очень полезный учебный ресурс, который может в определенной мере заменить преподавателя в обучении практическим навыкам и методически обеспечить самостоятельную работу студентов. Имеется опыт создания ОП по темам «Исследование функций и построение графиков», «Решение обыкновенных дифференциальных уравнений», «Вычисление неопределенных интегралов», «Исследование сходимости числовых рядов», «Представление функций тригонометрическими рядами Фурье». Важной составляющей каждой ОП является ее так называемая экспериментальная часть, которая позволяет студенту взаимодействовать с программой по поводу объекта изучения, в том числе ввести условие своей задачи и получить некоторую избыточную помощь в ее решении. Работа в обучающей программе, как правило, возможна в нескольких режимах: обучения, самоконтроля и тестирования на результат усвоения.

Все наши ОП разработаны в рамках дипломных проектов, поэтому их недостатком является преобладание характеристик выпускной квалификационной работы по специальности «ПО ВТ и АС». До стадии устойчивого внедрения в учебный процесс доведены только некоторые из них, так как это доведение требует дополнительно существенных производственных затрат.

3. Презентации лекций и визуализаторы

Эти учебные ресурсы используются многими преподавателями в качестве эффективных информационных форм. Технологические аспекты создания визуализаторов по математическим дисциплинам изложены в статье [4]. Сформулированы основные учебно-методические требования к визуализаторам – это их управляемость и интерактивность относительно демонстрируемых объектов или понятий. Для разработки программы визуализации, удовлетворяющей этим функциональным требованиям, необходима достаточно высокая квалификация программиста.

4. Вспомогательные учебные ресурсы

Разрабатываются чаще всего в рамках НИРС студентами направления «Информатика и вычислительная техника» по отдельным фрагментам математических дисциплин и используются в основном студентами младших курсов в самостоятельной работе. Такие несложные программные ресурсы имеются для построения линий и поверхностей, для графического представления решений обыкновенных дифференциальных уравнений, для численной и графической реализации решений основных задач математической физики.

5. Учебно-организационные системы

Разрабатываются студентами младших курсов в основном как средства коммуникации по отдельным дисциплинам; реализуют, как правило, функции балловой системы оценки знаний, рейтинга, обмена учебной информацией; интересны прежде всего как результаты начального студенческого творчества, поэтому часто обновляются и совершенствуются.

6. Программные инструментальные средства создания ЭУР

Программный инструментарий необходим для преподавателей-технологов, так как существенно упрощает процесс разработки и делает его более технологичным. Для создания таких программных продуктов актуальным является исследование современных компьютерных технологий разработки и использования электронных образовательных ресурсов (текстовых, графических и мультимедийных учебных материалов, интерактивных приложений, а также компьютерных учебно-организационных средств), предназначенных для технических специальностей МГТУ в рамках процесса информатизации образования.

В рамках этого направления на кафедре ведутся исследования и разработки

технологии перевода существующих ЭУР в формат базы знаний;

технологии создания визуализаторов сложных математических объектов и понятий;

конструктора лекций, реализующего индивидуальные траектории обучения;

системы создания тестовых заданий на основе принципа автогенерации и метода семантической обработки базы знаний.

Литература

1. Сборник примерных программ математических дисциплин цикла МиЕН Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения. – М.: РУДН, 2009. 166с.

2. Кацуба В.С., Лазарева И.М. Методика проектирования электронных конспектов // Труды Международной конференции «Образование, наука и экономика в ВУЗах» в г. Полоцке (Польша), 9-14 сентября 2008г. – Изд-во NOVUM, 2008. С.736-742.
3. Кацуба В.С., Возженников А.П. Разработка инструментов для создания электронного конспекта лекций по высшей математике // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвузовский тематический сборник трудов. Вып. 12. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2006. С. 10-15.
4. Голубев В.О. Мультимедийная презентация учебной информации: практические аспекты реализации // Прикладная информатика, 2010. №4(28). С.63-72.

СТРОИТЕЛЬСТВО

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Суворова О. В. 1, Бокарева В. А.1, Макаров Д. В.2,3, Беляевский А. Т.1, Плетнева В. Е.1

(г.Апатиты,1Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН, г.Апатиты;2Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, г.Апатиты 3Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета)

Alleviating the environmental loads can be achieved by turning industrial wastes into building materials. The land filled waste of the mining complex currently stored in Russia is comparable with demand of the national building industry in mineral raw materials. Composition of ceramic materials has been developed exclusively from mining wastes. The ceramic materials are characterized by high physical-mechanical characteristics and superior ornamental characteristics.

В современных экономических условиях актуальной проблемой становится снижение затрат на производство, комплексное использование сырьевых материалов, создание безотходных производств. Объемы складированных горнопромышленных отходов соизмеримы с потребностью строительной отрасли в минеральном сырье. При этом большая часть отходов по минеральному и химическому составу близка к традиционному сырью для производства строительных и технических материалов [1].

В качестве потенциального техногенного сырья были рассмотрены отходы обогащения апатит-нефелиновых, медно-никелевых и железных руд, которые подвергли комплексным исследованиям, включающим изучение гранулометрического, минерального и химического составов, инженерно-геологических и радиационно-гигиенических характеристик. Анализ данных показал, что содержание вредных примесей не превышает допустимых пределов, и сырье может быть использовано при получении керамических строительных материалов.

Для обоснования возможности получения керамических материалов с необходимыми характеристиками (прочность, водопоглощение, морозостойкость и др.) были проведены морфологические, физико-химические исследования керамических масс.

Морфологический анализ исходных компонентов шихты проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM LEO-420 (рис. 1). Диапазон дисперсности частиц шихты колеблется от 1 до 30 мкм. Такие керамические массы представляют собой смесь тонких, средних и относительно крупных частиц, что при правильном соотношении их количеств обеспечивается получение оптимальной упаковки и сочетание размеров пор в конечном продукте.

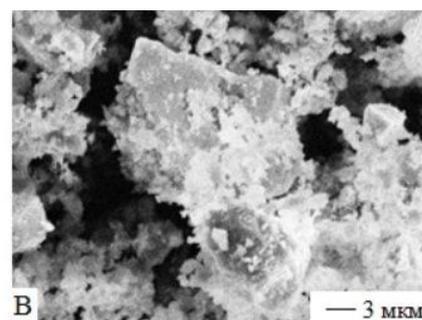
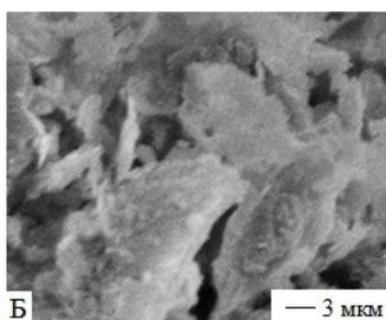
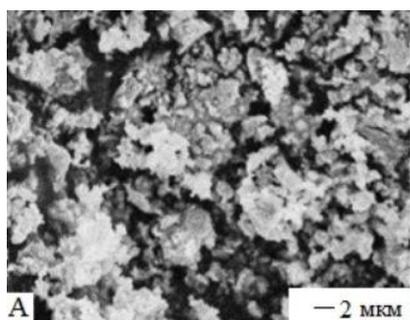


Рис. 1. Микроморфология полидисперсной системы отходов обогащения: А - апатит-нефелиновых руд; Б – медно-никелевых руд и В – кварц.

Кроме размеров важно распределение частиц по крупности. Известно, что наилучшая упаковка достигается при смешении трех фракций частиц различного размера. Диапазон распределения частиц по крупности керамической трехкомпонентной шихты определяли с помощью анализатора размеров частиц SALD – 201V. Данные распределения частиц представлены на рис. 2. 25% частиц имеет средний диаметр 4,167 мкм и менее, 25% составляют частицы в диапазоне 4,167-9,630 мкм и менее и 25% – 4,167-16,924 мкм и менее. Такой диапазон распределения соответствует традиционным трехкомпонентным керамическим массам (глина – кварц – полевои шпат) [2].

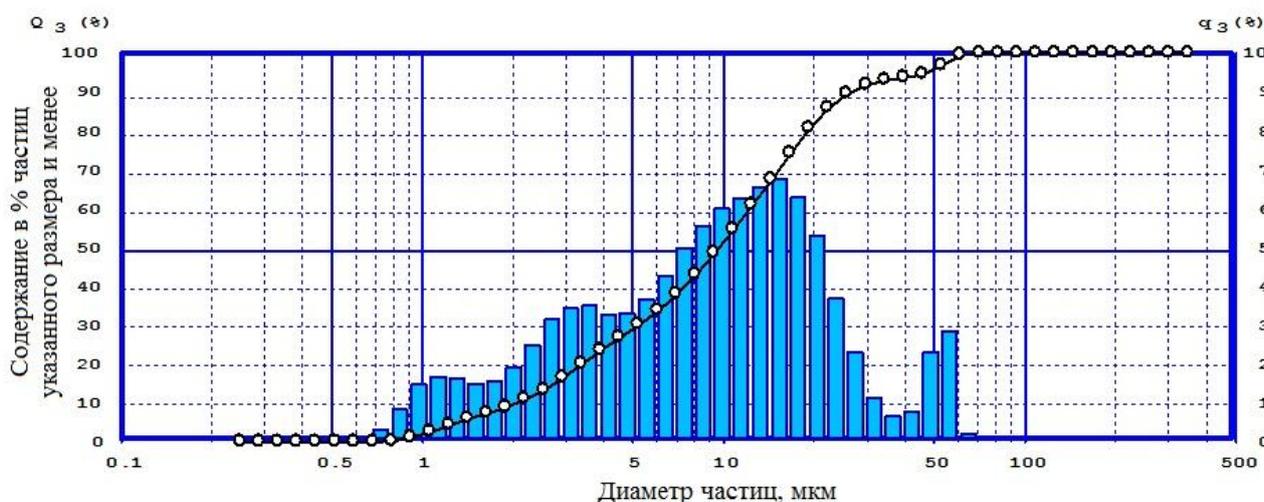


Рис. 2. Распределение частиц по размерам в трехкомпонентной системе на основе отходов обогащения апатит-нефелиновых, медно-никелевых и железных руд.

Первоначально при приготовлении составов керамических масс в качестве третьего компонента использовали минеральные фракции кварца, выделенные из жил керамических пегматитов месторождения Куруваара. Поскольку месторождения кварца не так многочисленны, рассмотрена возможность использования вместо кварца отходов обогащения железистых кварцитов (ОАО «ОЛКОН»).

Основным минералом отходов обогащения апатит-нефелиновых руд является нефелин. Основу отходов обогащения медно-никелевых руд составляют гидросиликаты магния: серпентины, хлориты и гидрохлориты, а также присутствует тальк. **Отходы обогащения железных руд в основном состоят из кварца (содержание SiO₂ колеблется от 60 до 75%), присутствуют также полевые шпаты, амфибол, пироксен и слюды.** Химический состав отходов обогащения руд представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав отходов обогащения апатит-нефелиновых (1), медно-никелевых руд (2) и железистых кварцитов (3), мас. %

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂ +FeO+MnO	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Na ₂ O+K ₂ O	P ₂ O ₅	Ni+Cu+C	SO ₃	п.п. П
1	42.6	20.5	1.3	6.0	8.4	14.2	5.9	-	-	1.1

2	50.7	8.0	1.1	12.4	20.5	4.8	-	0.25	0.8	1.6
3	67.5	3.6	0.9	19.4	6.3	1.7	0.1	-	0.1	0.4

Сырьевые компоненты измельчали до удельной поверхности 3000 см²/г. Смесь тщательно гомогенизировали, увлажняли до оптимальной влажности и формовали прессованием при удельном давлении 20 МПа. В качестве временной связки для придания прочности сырцу использовали сульфитно-спиртовую барду в количестве 0.5 мас. %. После сушки при 105°С образцы обжигали при температурах 900-1100°С с изотермической выдержкой 0.5-5 часов. Остывание проводили в печи в течение 8 часов. Обожженные образцы испытывали на прочность при сжатии и изгибе. Кроме того, определяли среднюю плотность, пористость, водопоглощение, усадку и морозостойкость.

По результатам предыдущих исследований [3-5 и др.] был выбран оптимальный состав керамических масс: отходы обогащения апатит-нефелиновых руд – 40 мас.%; медно-никелевых руд – 40 мас.%; кварц (отходы обогащения железных руд) – 20 мас.%. Показано, что при замене кварца на отходы обогащения железных руд изделия характеризуются более низкой усадкой и сопоставимыми значениями прочности при сжатии, изгибе и водопоглощении. Свойства керамических материалов, полученных методом жидкостного спекания, представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Свойства керамических материалов на основе отходов переработки медно-никелевых, апатит-нефелиновых руд и кварца (1) или отходов обогащения железных руд (2)

№	Температура обжига, °С	Средняя плотность, г/см ³	Истинная плотность, г/см ³	Пористость, %	Усадка объемная, %	Усадка линейная, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %
1	950	1,72	2,89	40,50	5,20	1,70	29,90	7,60	23,00
	1000	1,78	2,80	37,10	9,50	2,90	48,60	9,10	20,50
	1050	2,24	2,84	21,10	32,30	10,90	104,90	20,40	6,00
2	950	1,73	2,92	40,75	3,30	1,24	19,00	8,20	21,18
	1000	1,74	2,90	40,00	4,60	1,64	23,40	17,00	21,26
	1050	1,98	2,81	29,54	18,40	6,00	106,00	30,50	9,55

Исследования морозостойкости кирпича, полученного методом полусухого прессования из глин десятков месторождений, проведенных рядом ученых [6 и др.], свидетельствуют, что зачастую даже при оптимальных технологических параметрах производства и использовании традиционного сырья кирпич имеет низкую морозостойкость. Поэтому наши эксперименты были направлены на обоснование возможности повышения морозостойкости материалов.

Известно, что порошок каменного угля способствует повышению пористости изделий, более равномерному обжигу, росту сопротивляемости материала к разрыву и трещиностойкости при сушке. Введение карбонатита в шихту способствует интенсификации процесса жидкофазного спекания [7]. С целью улучшения технологических свойств изделий в полидисперсную систему вводили добавки (уголь, карбонатит), а также варьировали крупностью материала.

Результаты исследований показали, что введение угля и карбонатита в состав шихты незначительно увеличивает морозостойкость (15-25 циклов). Наибольшая морозостойкость достигается в случае использования в качестве третьего компонента отходов обогащения железных руд крупностью -2 мм (более 40 циклов). Это свидетельствует о том, что управление гранулометрическим составом обеспечивает оптимальную упаковку частиц и сочетание размеров пор. Дальнейшие исследования необходимо направить на оптимизацию технологических параметров сушки и обжига шихты, которые могут стать причиной образования дефектов в образце и снижать стойкость материала к воздействию отрицательных температур.

Как известно, особое значение при замораживании имеет тонкость черепка, т.е. наличие пустот [6]. Миграция влаги из атмосферы в кирпичной кладке происходит за счет капиллярного всасывания. В этом случае большое значение имеет плотность поверхностного слоя керамики. Одним из способов повышения плотности поверхности керамики является нанесение водонерастворимой пленки. В эксперименте использовали метод создания на поверхности кирпича тонкослойного покрытия из гидролизованых поверхностных Si-OH групп и замещения их катионами. Для получения катионообменной композиции суспензию из отходов обогащения медно-никелевых руд обрабатывали водным раствором – побочным продуктом солянокислотного разложения хвостов обогащения вермикулитовых руд [8]. Затем отпрессованные образцы керамики окунали в полученную суспензию, сушили и обжигали при температуре 1000 °С. Полученные таким образом керамические материалы были испытаны по стандартным методикам. По прочностным показателям данные образцы не уступают образцам без окунания, но значительно превосходят их по морозостойкости (40-50 циклов). Кроме того, улучшаются декоративные характеристики изделий.

Заключение. Результаты проведенных исследований отходов горнопромышленного комплекса Мурманской области показывают пригодность и перспективность использования техногенного сырья для получения керамических строительных материалов.

При замене кварца на отходы обогащения железных руд компонентами шихты керамических материалов являются исключительно отходы обогащения, первичное сырье не используется. Кроме того, экономическая эффективность будет заключаться в снижении платы за сырье и предотвращенном экологическом ущербе.

Проведены исследования по обоснованию способов повышения морозостойкости керамического материала. Дальнейшие исследования необходимо направить на исследование природы и свойств защитных поверхностных пленок на керамических образцах методами зондового анализа, оптической и электронной микроскопии.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №10-03-98802p_север_a).

Литература

Макаров В.Н. Экологические проблемы хранения и утилизации промышленных отходов. Апатиты: КНЦ РАН, 1998, Ч.2. 146 с.

Кингери У.Д. Введение в керамику. – М., Изд. Литературы по строительству, 1964. 528 с.

Бокарева В.А., Макаров Д.В., Суворова О.В., Плетнева В.Е. Получение керамических строительных материалов из хвостов обогащения руд Кольского полуострова // Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий. Молодежная конференция. Апатиты, 8-10 апреля 2010г. С. 20-25.

Бокарева В.А. Получение керамических строительных материалов их хвостов обогащения руд Кольского полуострова // Минералогия техногенеза–2010. Миасс: ИМин УрО РАН, 2010. С.163-169.

Макаров Д.В., Суворова О.В., Плетнева В.Е., Бокарева В.А. Керамические строительные материалы из техногенного сырья Мурманской области // Научные основы и современные процессы комплексной переработки труднообогатимого минерального сырья (Плаксинские чтения - 2010): Материалы Международного совещания. Казань, 13-18 сентября 2010 г. Под общ. ред. В.А. Чантурия. Отв. ред. Т.В. Чекушина. М.: ООО «Московский издательский дом». С.402-405.

Яценко Н.Д. Уплотнение поверхности кирпича путем катионной обработки // Строительные материалы. 2010. №11. С.52-53.

Сулименко Л.М. Общая технология силикатов. Москва: ИНФАРМ-М, 2010. – 336 с.

Макаров Д.В., Зоренко И.В., Меньшиков Ю.П. Хвосты обогащения вермикулитовых руд как сырье для получения соединений магния // Минералогия техногенеза–2009. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С.88-95.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРМИРОВАННЫХ ОСНОВАНИЙ

Антонов В.М. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС)

Abstract: The results of laboratory research of bearing capacity of reinforced sand foundation are presented. Multi-factor analysis of reinforcement on the durability and deformability of earth foundation is implemented. The methodology of experiments and basic conclusions are given.

Под армированными подразумеваются композиционные материалы, у которых одна из составляющих - арматура обладает значительной жесткостью и прочностью по сравнению с другой – матрицей. Армирование грунтов и грунтовых насыпей представляет собой введение в грунтовые конструкции специальных элементов, которые позволяют увеличить механические и прочностные свойства грунта. Армирующие элементы, работая в контакте с грунтом, перераспределяют усилия растяжения-сжатия между участками конструкции, обеспечивая передачу напряжений с перегруженных зон на соседние менее загруженные участки. Такие элементы могут быть изготовлены из различных материалов: металл, железобетон, структуры из стеклянных или полимерных волокон и т.д.

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 строительство приходится осуществлять в сложных условиях и в широком ассортименте появились новые армирующие материалы

В лаборатории механики грунтов ТГТУ в течение 20 лет проводятся опыты по изучению прочности и деформативности армированных и неармированных грунтов[1-5]. В качестве основания в основном использовался мелкий однородный песок (плотность $\rho = 1,5...1,7 \text{ г/см}^3$ угол внутреннего трения по результатам испытаний на плоский сдвиг был равен $\varphi = 25...30^\circ$, степень неоднородности по Хазену $k=1,7$). В последнее время проводятся исследования армированных глинистых грунтов (плотность $\rho = 1,5...2,2 \text{ г/см}^3$ число пластичности- $I_p = 0,09...0,18$, показатель текучести $I_t = 0,1...0,4$ и оснований с прослойками слабых грунтов $E < 5 \text{ МПа}$).

В общем случае на фундамент диаметром D (штамп или модель с относительным заглублением $\lambda = h/D$, где h – глубина заложения модели) действовала наклонная внецентренная сила. Изменяли угол отклонения силы от вертикали $\delta = 0...90^\circ$, относительный эксцентриситет приложения нагрузки $e_o = e/R = -2...2$, где e - эксцентриситет, R -радиус модели; характер приложения нагрузки - статический, динамический и повторно-переменный. При действии многократно-повторной нагрузки последовательно увеличивали уровень нагрузки $\bar{F} = F/F_u = 0...0,7$ (F - величина прилагаемой нагрузки, F_u - значение разрушающей нагрузки); коэффициент асимметрии цикла $\rho_{\bar{n}} = F_{\min} / F_{\max} = 0...0,75$; число циклов $N_c = 1...5 \cdot 10^3$.

Поставлены опыты и на длительное действие нагрузки при разных величинах \bar{F} . Наблюдения велись в течение трех лет.

При поиске оптимальных параметров изменяли расположение арматуры (плоское и пространственное, вертикальное и горизонтальное, одно и многослойное), вид (полосы, стержни, сетки, пластины, ткань, мембраны, фибры) и материал (металл, пластик, геоткань).

К числу основных влияющих параметров относили: диаметр стержня d_s , длину l_s ; шаг стержней в направлении оси $x-s_x$; то же в направлении оси $y-s_y$; ширину b_s и толщину t_s полос; процент армирования в направлении координатных осей μ_x и μ_y ; относительные размеры сетки ($\bar{L}_s = L_s / D$ - относительная длина, $\bar{B}_s = B_s / D$ - относительная ширина); относительное расстояние от подошвы фундамента до горизонтально расположенной арматуры $\bar{h}_s = h_s / D$, то же до вертикально расположенной $\bar{h}'_s = h'_s / D$; угол наклона к вертикали армирующих элементов α ; число армирующих слоев n_s , относительное расстояние между ними \bar{h}_{sn} ; относительное смещение оси армирующего элемента относительно оси фундамента $e_{osx} = e_{sx} / R; \dots e_{osy} = e_{sy} / R$

Эксперименты со штампами и заглубленными моделями проводили в лабораторных и полевых условиях. Использовали набор пространственных стальных лотков размерами от $1,8 \times 1 \times 0,85$ (м) до $0,5 \times 0,5 \times 0,5$ м, заполненных песком или глинистым материалом, оснащенных рычажной системой с передаточным числом 1:10.

Степень нагружения составляла $0,05 \dots 0,1$ от предполагаемой разрушающей нагрузки F_{su} . За условную стабилизацию перемещений принимали от $0,1$ мм/час до $0,5$ мм/час. В опытах на длительное действие нагрузки при $F = const$ нагрузку выдерживали в течение нескольких месяцев.

Требуемая плотность основания обеспечивали определенным числом ударов трамбовки по одному следу. Контроль плотности в каждом опыте проводили в нескольких точках основания в соответствии с ГОСТ. Влажность изменялась от 5 до 17% для песка и от 10 до 20% для глинистого грунта.

Деформации измеряли индикаторами часового типа ИЧ-10, укрепленными на реперной раме. Повторность опытов составляла 2..3 раза. Перед проведением испытаний на повторную нагрузку выполнялись эксперименты на статическую нагрузку с определением перемещений и несущей способности. После каждого опыта грунт из лотка убирали и укладывали заново.

Разработанная программа исследований была основана на последовательном изменении одного из параметров при фиксированных остальных.

В ходе испытаний определяли текущие перемещения $\nabla(s, u, i)$ (s – осадка центра модели, i – крен, u – горизонтальные перемещения моделей в уровне поверхности) и перемещения, предшествующие разрушающей нагрузке $\nabla_u(s_u, u_u, i_u)$.

Для оценки эффективности армирования сравнивали перемещения, их скорости и несущие способности для армированных и неармированных оснований, т.е.

$$\bar{F}_{su} = F_{su} / F_u, \quad (1)$$

где F_{su} и F_u – несущая способность армированного и неармированного оснований; s_s и s – осадка центра фундамента; u_s, u – горизонтальное перемещение, i_s, i – крен фундамента на

армированном и неармированном основании при действии одинаковой нагрузки соответственно.

Результаты экспериментов. Стержневое армирование. Испытания проводили на круглых стальных штампах с $D = 120, 150, 175$ мм и моделях с $D = 75$ и 130 мм. Изменяли расположение стержней (вертикальное и горизонтальное, под подошвой и вне подошвы фундамента), шаг стержней, процент армирования, диаметр и длина. Процент армирования оценивался по формуле:

$$\mu = A_s / A_{\phi} = \frac{\pi R_s^2 (R_{\phi} \pm h_s)}{\pi R_{\phi}^2 s}, \quad (2)$$

где A_s - площадь поперечного сечения стержней, A_{ϕ} - площадь штампа. Значение μ составляло $0,32 \dots 5,38$ при однорядном вертикальном расположении стержней и $1,74 \dots 5,44$ при двухрядном. Расстояние до арматуры изменялось $h_s = (0,1 \dots 0,8) D$. Нагрузку на штампы передавали вертикально, на модели вертикально и наклонно с $\alpha = 0^{\circ}, 10^{\circ}, 20^{\circ}$. Кроме того, рассматривали случай внецентренной вертикальной передачи нагрузки с $e_0 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$.

Определено, что при вертикальном армировании наибольшее влияние на несущую способность оказывало расстояние до стержней. С удалением арматуры от границы штампа несущая способность падала независимо от процента армирования.

Размещение стержней под подошвой штампа более эффективно, чем вне подошвы. Максимальная несущая способность получена при размещении стержней по грани штампа - в месте развития наибольших касательных и сдвиговых напряжений при $\bar{h}_s = 0; s = (0,15; 0,2) D$. Для $s < 0,15D$ увеличение процента армирования не приводило к повышению несущей способности. С увеличением расстояния между стержнями свыше $0,3 D$ несущая способность уменьшалась.

При двойном вертикальном армировании максимальная разрушающая нагрузка была отмечена при расположении одного ряда стержней в месте развития наибольших касательных напряжений, т.е. по грани штампа, а второго ряда на расстоянии $(0,1 \dots 0,2) D$ наружу. При наклонном армировании песчаного основания (при переменном и постоянном проценте армирования) оптимальный угол наклона стержней составил 15° к вертикали.

Относительная несущая способность $\bar{F}_{us} = F_{us} / F_u$ для отдельно расположенных стержней меньше, чем для тех же стержней, связанных в каркас.

Уменьшение длины стержней с $\bar{l}_s = 2$ до $\bar{l}_s = 1,5$ привело к снижению относительной несущей способности в 1,2 раза. Увеличение $\bar{l}_s > (1,5 \dots 2) D$ неэффективно, т. к. длина зоны анкеровки стержней уже достаточна.

Разрушающая нагрузка при горизонтальном расположении стержней в 1,3 выше, чем при вертикальном и в 2,2 раза выше, чем для неармированного основания, это объясняется вовлечением в работу большего объема грунта.

Сетчатое армирование. Опыты проводили на несвязном и связном основании, на заглубленных и незаглубленных моделях фундаментов для различных вариантов армирования (сетки размещались сбоку и под подошвой фундамента вертикально, горизонтально и наклонно в один или несколько слоев). Изменяли размеры сетки, диаметр и шаг стержней, расстояние до фундамента, скорость приложения нагрузки влажность и плотность грунта засыпки.

По итогам проведенных модельных и натурных испытаний выявлено, что при одноярусном армировании максимальная несущая способность достигалась при размерах армирующего элемента $(2...2.5)D$; оптимальная глубина расположения арматуры составила при одноярусном армировании $h_{s1}=(0,15...0.2)D$ от подошвы фундамента, а при двухъярусном при расположении второго слоя на расстоянии $h_{s2}=(0,15...0.2)D$ от первого (т.к. верхняя арматура являлась в этом случае подошвой фиктивного фундамента)- т.е. в зоне развития максимальных касательных напряжений. Дальнейшее увеличение $n_s, \bar{L}_s, \bar{B}_s$ нецелесообразно (удельная несущая способность практически не возрастала).

В случае внецентренного приложения нагрузки одновременное увеличение эксцентриситета и смещение сетки в том же направлении приводило к резкому увеличению несущей способности. Максимальное значение F_{su} наблюдали при совпадении оси действия силы с центром тяжести армирующего элемента, т.е. при $e_{0x} = e_{0sx}$.

С повышением плотности грунта-засыпки до оптимального значения возрастала несущая способность. Такой же эффект отмечен при увеличении степени шероховатости арматуры за счет возросшей площади поверхности контакта грунта с арматурой.

Опыты на длительное действие (в течение трех лет) нагрузок при $\bar{F} = 0,3...0,8$ показали, что величина разрушающей нагрузки превышала свое значение при условно-мгновенном нагружении в 1,2...1,5 раза как для армированного, так и для неармированного основания. Скорость развития перемещений моделей фундаментов в армированном основании в 1.5...2 раза ниже, чем в неармированном.

Несущая способность возрастала в случае центрального приложения нагрузки в 2,5...3 раза, внецентренного в 3,2...3,5 раза, двухъярусного в 4 раза по сравнению с неармированным основанием.

При *циклическом нагружении* модель нагружали ступенями до определенного уровня, далее производили циклирование в интервале F_{max} / F_{min} . Период цикла составлял от $4 \cdot 10$ до $4 \cdot 10^3$ с [5]. Уровень нагружения принимали равным $\bar{F} = F / F_u = 0,4; 0,6; 0,8$, а коэффициент асимметрии цикла $\rho_c = F_{min} / F_{max} = 0; 0,25; 0,5; 0,75$. Максимальное количество циклов – $N_c = 500$. После приложения циклических воздействий нагрузку ступенями доводили до разрушения основания и определяли значение разрушающей нагрузки F_u^c .

С увеличением уровня нагрузки, количества циклов, уменьшения коэффициента асимметрии цикла возрастает влияние повторных воздействий на деформативность армированных и неармированных оснований; эффект армирования также растет (снижение циклических составляющих осадки и горизонтальных перемещений до 27%, крена до 39%). При увеличении периода цикла происходит незначительный рост циклических осадок и несущей способности армированного и неармированного оснований (10..12%).

При внецентренной повторной нагрузке накопление кренов и перемещений идет более интенсивно, чем осадок (при переходе с $\bar{e}_0 = 0,25$ к $\bar{e}_0 = 0,5$ циклическая составляющая кренов выросла для армированных и неармированных грунтов соответственно на 36% и 30%, циклическая составляющая осадки практически не изменилась); максимальный эффект армирования при этом достигается при совмещении центра тяжести сетки с осью нагрузки.

Наибольшее влияние повторной наклонной нагрузки получено при $\delta = 10^0$.

Увеличение заглубления моделей фундаментов приводит к уменьшению циклической составляющей осадки (при переходе с $\lambda = 0$ к $\lambda = 1,5$ для неармированного основания – до 55%, для неармированного – до 90%).

Несущая способность основания при действии вертикальной повторной нагрузки повышается (для неармированных оснований – 10..30%, для армированных – 20..45%); при действии наклонной нагрузки несущая способность армированного и неармированного оснований снижается (до 10%).

Статическое догружение после циклических воздействий до определенного предела ($\Delta\bar{F} = 0,05...0,1$) не вызывает дополнительных перемещений. После превышения $\Delta\bar{F}$ перемещения снова увеличиваются с ростом нагрузки.

Литература

Antonov V.M., Vyazovov V.B., Vybornov S.N., Diavara S. «Usage of Rod Reinforcing for Rise of Bearing Ability of the Basis». Proceeding of the Tambov State Engineering university.-(Вестник ТГТУ), Vol. 10. (Том 10)- № 2.- 2004/- p. 567-578.

Антонов В.М. «Влияние армирования на несущую способность и деформативность песчаного основания» (дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук). Волгоград.- ВолгГАСА.- 1998.

3. Антонов В.М., Леденев В.В. Экспериментальные исследования армированных оснований //Вестник центрального регионального отделения РААСН., Вып.6, Воронеж-Тверь,2007, с.3-11.

4. Антонов В.М., Леденев В.В, Чыонг Куанг Дык, Развитие осадок песчаного основания во времени . Вестник центрального регионального отделения РААСН., Вып.8, Воронеж-Тамбов,2009, с.155-160.

5. Антонов В.М., Леденев В.В. Влияние уровня нагружения на деформации ползучести песков., Вестник отделения строительных наук РААСН.,Вып.13, Том 1, Москва- Орел, 2009, с. 23-27

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ.

Глушко Е. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС)

By one of priority directions of development of economy of our country it is connected with introduction of new effective building materials and products which should differ profitability and high operational properties. Wood and wood composites concerns such materials. Now, active workings out on increase of their durability are conducted.

Древесина — ценный конструкционный строительный материал, продукт лесов, запасы которого могут возобновляться после его рациональных заготовок. Запасы древесины в наших лесах составляют около 88 млрд. м³. До настоящего времени заготовки древесины значительно превосходят ее естественный прирост.

Древесина и древесные композиты, как экономичные строительные материалы в изделиях и конструкциях, эффективно внедряются согласно приоритетным направлениям развития жилищной программы. Древесина является среднепрочным анизотропным конструкционным материалом в несущих конструкциях больших пролетов. Заменяя древесиной такие традиционные материалы как железобетон и металл, создают богатые по своей пластике геометрически правильные, сложные криволинейные формы оболочек, сводов куполов и покрытий типа гиперболических параболоидов.

Существенной экономии древесины и сохранности леса способствует изготовление из отходов древесины изоляционных древесноволокнистых, древесностружечных плит, широко применяемых в строительстве, использование отходов деревообработки (обрезков, реек, горбылей, опилок, коры и др.).

Улучшение свойств древесины, антисептирование, пропитка антипиренами и использование водостойких синтетических клеев сделало древесину негниющим и трудносгораемым материалом, с повышенной прочностью и неограниченными возможностями при создании различных архитектурных форм. Клееные деревянные конструкции и прессованная древесина могут быть изготовлены только в заводских условиях, что требует использования высокоэкономичных современных технологий с высокой степенью автоматизации и поточностью всех взаимосвязанных процессов.

Древесина является долговечным конструкционным материалом при нагрузках не ниже предела длительного сопротивления и влажности до 20%. В условиях повышенных температур, переменных силовых и влажностных воздействиях в процессе эксплуатации наблюдается значительное снижение прочностных характеристик древесины в изделиях. В связи с этим темы уточнения прогнозирования, повышения долговечности и длительной прочности древесины активно разрабатываются.

Уточнение прогнозирования поведения модифицированной древесины и способа повышения долговечности и длительной прочности в широком интервале нагрузок, температур и воздействия климатических факторов требует исследования влияния эксплуатационных факторов. Необходимо выявление и уточнение закономерностей разрушения и деформирования древесины при использовании новых модификаторов и оптимальной технологии пропитки древесины.

Свойства древесины определяются ее строением и состоянием. Древесина имеет трубчатое слоисто-волокнистое строение. Степень однородности древесины определяется участками,

где прочность снижена пороками. Гниль, червоточины и трещины в зоне скалывания в соединениях – недопустимые пороки древесины. Сучки, косослой - распространенные и допускаемые с ограничениями пороки. Неоднородность строения, пороки на 30% снижают прочность древесины при сжатии и изгибе, и на 70 % при растяжении.

За счёт разницы радиальной и тангенциальной усушки древесины возникают значительные остаточные напряжения растяжения в наружных и сжатия во внутренних частях. При повышении температуры предел прочности и модуль упругости снижается и повышается хрупкость древесины. При отрицательных температурах прочность при сжатии возрастает, но древесина становится более хрупкой и в ней развиваются трещины.

Гниение невозможно без благоприятных условий, как результат жизнедеятельности растительных организмов. Защита от гниения достигается путем стерилизации, конструктивной и химической защиты древесины от гниения. Стерилизация, конструктивная и химическая защита предотвращает гниение древесины. В.М. Хрулев, экспериментируя с основными видами известных пропиточных материалов: жидких (полимеров, мономеров, продуктов нефтеперегонки) и твердых (серы, парафина), считал эффективным способ физико-химической модификации пропиткой

Влияние неблагоприятного воздействия температуры, ультрафиолетового облучения, воды и других активных жидкостей или газов окружающей среды на эксплуатационные свойства древесины исследовали Г.Г. Карлсен, Д.И. Журавский, В.Г. Шухов, Б.А. Освенский, И.П. Кулибин, П.А. Дмитриев, В.М. Хрулев, Ф.П. Белянкин, А.М. Иванов, В.А. Иванов, В.Ф. Иванов.

С повышением температуры и времени эксплуатации древесины прочностные параметры падают, а деформационные растут. Величина «безопасного напряжения» или предела длительного сопротивления древесины ниже которого разрушения не происходит составляет 0,5...0,6 от кратковременного сопротивления.

Изучая разрушение древесины с термофлуктуационных позиций, Ю.М. Иванов предложил метод прогнозирования долговечности и длительной прочности.

При расчете коэффициента статической долговечности и структурного коэффициента в определенном диапазоне температур Ивановым Ю.М. было предложено использовать уравнение Журкова СИ., что не давало в полной мере описания картины процесса разрушения древесины. В методе Иванова Ю.М. не определена физическая основа объединения в обобщенную зависимость экспериментальных данных. Не указана зависимость предельной долговечности от вида материала (фанеры, древесины), вида нагружения, количества влаги, ориентации волокон. Не учтено различие структуры исследованных материалов. Не сказано о пределе длительного сопротивления.

В исследованиях длительной прочности древесины при разных видах нагружения, выявлены зависимости коэффициента статической долговечности и структурного коэффициента от вида нагрузки. Для ориентированных материалов на вид зависимости и уравнение, его описывающее, большое влияние оказывает структура материала.

Сашин М.А. дал рекомендации по применению модифицированной древесины в строительстве и предложил осуществлять прогнозирование работоспособности в следующей последовательности:

В зависимости от структуры материала выбирается вид зависимости и уравнение ее описывающее.

Константы в уравнении определяются по упрощенной методике. Задаются условия эксплуатации (температура и напряжения), внутренние и внешние факторы (концентраторы напряжения, агрессивные среды, климатические факторы и т.д.).

По уравнениям рассчитывается теоретическая долговечность (прочность или термостойкость) материала при заданных значениях напряжения, температуры, и параметра работоспособности.

С помощью поправок на изменения констант (изменение вида нагружения, наличие концентраторов напряжения, климатических факторов, агрессивность среды) определяется реальная долговечность. Введение поправок функциональных зависимостей учитывает физико-химическое воздействие внешней среды.

Этот метод можно применять при прогнозировании деформационной работоспособности, описываемой теми же уравнениями (с поправками на изменения констант), изменяя физический смысл некоторых констант и их величин. Использовать кроме древесины и для других композитных материалов.

Для определения работоспособности древесины можно использовать диаграммы в координатах зависимости долговечности от температуры при вариации постоянных напряжений. На основании полученных зависимостей по построенным по ним диаграммам работоспособности древесины, задавшись двумя параметрами (например, временем эксплуатации и температурой), можно определить третий (длительную прочность).

Сашиным М.А. на базе методики Иванова Ю.М. исследовано влияние температуры, вида нагружения, агрессивных воздействий на предел длительного сопротивления древесины. Для упрощения расчётов для древесины при разных видах нагружений построены диаграммы, позволяющие определять ее работоспособность.

Предложена гипотеза физической природы предела длительного сопротивления древесины: явление возникновения предела длительного сопротивления связано с атермическим механизмом разрушения межклеточного вещества, которое по своему строению является бездефектным высокопрочным материалом. При напряжениях выше предела длительного сопротивления межклеточное вещество разрушается по всему объёму древесины. После распада межклеточного вещества основное древесинное вещество разрушается по термофлуктуационному механизму.

В строительстве древесина модифицированная парафином серой, керосином, обладает высокой твердостью и прочностью, долговечностью, превышающей аналогичные характеристики натуральной древесины в 0,2... 1,2...2,5 раза. Ее водопоглощение в 2,4... 2,8 раза ниже. Данный материал целесообразно использовать для изготовления элементов несущих конструкций, работающих как в сухих, так и во влажных условиях.

Для обеспечения конструктивной безопасности, создания наиболее совершенных и надёжных конструкций эффективно уточнение и разработка методики Иванова Ю.М., направленной на прогнозирование основных параметров работоспособности (долговечности и длительной прочности) древесины в широком диапазоне эксплуатационных параметров (времени эксплуатации, напряжений и температур), и активных воздействий внешней среды.

Важна дальнейшая разработка и уточнение метода технического состояния конструкций из древесины, учитывающего как проектное, так и фактическое значение коэффициента надёжности по ответственности и изменение показателей надёжности с учётом рекомендаций по использованию гипотезы физической природы предела длительного сопротивления древесины.

Литература

Наназашвили "И.Х, Важнейшая экономическая задача - увеличение объемов глубокой переработки древесины / Наназашвили И.Х. /7 Строительные материалы. - М. 2003. - № 7. - С. 35-36.

Иванов Ю.М. Исследования физических свойств древесины / Иванов Ю.М.. Баженов В. А. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. - 239 с.

ГОСТ 21 126-75. Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость в агрессивных средах (общие положения). М.: Госстандарт СССР, 1982 - 74 с.

Иванов Ю.М. О методе оценки длительной прочности древесины и фанеры Иванов Ю.М., Лобанов Ю.А. // ИВУЗ: Строительство. - Новосибирск, 1977. №9.-С 25-30.

Иванов Ю.М. Длительная прочность древесины при растяжении поперек волокон /

Мартынов К.Я. Комплексная защита древесины в строительных изделиях и конструкциях / Мартынов К.Я.- Новосибирск: Наука. Сиб. из-дат. Фирма РАМ, 1996. - 162 с.

Иванов Ю.М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины / Иванов Ю.М. // Пластификация и модификация древесины. - Рига, 1970. - С. 17-25. УиГ

Хрулев В.М. Модифицированная древесина в строительстве / Хрулев В.М. -М.:

Машкин Н.А. Эксплуатационная стойкость модифицированной древесины в строительных изделиях / Машкин Н.А.// Изд. вузов. Строитель-

Хрулев В.М. Свойства модифицированной древесины, пропитанной полимером в электростатическом поле / Хрулев В.М., Токтогояев М.А., Ромашова Н.И. /У Изв. вузов. Строительство и архитектура. Новосибирск, 1991. - № 7. - С. 66-70

Хрулев В. М. Оценка старения модифицированной древесины измерением давления набухания / Хрулев В.М., Машкин Н.А.// Изд. вузов. Лесной журнал. - 1983 № 4. - С. 91-96.

Цвиковски Т. Композиционные материалы на основе древесины и полиэфирной смолы / Цвиковски Т.// Пластические массы. - М., 1982 № 7-С.50-51.

Шустерзон Г.И. Влияние газообразного сероводорода на свойства цельной и клееной древесины. / Шустерзон Г.И. // Изд. вузов. Строительство. - Новосибирск, 1976. - № 9 - С. 93-95.

Орловский Ю.И. Пропитка древесины серой / Орловский Ю.И., Панов В.В., Манзий С.Л., Манзий В.П. // Изд. вузов. Строительство. - Новосибирск, 1984- Мб- С. 74-76.

Комплексная защита древесины // Строительные материалы. - М., 2003. №5.- С. 35.

Крашенинникова Н.Н. Эффективные средства био- и огнезащиты древесины/ Крашенинникова Н.Н. // Строительные материалы. - М., 2003. № 5. - С. 44-45.

Славик Ю.Ю. Защитно-декоративные лакокрасочные акриловые составы для деревянных конструкций и изделий / Славик Ю.Ю., Гусаров

Е.Ф. // Строительные материалы. - М., 2003. № 5. - С. 38-39.

ПРОИЗВОДСТВО ВИБРОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЩЕЛОЧНОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Дейнеко Д. Е., Каракулина Г. Е. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ПГС)

Abstract-theoretically and experimentally confirmed the possibility is justified for products on the basis of the vibrocompression alkaline cement and concrete on the basis of modified additives. As a result of the experimental data were found positive effects of alkaline additives on strength characteristics, as well as on frost resistance, surface abrasion and durability of concrete. Identified compounds for further production of small-pieces concrete products by texturized vibrocompression technique.

Анализ производства строительных материалов показывает, что дальнейшее его развитие должно быть направлено на максимальное использование недефицитных природных и техногенных продуктов, а также развитие ресурсосберегающих технологий. Поиск новых экономичных вяжущих систем, способных заменить традиционный портландцемент, является на сегодняшний день одной из основных задач строительного материаловедения, которая может быть решена, как за счет использования традиционных техногенных сырьевых компонентов (шлак, зола и др.), так и за счет некондиционного природного сырья, применение которых в качестве добавок к портландцементному клинкеру в количестве 50% и более, позволит повысить степень ресурсосбережения и обеспечить высокие строительно-технические свойства материалов.

На сегодняшний день большим спросом пользуются мелкоштучные изделия из мелкозернистого и тяжелого бетона. Это обусловлено тем, что мелкоштучные изделия – легки в применении и монтаже, имеют эстетический внешний вид, за счет введения в состав камня, как природных, так и искусственных пигментов. Это позволит дизайнерам, архитекторам, да и простому обывателю показать нестандартность мышления в оформлении внутренних интерьеров, отделке частного коттеджного и дачного строительства, в мощении городских площадей, парков, скверов, набережных, детских площадок, тротуаров, садовых дорожек и т. д.

Применение мелкоштучных изделий позволит улучшить экологическую обстановку и значительно повысить качество дорожного полотна, так как широко применяемые асфальтобетонные дорожные покрытия являются на сегодняшний день далеко не идеальными с точки зрения загрязнения воздушного пространства. Летом при нагреве дорожное покрытие размягчается и выделяет летучие нефтяные пары. Поэтому переход на устройство дорожных покрытий с использованием мелкоштучных тротуарных изделий позволит существенно сократить суммарный выброс в окружающую среду пылеватых частиц и токсичных веществ. Преимуществом мощения дорожного полотна бетонной плиткой является её ремонтпригодность, а также, как указывалось ранее возможность получения архитектурного разнообразия, достигаемого с помощью использования широкой номенклатуры изделий по цвету и форме, экологическая чистота используемых материалов, а также внедрение целого ряда достижений в области совершенствования технологии бетона на протяжении последних десятилетий, это дает возможность получения бетонных изделий с высокими физико-механическими показателями и долговечностью.

Выбранное производство имеет определенные преимущества и недостатки. Основным преимуществом является то, что на одной и той же линии, без ее модификации, можно производить большой ассортимент мелкоштучных изделий. Для этого необходимо сменить формообразующую оснастку на вибропрессе. Замена оснастки, пуансонов и пресс-форм не требует

большого количества ручного труда и затраченного времени, это позволяет в короткие сроки выйти на запланированный объем производства, а при необходимости увеличивать его.

Недостаток производства заключается в том, что для получения высококачественного покрытия для мощения дорог, тротуаров и т. д. необходимо использование высококачественного бездобавочного портландцемента марки М500. Учитывая современные реалии производства традиционного портландцемента, связанные с экономией портландцементного клинкера, необходимо отметить, что производители вводят в его состав активные минеральные добавки (зола, трепел, опока, шлак и др.) до 50% мас., которые не всегда оказывают положительное влияние на прочностные характеристики и долговечность выпускаемых изделий.

Так, например, введение до 30% мас. опоки и трепела приводят к увеличению пористости бетона до 10-15%, ввиду того, что добавки обладают повышенной водопотребностью. Соответственно увеличение пористости отрицательно сказывается на морозостойкости и атмосферостойкости выпускаемых изделий предназначенных для устройства дорожного покрытия.

Учитывая совокупность вышеизложенного, а также опыт накопленный в результате длительных наблюдений за дорожными покрытиями, бетонами, аналогичными фасонными изделиями на основе традиционного портландцемента, как в лабораторных условиях, так и в условиях практической эксплуатации конструкций и фасонных изделий [1, 2], была предложена технология производства вибропрессованных изделий на основе щелочного цемента взамен бездобавочному. Основной проблемой при использовании щелочных цементов по растворной технологии, где щелочной компонент вводится в виде раствора, заключается в сложности регулирования количества щелочного компонента и реологических свойств бетонной смеси, а также регулировании сроков схватывания, что связано с высокой активностью раствора щелочного компонента, который блокирует работу добавок и приводит к незначительному удлинению на 10-15% сроков начала схватывания. Учитывая вышесказанное, решено было использовать введение щелочных компонентов в состав цемента в виде солей, это позволило не только решить указанные проблемы, но и значительно повысить технологические и эксплуатационные показатели бетонов [3, 4]. Развитие данного направления в последние годы позволило предложить составы и основы технологии готовых щелочных цементов и бетонов нового поколения, затворение, которых осуществляется водой, а щелочной компонент входит в состав дисперсного продукта в виде сухой соли при измельчении (помоле) цемента, шлака [5, 6].

В качестве дисперсной составляющей для щелочного цемента использовали доменный гранулированный шлак с содержанием стеклофазы 69%, который отвечает Европейским нормам на цементы (EN 197-1:2000) и характеризуется коэффициентом качества $K=1,48$ (ГОСТ 3476-74), модулем основности $M_o=0,91$, и модулем активности $M_a=0,3$ с удельной поверхностью $S_{уд.}=4,5\pm 1 \text{ м}^2/\text{г}$. В качестве щелочного компонента использовали натрий углекислый (Na_2CO_3) по ГОСТ 5100-85.

Технология производства щелочного цемента заключалась в совместном помоле всех исходных материалов представленных в табл. 1 в шаровой мельнице до получения вяжущего с удельной поверхностью $S_{уд.}=4,5\pm 1 \text{ м}^2/\text{г}$. С целью интенсификации вяжущего и стойкости к агрегации частиц (слеживаемости) при длительном хранении при помоле в состав вяжущего вводили гидрофобизирующую жидкость (ГКЖ-94) по ГОСТ 10834-76, которая относится к добавкам полигидросилоксановой группы. Введение гидрофобизирующей жидкости позволило улучшить качество и долговечность материалов за счет придания бетону водоотталкивающих свойств, а также снизить водопоглощение бетона, при этом одновременно повысить морозостойкость и сопротивляемость бетона коррозии.

В качестве заполнителей для производства тротуарной плитки использовали полифракционный песок по ГОСТ 8736-93 и гранитный щебень фракций 5-10 мм по ГОСТ 8267-93, для стенового камня керамзитовый гравий фр. 2,5-5 и 5-10 мм по ГОСТ 9757-90.

Физико-механические свойства вибропрессованных изделий на основе щелочных цементов определяли по ГОСТ 310.1 – ГОСТ 310.4, морозостойкость проводили по ускоренному методу замораживания и оттаивания, который заключался в замораживании и оттаивании образцов в 5% растворе NaCl, при температуре – 50°С, независимо от предполагаемых областей применения (стеновой камень, тротуарная плитка). Истираемость вибропрессованных изделий для тротуарной плитки определяли по ГОСТ 13087-81. Основные составы бетонных смесей, полученных с применением в качестве цементирующей матрицы щелочного цемента, представлены в табл. 1.

Физико-механические характеристики и составы бетонных смесей Таблица 1

Состав бетона на 1 м ³ , кг								Характеристика бетона				
состав цемента			цемент М400, М500	заполнитель		В/Ц	средняя плотность бетона в сухом состоянии, кг/м ³	водопоглощение,	прочность, МПа после			
шлак + ГКЖ	Na ₂ CO ₃	пластификатор		песок кварцевый	щебень, гравий, 5-10 мм				ТВО	ТВО + 28 сут.	ТВО + 60 сут.	
Бетон тяжелый для плит тротуарных												
1	432	20,0	2,7	452	994	862	0,29	2390	2,5	34,1	57,2	60,5
Бетон тяжелый для стенового камня												
2	231	10,8	1,4	242	1128	865	0,41	2230	3,0	16,4	24,2	28,5
3	189	8,9	1,2	198	1070	912	0,62	2195	3,6	10,6	17,9	20,3
Бетон облегченный для стенового камня на керамзите												
4	344	16,2	1,9	360	1100	300	0,36	1780	5,8	18,4	25,4	30,1
5	272	12,8	1,7	285	900	380	0,41	1486	6,2	15,9	19,0	23,2
6	306	14,4	1,9	320	390	320	0,51	1200	8,5	14,0	16,5	18,1

Из данных представленных в табл. 1, видно, что в условиях вибропрессования использование щелочного цемента марки М400, позволяет получать бетонный камень марки М500 с высокой плотностью и прочностью, в то время как при использовании традиционного портландцемента, затворенного водой, это возможно только с применением марки последнего М500. Снижение содержания количества щелочного цемента в составе тяжелого бетона с 450 до

200-240 кг/м³ позволяет получать изделия с марочной прочностью камня в пределах М150 и М250 соответственно, что может быть использовано при производстве стенового камня. Замена тяжелого заполнителя в составе бетона на керамзитовый гравий позволяет получать камни марок М100 – М250 при расходе щелочного цемента М400 в пределах 280-360 кг/м³ соответственно.

Исследования кинетики набора прочности тяжелыми бетонами после тепловлажностной обработки (ТВО) и 28 суток твердения показали, что на 60 сутки твердения, прочностные характеристики увеличиваются на 5-30%, достигая значения до 60,5 МПа. Результаты, представленные в табл. 1, показывают, что использование щелочного цемента позволяет получать камни с низким водопоглощением. Оценку долговечности полученных бетонов осуществляли по данным полученным в результате проведения испытаний на морозостойкость и истираемость. Испытания бетонов на морозостойкость показали, что тяжелый бетон состава №1 (табл. 1) после 20 циклов по ускоренному методу, что соответствует 200 циклам базовых испытаний бетонов с маркой по морозостойкости F200. При этом потеря массы составила 0,75%, а потеря прочности 12,5%, что свидетельствует о высокой морозостойкости такого бетона и соответствует требованиям для плит бетонных тротуарных согласно ГОСТ 17608-91. Результаты испытаний показали, что бетон может использоваться для дорожного строительства, в частности для устройства тротуаров в виде плиток представленных на рис. 1. Потеря прочности и массы бетоном составов №2 и №3 свидетельствуют о марке бетона по морозостойкости F200 и F150 соответственно, которые можно использовать для производства стенового камня. Испытания бетона составов №4-№6 показывают, что бетоны имеют марку по морозостойкости F150 и согласно ГОСТ 6133-99 могут применяться также для производства стенового камня (Рис. 2).



Рис. 1 Плитка тротуарная с рисунком, размером 40×300×300 мм



Рис. 2 Производство стенового камня, размером 100×400×600 мм

Условия проведенных испытаний, а именно солевая среда при замораживании и оттаивании образцов, также свидетельствует о высокой способности рассмотренных материалов противодействовать коррозионным средам.

Одной из важных характеристик бетонов для устройства тротуаров и дорог является стойкость к истиранию. Поэтому образцы состава №1, были испытаны на истираемость. Полученные результаты показали высокую стойкость бетона к абразивному воздействию и согласно ГОСТ 17608-91 потеря составила 0,22 г/см², при допустимой 0,5 г/см² для дорожных и тротуарных плит.

Таким образом, подводя итог вышеизложенному, необходимо отметить, что замена традиционного портландцемента на щелочной, используемый при производстве изделий методом вибропрессования, позволяет решить одновременно несколько задач:

- повысить физико-механические характеристики, а соответственно качество выпускаемой продукции и долговечность;
- снизить себестоимость выпускаемых изделий за счет использования промышленных отходов, имеющих отрицательную стоимость, либо стоимость в 1,5-3 раза ниже, чем у исходного сырья;
- улучшить экологическую ситуацию и решить ряд вопросов по охране окружающей среды за счет уменьшения количества образующихся отходов используемых в дальнейшем при производстве строительных материалов.

Литература

Alkaline cements and concretes // Proceedings of First International Conference held at the Scientific-Research Institute on Binders and Materials named after V.D. Glukhovsky, Kiev, Ukraine on 11-14 October 1994. V-1 and V-2, 1128 p.

Щлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях / под ред. В.Д. Глуховского. – Киев: Висшая школа, 1981. – 224 с.

В.Д. Глуховский Грунтосилікатні вироби і конструкції. Київ, Будівельник, 1967, 153 с.

Alkaline cements and concretes // Proceedings of First International Conference held at the Scientific-Research Institute on Binders and Materials named after V.D. Glukhovsky, Kiev, Ukraine on 11-14 October 1994. V-1 and V -2, 1128 p.

Щелочные цементы: Терминология, классификация, область применения // Строительные материалы и конструкции. - 1995. - № 1. - С. 23-24.

Дейнеко Д.Е. Щелочные базальтсодержащие цементы и бетоны на их основе // Дисс. к.т.н. - 2006. - Киев

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛЬНОЙ П-ОБРАЗНОЙ РАМЫ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ И ОТКЛОНЕНИИ СТОЕК ОТ ВЕРТИКАЛИ

Евдокимцев О. В., Скокова Т. В., Антонов М. В., Якушев А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС, Тамбов, ТГТУ, кафедра «Конструкции зданий и сооружений»)

Are considered the results of researches of the steel frame's of variable cross-section on the compressed basis taking into account imperfections. Are received the dependences of the intense-deformed condition of a steel frame on the form and parameters of the defects.

Совершенствование методов расчета строительных конструкций на основе расчетных схем в наибольшей степени отражающих их действительную работу невозможно без глубоких экспериментальных исследований.

Обследование эксплуатируемых конструкций стальных каркасов одноэтажных зданий [1] показало заметное несоответствие расчетных и фактических значений параметров напряженно-деформированного состояния элементов. Вследствие этого изучение совместной работы зданий и сооружений с основаниями представляет интерес для совершенствования методов расчета оснований и повышения качества проектирования надземных конструкций. Исследование работы стальных рам совместно с основанием при влиянии податливости основания и наличие дефектов в виде отклонения стоек от вертикали является актуальной проблемой, имеющей теоретический и практический интерес, но в то же время представляющей весьма сложную и трудоемкую задачу.

С целью изучения данного вопроса проведена серия экспериментов с моделью стальной П-образной рамы при симметричном вертикальном нагружении ригеля и различной величиной отклонения одной из стоек от вертикали ($\Delta_1 = 0, \Delta_1 = 20, \Delta_1 = -20$), $\lambda = \frac{h}{a} = 0; 0.5; 1$, рис. 1 а). Модель стальной рамы со схемой расположения тензорезисторов и индикаторов часового типа (ИЧ-10) показана на рис. 1 б).

а)

б)

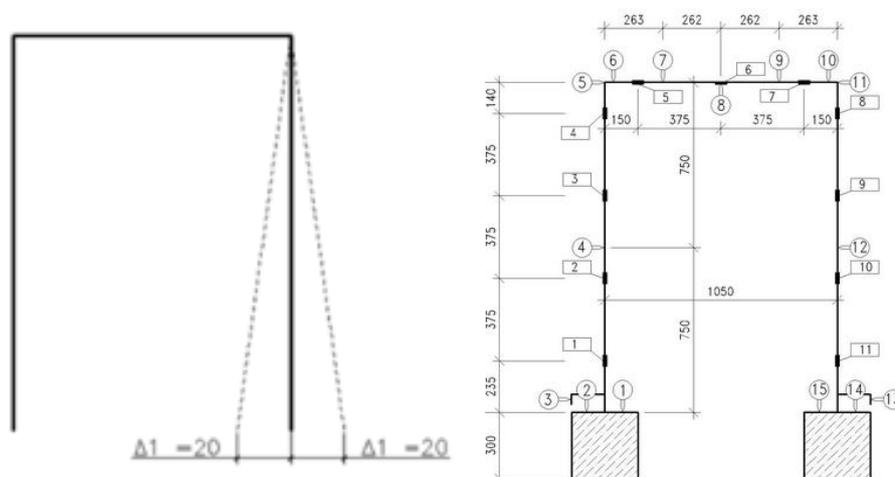


Рис. 1 Схема модели рамы: с различной величиной отклонения правой стойки (а); с расположением индикаторов (ИЧ-10) и сечений в которых установлены

проволочные тензорезисторы (б)

Экспериментальная установка и методика проведения экспериментов показаны в [2].

Сечения рамы составные коробчатые из равнополочных стальных уголков 50x5мм. Соединение колонн с ригелем - шарнирное, с фундаментами - жесткое. Основанием фундаментов рамы являлся маловлажный мелкий песок, уплотненный до плотности 1,65 г/м³.

Прогибы колонн, ригеля, осадка и боковое перемещение фундаментов измеряли индикаторами часового типа, расположенными в характерных точках конструкции (рис. 1б). Фибровые деформации определяли с помощью петлевых проволочных тензорезисторов.

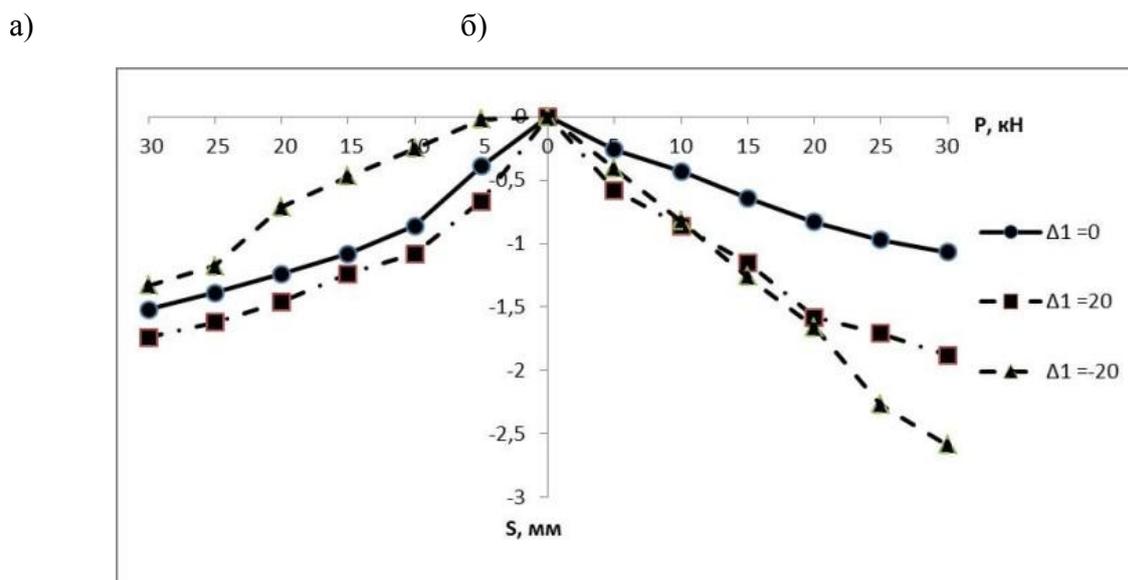


Рис. 2 Зависимости осадки левого (а) и правого (б) фундаментов от нагрузки

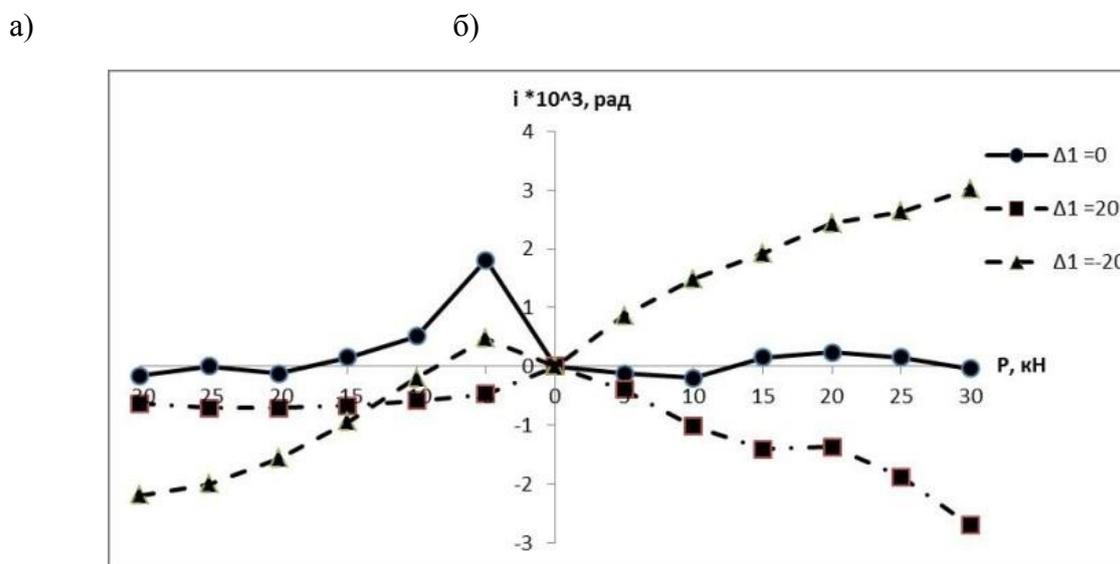


Рис. 3 Зависимости крена левого (а) и правого (б) фундаментов от нагрузки

При симметричном нагружении рамы отмечали следующее: колонны выгибаются наружу, горизонтальные перемещения и крен фундаментов направлены во внешнюю сторону, возможен крен рамы в уровне ригеля в разные стороны из-за случайных факторов. По высоте колонны эпюра моментов разнозначна, что говорит о защемлении фундамента в грунте.

Перемещения фундаментов в зависимости от нагрузки на ригель и величины отклонения правой стойки рамы показаны на рис. 2 и 3. При отклонении стоек (отклонение создавали путем смещения фундаментов от проектного положения) от вертикали схема деформирования рамы не изменяется. Крен фундаментов (рис. 3) происходит при положительном отклонении колонны от вертикали наружу, при отрицательном внутрь (положительным отклонением является отклонение правой колонны направо, а левой – налево, а отрицательным наоборот). Осадка фундамента с отклоненной от вертикали колонной в опытах с $\Delta_1 = \pm 20 \text{ мм}$ до 2-х раз больше осадки фундамента без отклонения колонны, крены фундаментов увеличиваются до 5 раз и изменяют направление перемещения. Отклонение стойки приводит к интенсивному изменению деформативности системы «основания-рама».

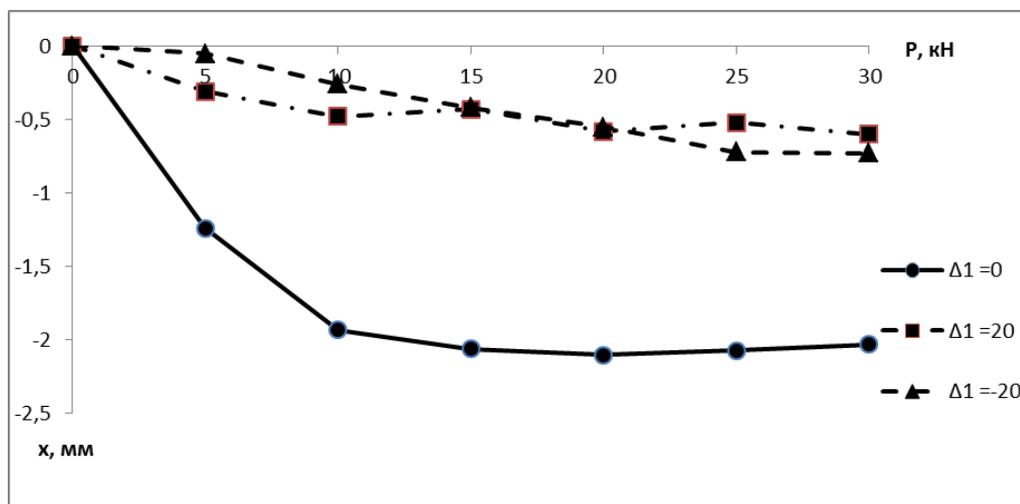


Рис. 4 Зависимости перемещения рамы в сечении 4 от нагрузки

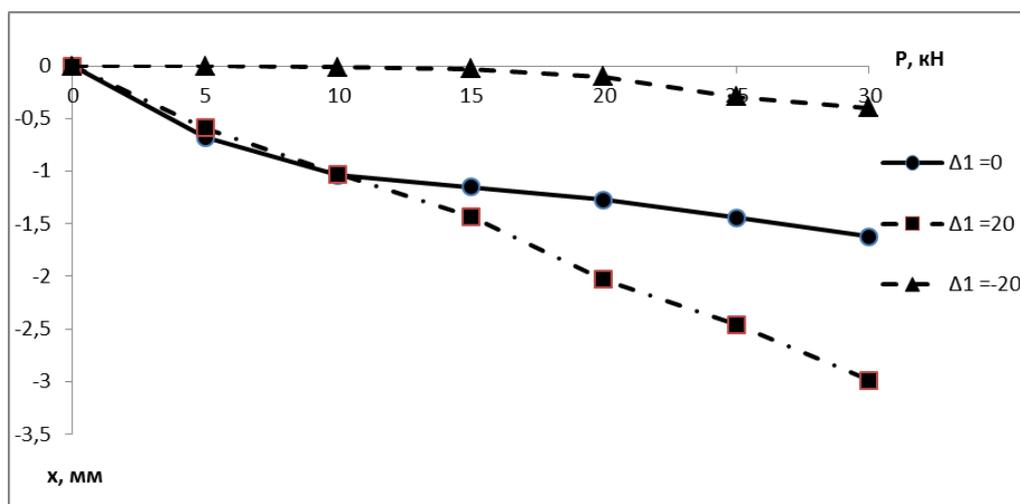


Рис. 5 Зависимости перемещения рамы в сечении 12 от нагрузки

На рис. 4, 5 показаны перемещения срединных сечений левой и правой стоек рамы в опытах с отклонением колонны от вертикали и без него. При отклонении правой стойки во внутрь возрастает ее изгиб (рис. 5) с уменьшением деформаций в левой (рис. 4).

Моменты в сечениях вычислялись по средним значениям фибровых деформаций, определенных по показаниям шести тензорезисторов, установленных в характерных местах рамы. На рис. 6, 7 показаны зависимости моментов в опорных сечений левой и правой стоек рамы в опытах с отклонением колонны от вертикали и без него от величины нагрузки. Отмечено значительное падение напряжений (до 200 %) в уровне базы стоек (рис. 6, 7).

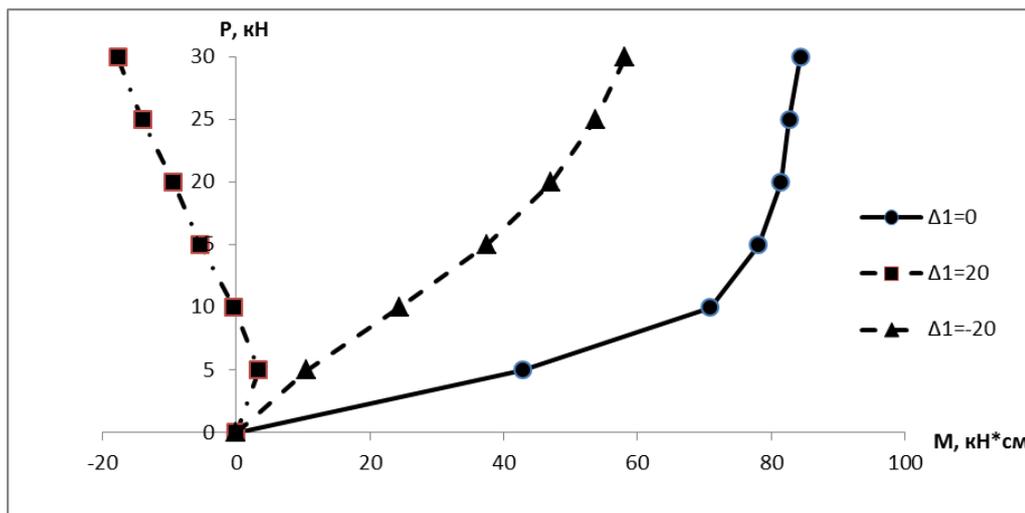


Рис. 6 Зависимости изгибающих моментов в сечении 1 от нагрузки

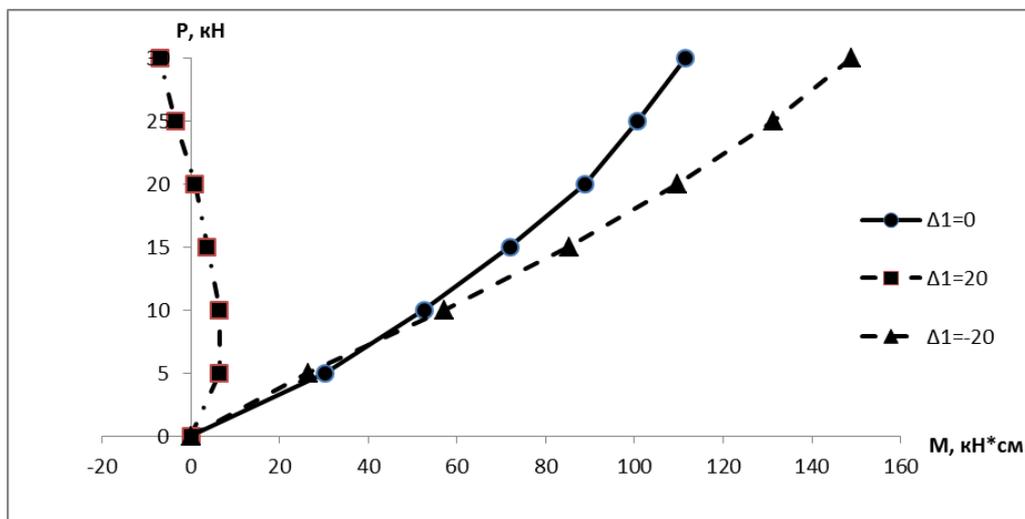


Рис. 7 Зависимости изгибающих моментов в сечении 11 от нагрузки

При анализе полученных данных сделаны следующие выводы:

1. При определении напряженно деформированного состояния рам необходимо учитывать податливость основания и наличие дефектов и повреждений. Получены зависимости параметров НДС стоек и плоского перемещения фундаментов от величины нагружения ригеля, вида и величины отклонения стоек.

2. Рамы работают по расчетной схеме с частичным защемлением фундамента в грунте. Вследствие неравномерности осадок и поворота соседних фундаментов происходит перераспределение внутренних усилий в раме, что влияет на ее напряженно-деформированное состояние и изменение расчетной схемы.

3. Сжимаемость основания, отклонение стоек от проектного положения в большей степени влияет на напряженно деформированного состояние стоек, чем ригеля. С приближением сечений элементов к фундаментам оно возрастает

Литература

Валь, В. Н. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции [Текст] / В. Н. Валь, Е. В. Горохов, Б. Ю. Уваров. - М.: Стройиздат, 1987. - 217 с.

Варечкин С.А., Евдокимцев О.В., Леденев В.В. Напряженно-деформированное состояние П-образной стальной рамы [Текст] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. Т.10.№1Б. С.220-227

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ «ТАУНИТ» НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

Корчагина О. А., В. Сузюмов А. В. (г. Тамбов, ТГТУ, кафедра КЗиС)

The object of this study is the carbon nanostructured material nanotube "Taunit", produced at an industrial plant (ООО "Nanotehtsentr" Tambov) in Tambov State Technical University. We investigated the influence of nanotube "Taunit" on the physical and mechanical properties of cement-sand mixtures and concretes. It is proved that the additive in an amount of 0.0005% cwt increases the physical and mechanical properties of concrete.

В Тамбовском государственном техническом университете ведется активная работа по получению наномодифицированного бетона с использованием углеродного наномодификатора (УНМ) «Таунит», полученного на промышленной установке (ООО «Нанотехцентр» г. Тамбов) группой ученых под руководством д.т.н., проф. Мищенко С.В. и д.т.н. проф. Ткачева А.Г.

Объектом исследования является разработка комплексной наномодифицированной добавки строительного назначения и предложение рекомендаций по технологии получения наномодифицированного бетона. В качестве наномодификатора предложен углеродный наноструктурированный материал «Таунит», полученный в ТГТУ.

Углеродные нанотрубки (УНТ), обладающие высокими механическими характеристиками, рассматриваются как эффективное средство повышения прочностных свойств композитных материалов. Они имеют свободные химические связи; поэтому - могут обеспечивать лучшее сцепление бетонной смеси и заполнителя и, как следствие, повышать прочность материала. Так же нановолокна и нанотрубки могут являться центрами направленной кристаллизации.

Однако для реализации этой возможности необходимо добиваться хорошего сопряжения между поверхностью УНТ и матрицей. Это обеспечивает эффективную передачу нагрузки от материала нанотрубке и, в конечном счете, приводит к повышению прочностных характеристик композита. В противном случае нанотрубки могут ухудшить прочностные свойства композита.

Вследствие малого размера частиц УНМ, при комнатной температуре и атмосферном давлении он начинает самоорганизовываться в микроскопические гранулы. Процесс образования гранул обусловлен наличием сил связи Ван-дер-Ваальса, которые действуют между отдельными углеродными нановолокнами (нанотрубками). Это свойство УНМ оказывает негативное влияние на характеристики бетона.

Особая структура наночастиц в сочетании с большой удельной поверхностью определяет их свойства, проявляющиеся в высокой сорбционной способности, способности к сильным поляризационным взаимодействиям на гетерогенных границах контактных зон, способности образовывать фрактальные объемные сетки в композитах, что приводит к снижению размерности пространства.

Таким образом, в случае наноструктурного модифицирования происходит ориентационное взаимодействие молекул воды с углеродными наночастицами, переводящее систему в активированное состояние. В водной среде с фуллероидным материалом возникает новая структура, зависящая от межмолекулярного взаимодействия, в значительной мере искажающего собственную структуру чистой воды, при этом пространственная водородная сетка не разрушается и ее устойчивость не нарушается. Углеродные наномодификаторы выступают как стабилизаторы процессов самоорганизации водной системы. Развитие данного процесса приводит к

возникновению вторичной наноструктуры – фрактальной сетки, которая располагается во всем объеме воды.

Результатом воздействия углеродной композиции является подкисление полученных суспензий, которое благоприятным образом сказывается на процессах гидратации и формирования структуры цементного камня. В этом случае возможна реакция нейтрализации между наиболее растворимой формой гидроксида кальция и активными ионами гидроксония с образованием воды, которая в дальнейшем связывается с менее растворимыми продуктами гидратации портландцемента.

Структура цементного камня, модифицированная углеродными наночастицами, претерпевает заметные изменения. Установлено снижение капиллярного водопоглощения цементного камня, изготовленного на наноструктурированной воде затворения. В силу структурных изменений цементного камня увеличивается доля пор с размером до 1000 \AA , при этом часть пор переходит в условно замкнутое состояние. Это характеризует увеличение объема условно замкнутых пор, недоступных проникновению воды, и объясняется образованием более плотной упаковки гидратных новообразований с равномерно распределенными в структуре цементного камня порами. Наибольшее снижение водопоглощения наблюдается в случае использования модифицированной воды затворения с концентрацией наномодификатора примерно 0,00005%Ц. В этом же интервале концентраций наномодификатора в воде затворения наблюдается увеличение предела прочности при изгибе и сжатии цементного камня.

Зависимость прочностных характеристик цементного камня от содержания наномодификатора в воде затворения не носит линейного характера при повышении концентрации наномодификатора. При этом определена однозначная тенденция повышения прочностных характеристик при введении в цементный камень наномодификатора, составляющая в среднем при изгибе 15%, при сжатии – 25%. Как было показано выше, наибольший существенный эффект модификации цементного камня углеродным наноматериалом наблюдается при концентрации последнего в воде затворения в довольно узком интервале. Полученные данные об изменении прочностных характеристик хорошо коррелируются с изменениями, происходящими при формировании поровой системы наномодифицированного цементного камня.

Цель проведенных исследований заключалась в разработке и исследовании метода, направленного на регулирование структуры и свойств цементных систем путем модифицирования воды затворения углеродными наночастицами.

На основании проведенного анализа, выбран способ получения наномодифицированных бетонов путем приготовления водных суспензий наномодификатора «Таунит» и введением его в предварительно перемешанные сухие компоненты смеси.

При определении свойств воды затворения, портландцемента, крупного и мелкого заполнителей, цементного теста и камня, бетонных смесей и бетонов были применены стандартные методы испытаний, соответствующие требованиям нормативной документации РФ. Обработка экспериментальных данных проводилась методами статистического анализа.

Испытания проводились на портландцементе различных марок и изготовителей: ПЦ 500-Д0 (ОАО «Осколцемент»), ПЦ 500-Д0-Н (ОАО «Осколцемент», ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Мордовцемент»), ПЦ 400-Д0 (ЗАО «Белгородский цемент»).

Для сравнения результатов испытаний поддерживали постоянное водоцементное отношение. Углеродный наноматериал «Таунит» вводили в различных концентрациях: 0,00001%Ц; 0,00005%Ц; 0,0005%Ц; 0,00025%Ц; 0,0001%Ц; 0,005%Ц; 0,001%Ц; 0,005%Ц; 0,01%Ц.

Для определения сроков схватывания наномодифицированного цемента, проводили испытания с различной концентрацией УНТ при фиксированном водоцементном отношении равном 0,3, 0,35; 0,4.

При проведении испытаний водный раствор добавки УНТ «Таунит» смешивался с дополнительным количеством воды. Полученным раствором затворяли цемент.

В результате проведенных испытаний, сроки схватывания (начало и конец схватывания) наступали значительно раньше, чем в эталонных составах. Это свидетельствует о том, что углеродные частицы наноматериала «Таунит» вступают во взаимодействие с частицами портландцементного клинкера. При проведении эксперимента удалось выявить оптимальную концентрацию «Таунита», при которой получились наилучшие результаты. Оптимальная концентрация УНМ «Таунит» составила приблизительно 0,0005%Ц.

На диаграмме 1 и 2 приведены сроки начала и конца схватывания смесей с различной концентрацией добавок нановолокон "Таунит".

Диаграмма 1.

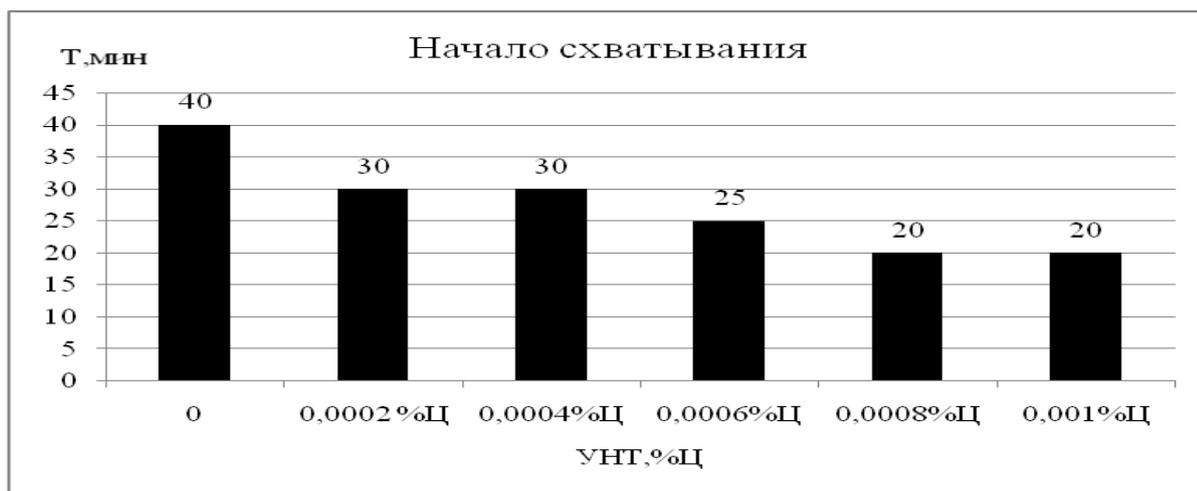
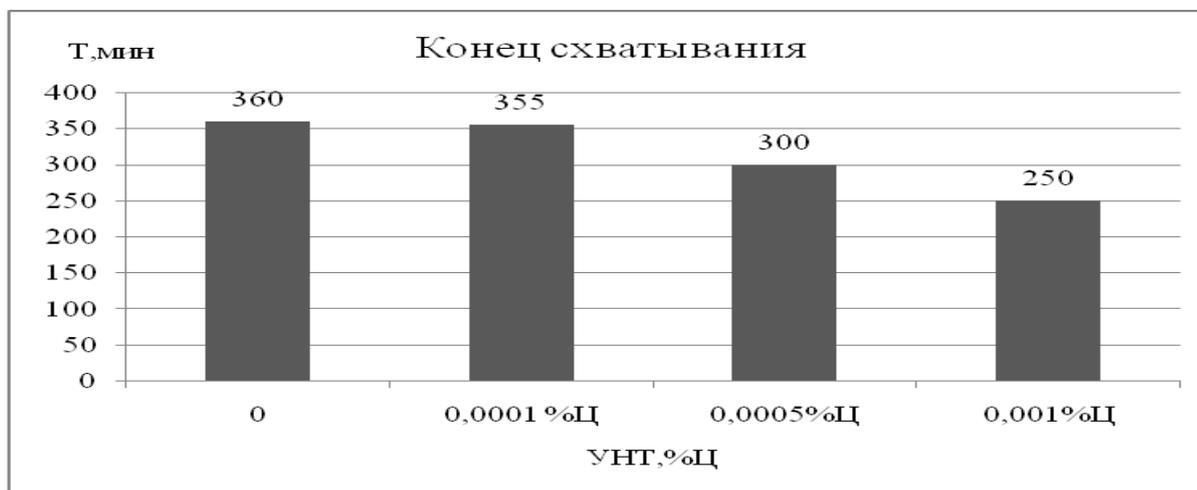


Диаграмма 2.



Согласно результатам проведенных испытаний, можно отметить, что при использовании добавки нановолокон «Таунит», время начала и конца схватывания цементного теста уменьшается в большей или меньшей степени в зависимости от концентрации наноматериала.

Изменение сроков схватывания цементного теста, изготовленного на наномодифицированной воде, связано с изменением скорости образования $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в жидкой фазе. За счет интенсивной протонизации зерен цемента происходит переход избыточного количества ионов Ca^{2+} в гидратный раствор, адсорбированные на поверхности углеродных наночастиц гидроксильные группы OH^- более длительное время не связываются в $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Процесс насыщения и пересыщения жидкой фазы протекает медленнее, скорость возникновения центров кристаллизации в пересыщенном растворе снижается. Также центры кристаллизации образу-

ются вблизи поверхности углеродных наночастиц в результате взаимодействия ионов Ca^{2+} с гидроксильными группами OH^- сольватных оболочек. Развитии ионного обмена $\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow 2\text{H}^+$ приводит к высвобождению новых молекул воды, что способствует увеличению пластификации цементного теста. Повышению подвижности цементного теста способствует и высвобождаемая иммобилизованная вода при пептизации агрегатов из флокула цемента.

Углеродные нанотрубки (УНТ), обладающие высокими механическими характеристиками, рассматриваются как эффективное средство повышения прочностных свойств композитных материалов. Они имеют свободные химические связи; поэтому - могут обеспечивать лучшее сцепление бетонной смеси и заполнителя и, как следствие, повышать прочность материала. Так же нановолокна и нанотрубки могут играть роль армирующего материала из-за их высокой прочности и большого модуля упругости, а так же являться центрами направленной кристаллизации.

В результате проведенных исследований сделаны выводы, что с введением сверхмалых количеств углеродных наночастиц возможно регулирование подвижности цементного теста, объема условно замкнутых пор, прочности и других характеристик цементного камня.

При изготовлении образцов цементно-песчаных смесей различных составов с аналогичными концентрациями УНМ «Таунит» было установлено, что образцы наномодифицированного цементного бетона с содержанием наномодификатора значительно быстрее набирают прочность, чем образцы без добавок.

Полученные результаты показывают, что крупность песка не оказывает заметного влияния на характеристики цементно-песчаного бетона. Это свидетельствует о том, что углеродный наномодификатор упрочняет структуру цементного камня, следовательно для приготовления наномодифицированных бетонов появляется возможность использования мелких песков, при этом не увеличивая расхода цемента и тем самым упрочняя полученный бетон.

Получены образцы наномодифицированного бетона с повышенной прочностью бетона на сжатие на 20 % , повышением сроков схватывания в 2 раза, морозостойкости до 250 циклов.

Установлено оптимальное процентное содержание наномодификатора, которое обеспечивает увеличение прочностных характеристик мелкозернистого бет она (на сжатие-20-25%, на изгиб - 15-20%) и составляет 0,005-0,0005% от массы цемента.

Разработаны рекомендации по приготовлению и использованию наномодифицированной добавки в строительстве, а также дана оценка перспектив ее промышленного применения.

Таким образом, разработка принципов получения нанокомпозитов – одна из многообещающих областей материаловедения.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы: наноуглеродные трубки «Таунит», вводимые в бетонную смесь, являются центрами кристаллизации новообразований цементного камня и формируют структуру цементного камня на наноуровне. Это приводит к образованию упрочненной армированной нанотрубками видоизмененной структуры цементного камня.

В результате работы получен наномодифицированный бетон, обладающий повышенными показателями прочности, плотности, более низкими значениями водопоглощения, повышенной морозостойкостью, а так же способностью набирать проектную прочность быстрее контрольных образцов. Выработаны рекомендации по приготовлению наномодифицированного бетона.

Литература

Мищенко, С.В., Ткачев, А. Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение, – 2008. 318 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОФЛИСТА В КОМПЛЕКСЕ SCAD

Котов А. А., Кременчук Э. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС)

Object of the research is behavior under the loading of trapezoidal metal sheet, which is used as load-carrying structure in designing coating of buildings and structures. The work purpose - selection of the optimum form of section of the rod element modeling trapezoidal sheet in the construction design. Sampling was made in the finite element calculating complex SCAD by matching basic construction and model's deformability on a bend from the sheet's plane, on a shear in the plane and torsion. Thin-shelled rod with I-shape section hinged to the underlying construction with no possibility to rotate free in coating plane, turned out to be the most equivalent to the basic construction.

Вопрос о способе моделирования профилированных настилов в качестве несущих конструкций покрытий возник из практики проектирования реальных сооружений. Речь идет о конечноэлементных моделях таких конструкций, создаваемых для проверки пространственной жесткости и устойчивости всего сооружения в целом. Для этих целей моделировать профлист конечными элементами во всех подробностях его реального сечения совершенно невозможно и нецелесообразно, поэтому требуется какая-то сравнительно простая модель.

Для разработки оптимальной модели был выбран один конкретный достаточно широко используемый в качестве несущей конструкции профиль Н75-750-0,8. Номинальная форма такого профиля показана на рис.1.

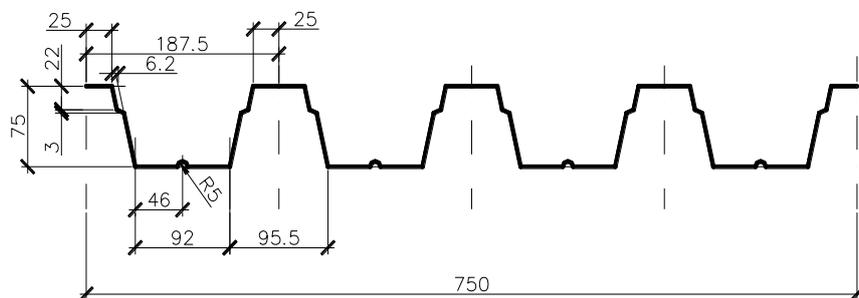


Рис.1. Профлист Н75-750-0,8. Номинальная форма сечения.

Это стандартное сечение весьма сложно для моделирования конечными элементами. Поэтому необходимо было создать упрощенное сечение профиля, сохранив при этом основные геометрические характеристики: высоту и ширину профиля и площадь сечения. В качестве упрощения были упразднены полки на наклонных стенках и рифы на широких гофрах. Подгонка характеристик упрощенного оригинала под нормативные была выполнена в программе «Тонус», одном из сателлитов комплекса SCAD, путем целенаправленной вариации ширины и толщины полок и толщины стенок. В процессе подбора ширину полок оказалось целесообразным сохранить, а изменению по сравнению с номиналом подверглись толщины широких полок и стенок: они были увеличены до 0,85мм. Упрощенное сечение показано на рис.2.

Подробная пластинчатая конструкция профлиста была рассчитана средствами SCAD на плоский изгиб в вертикальной плоскости, сдвиг в горизонтальной плоскости и свободное кручение относительно продольной оси. Моделируемый оригинал формировался из прямоуголь-

ных оболочечных конечных элементов. При испытании вертикальной поверхностной нагрузкой профлист закрепляли точно в каждом гофре по торцам листа, допуская с одного торца продольные перемещения. Были запрещены также горизонтальные перемещения поперек профиля. Вертикальная нагрузка прикладывалась по горизонтальным поверхностям полок из того расчета, чтобы толщина бетона на нижней полке составляла 150мм. Сравнение моделей осуществлялось по максимальным прогибам и коэффициентам использования конструкции по прочности и по устойчивости.

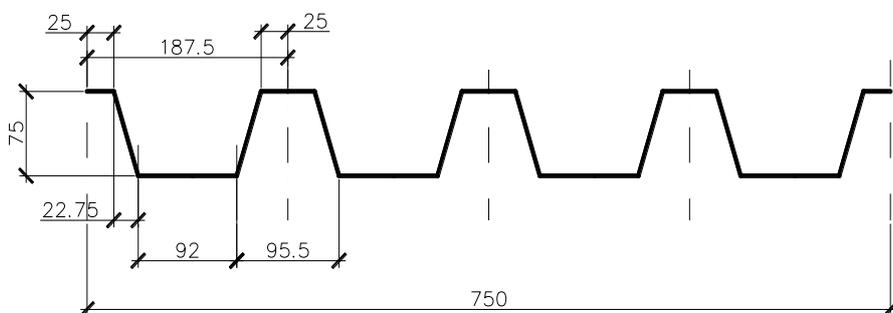


Рис.2. Профлист Н75-750-0,8. Расчетная форма сечения

При расчете на сдвиг профлист закреплялся точно по торцам в каждом гофре по нижним полкам. На одном торце в каждой точке закрепления были установлены по три линейные связи, а на другом – только по одной вертикальной. Сдвиговое воздействие осуществлялось как дислокационное, в виде равномерных по нижним полкам свободного торца горизонтальных перемещений, а сравнение моделей осуществлялось по величине реактивного усилия сдвига, устойчивости и прочности по отношению к одинаковому дислокационному воздействию. Величину модельного сдвига подбирали из условия прочности натуральной пластинчатой модели; она составила 1,5мм.

Свободное кручение создавалось путем поворота вокруг продольной оси одного торца относительно другого. Закрепление профлиста при этом было точечным по торцам в каждом гофре по нижним полкам; на одном торце в каждой точке были установлены все три линейные связи, на другом – только вертикальные и горизонтальные поперечные. Поворот создавался перемещениями вертикальных связей на одном из торцов, линейно распределенными по ширине торца, с нулевым перемещением посередине торца. Величину поворота подбирали из условий устойчивости и прочности профлиста в данной его модели. После нескольких проб был принят угол поворота 1° . Сравнение моделей осуществлялось по величине крутящего момента и по коэффициентам использования по устойчивости и по прочности по отношению к одинаковому дислокационному воздействию.

Стержневые модели в комплексе SCAD рассматривались как пространственный стержень. При плоском изгибе стержень закреплялся по концам с одной стороны четырьмя связями (три осевыми и одной угловой относительно продольной оси), с другой – двумя (горизонтальной поперечной и вертикальной). Модельная погонная нагрузка, эквивалентная поверхностной нагрузке на пластинчатой модели, составила 0,240 Т/м. При сдвиге связи на торцах устанавливали таким образом, чтобы были невозможны повороты торцов в горизонтальной плоскости, т. е. относительно вертикальной оси: пять связей (кроме U_y) на левом торце и три связи (Y, Z, U_z) на правом. В качестве дислокационного воздействия задавали, как и в моделируемой подробной пластинчатой конструкции, горизонтальный сдвиг правого торца величиной 1,5мм. Свободное кручение стержневой модели создавалось путем поворота вокруг продольной оси одного торца относительно другого на 1° , т.е. на 0,0175 рад.

Сечения стержневых моделей формировались следующим образом. Высоту профиля как расстояние между горизонтальными осями нижней и верхней полок приняли равным номи-

нальной высоте реального профлиста: 75мм. Толщины полок в двутавровом сечении были приняты как в пластинчатой расчетной конструкции: 0,8мм верхней и 0,85мм нижней. Толщину вертикальной стенки двутавра получили как суммарную толщину наклонных стенок пластинчатой модели, поделенную на косинус угла между наклонной стенкой и вертикалью. Ширину нижней и ширину верхней полок двутаврового сечения получили как суммарную ширину соответствующих полок пластинчатой расчетной конструкции. Расчетный вид двутаврового и остальных сечений представлен на рис.4.

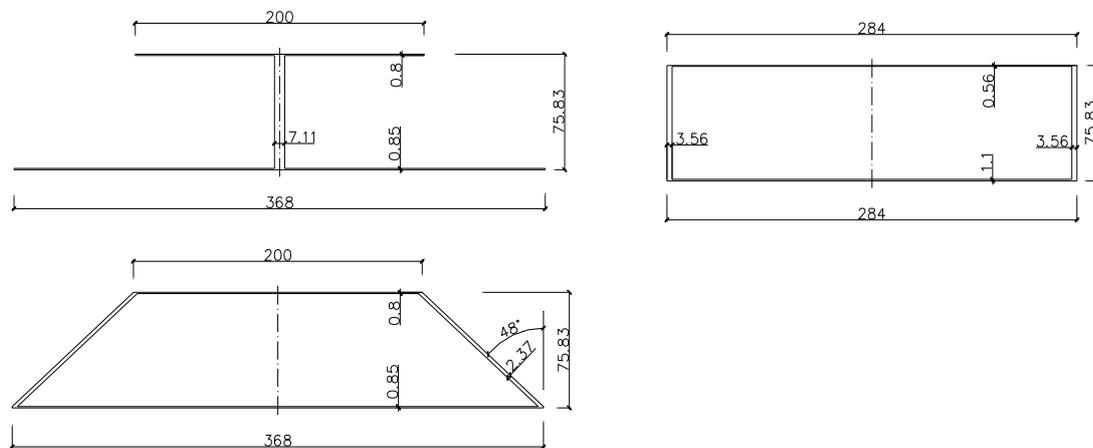


Рис.4. Расчетные сечения стержневых моделей профлиста

Трапецевидную стержневую модель профлиста получали из двутавровой, сохраняя сечения верхней и нижней полок, а стенку разделяя на две равные части так, чтобы из одной вертикальной получились бы две наклонные. Прямоугольное коробчатое сечение стержневой модели формировалось также из двутаврового сечения. Ширину нижней и ширину верхней полок приняли как среднее арифметическое между ширинами полок в двутавре. Толщины полок получили из соображений эквивалентности площадей полок в двутавре и в прямоугольном сечении.

Результаты сравнения моделей с расчетным оригиналом при различных воздействиях на них представлены в табл.1. По этим результатам можно сделать следующие выводы.

1. Величина нагрузки на модели при вертикальном воздействии (поперечном изгибе) ограничена коэффициентом использования сечения натуральной модели по устойчивости, равным 0,91. При этом стержневые модели под аналогичной, эквивалентной нагрузкой абсолютно устойчивы. Двутавровая, трапецевидная и прямоугольная тонкостенные стержневые модели по отношению к вертикальному изгибающему воздействию практически эквивалентны.
2. Подробная пластинчатая модель профлиста имеет очень маленькую несущую способность по прочности на горизонтальное сдвиговое воздействие: всего около 30кГ. Стержневые модели профлиста с заземлением торцов в горизонтальной плоскости по отношению к сдвигу в плоскости покрытия являются на порядок более жесткими, чем реальный профлист. Поэтому широко распространенное мнение, что моделирование профлиста стержнями создает недостаточную сдвиговую жесткость покрытия, совершенно не оправдано. Перекрытие из реального профлиста из-за малой сдвиговой жесткости нельзя рассматривать как жесткий горизонтальный диск.
3. Трапецевидная и прямоугольная тонкостенные стержневые модели имеют существенно большую жесткость на сдвиг, чем стержневая двутавровая. Объясняется это тем, что стенок не одна, а две, и они разнесены от центра по краям. Поэтому наиболее близкой к оригиналу по сдвиговой жесткости является двутавровая стержневая модель.

4. Натуральный профилированный настил на кручение практически не работает, т.к. теряет устойчивость при крутящем моменте порядка 1кГм на один лист. Поэтому сравнивать стержневые модели с натуральной пластинчатой по кручению почти бессмысленно. Здесь это сравнение сделано преимущественно из академического интереса. Наиболее близкой к оригиналу по крутильной жесткости оказалась двутавровая стержневая модель профлиста.

Таблица 1. Результаты сравнения оригинала и моделей при различных воздействиях

Воздействие и сравниваемые показатели		Модель			
		Натуральная	Двутавровая	Трапецевидная	Прямоугольная
Вертикальное (изгиб)	Погонная нагрузка, Т/м.	0,24	0,24	0,24	0,24
	Максимальный прогиб, мм.	2,81	2,81	2,78	2,77
	Коэфф. использования по прочности	0,25	0,26	0,26	0,26
	Коэфф. использования по устойчивости	0,91	<<0,26	<<0,26	<<0,26
Горизонтальное (сдвиг)	Горизонтальное смещение по торцу, мм.	1,50	1,50	1,50	1,50
	Реактивное усилие сдвига, кГ.	29	192	714	651
	Относит. сдвиговая жесткость, кГ/мм	19	128	476	434
	Максимальный изгибающий момент, кГм	58	192	714	651
	Коэфф. использования по прочности	0,94	0,37	0,37	0,29
	Коэфф. использования по устойчивости	<0,5	<<0,5	<<0,5	<<0,5
Свободное	Угол поворота свободного торца, град.	1,00	1,00	1,00	1,00
	Коэфф. использования по устойчивости	0,86	<<0,5	<<0,5	<<0,5
	Крутящий момент, кГм	0,576	0,597	0,074	0,160
	Коэфф. использования по прочности	1,90	-	-	-

5. Стержневые модели профлиста по отношению к деформациям в плоскости перекрытия должны быть защемлены. То есть если стержень в расчетной схеме рассматривается как однопролетный, то на его опорных торцах должен быть разрешен поворот относительно горизонтальной оси и запрещен поворот относительно вертикальной оси.

6. Моделируя профлист стержневой моделью, нельзя загружать последнюю более, чем на 25% несущей способности по изгибающему моменту, поскольку при большей нагрузке моделируемый оригинал теряет устойчивость.

7. Наиболее близкой к расчетному оригиналу в целом является двутавровая стержневая модель.

Литература

ГОСТ 24045-94 «Профили стальные листовые гнутые с трапецевидными гофрами для строительства». – М.: МНТКС, 1995. 187 с.

Давыдов Е.Ю. Использование стальных профилированных листов в криволинейных растянутых поверхностях. – «Промышленное и гражданское строительство», 2010, № 10, с.33-35.

Карпиловский, В.С. и др. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD / В.С.Карпиловский, Э.З.Криксунов, А.А.Маляренко, М.А.Микитаренко, А.В.Перельмутер, М.А.Перельмутер. - М: Издательство СКАД СОФТ, 2007. – 591 с.

Перельмутер, А.В., Сливкер, В.И. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа / А.В.Перельмутер, В.И.Сливкер. - М: Издательство ДМК, 2007. – 596 с.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ И БЕТОНОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Крашенинников О. Н., Белогурова Т. П. (г.Апатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН, лаборатория бетонов)

Data on mineral-raw materials of the Murmansk region are given to obtain hard aggregates and concretes on their basis. The balance volumes of natural deposits are: building and facing stone, sand-gravel material and building sand. Also shown are the possibilities of using mining wastes to obtain hard aggregates.

Мурманская область является индустриально развитым регионом в евро-арктической зоне России, где создан мощный горнопромышленный комплекс и осуществляется разработка уникальных месторождений апатито-нефелинового и вермикулитслюдяного, железорудного, медно-никелевого и редкометалльного сырья, разведаны многие месторождения строительного, облицовочного и цветного камня, песчано-гравийных материалов и строительных песков. Реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», федеральной целевой программы дорожного строительства, программ по развитию отдельных регионов страны, включая Мурманскую область, невозможны без решения проблем дальнейшего освоения местных сырьевых ресурсов, в том числе для получения плотных заполнителей в виде щебня и песка и бетонов на их основе.

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Мурманской области до 2025 г. (постановление Правительства от 26.08.2010 г. №383-ПП) в регионе в ближайшей перспективе планируется осуществление крупных стратегических инвестиционных проектов, связанных с комплексным развитием Мурманского транспортного узла, освоением Штокмановского газоконденсатного месторождения, строительством 4 новых горнообогатительных комбинатов. Предусматривается также строительство предприятий по выпуску керамического кирпича, цемента, панелей для малоэтажного и высотного домостроения, осуществление программы обеспечения доступным, комфортным и современным жильем жителей Кольского региона, строительство и реконструкция автомобильных дорог.

В Мурманской области сосредоточены крупные залежи каменного сырья, пригодного для получения щебня и песка и обеспечения ими в полной мере потребностей строительной отрасли региона на перспективу. По состоянию на 1.01.2011 г. общие запасы по разведанным месторождениям природных каменных материалов согласно отчетным балансам запасов строительного и облицовочного камня, песчано-гравийных смесей и строительных песков составляют 324.3 млн м³ по кат. А+В+С₁ и 295.5 млн м³ по кат. С₂. Основные данные по отдельным категориям сырья приведены в табл. 1.

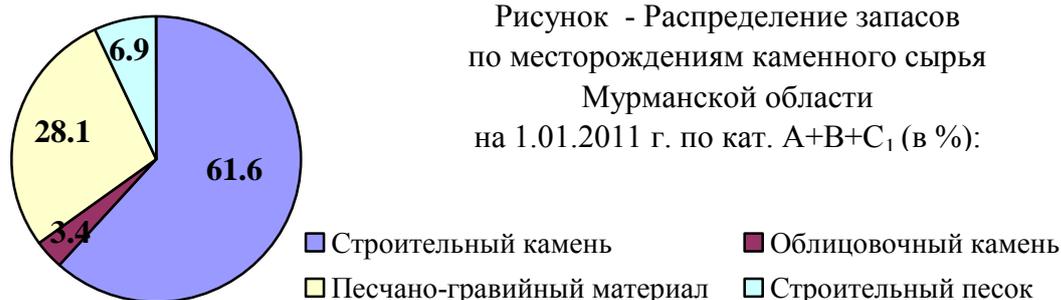
Таблица 1 – Балансовые запасы по месторождениям каменного сырья Мурманской области

Вид сырья	Количество разведанных месторождений	Балансовые запасы, тыс. м ³	
		кат. А+В+С ₁	кат. С ₂
Строительный камень	32 (18*)	199854.1	273694.4

Облицовочный камень	19 (15*)	11134.8	8921.7
Песчано-гравийный материал	64 (49*)	91097.0	9959.8
Строительный песок	20 (10*)	22230.4	2952.6
Итого:	135 (92*)	324316.3	295528.5

* Разрабатываемые месторождения

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что Мурманская область располагает значительной сырьевой базой каменного сырья (135 разведанных месторождений), в том числе за счет разрабатываемых месторождений строительного (18) и облицовочного (15) камня, песчано-гравийного материала (49) и строительного песка (10). В Государственном резерве находятся соответственно 13 и 4, 15 и 10 месторождений. Распределение запасов по основным категориям каменного сырья приведено на рисунке. Из него видно, что на долю месторождений строительного камня Мурманской области приходится большая часть разведанных запасов: 61.6% по кат. А+В+С₁; по кат. С₂ она составляет 92.6%.



В табл. 2 приведены данные о запасах по наиболее крупным (с балансовыми запасами более 1 млн м³) и разрабатываемым в настоящее время месторождениям строительного камня и песчано-гравийных материалов для получения щебня и гравия.

Таблица 2 – Запасы по основным разрабатываемым месторождениям каменного сырья Мурманской области для получения щебня и гравия

Месторождение (разрабатывающее предприятие)	Полезное ископаемое	Балансовые запасы на 1.01.2011 г., тыс. м ³			
		А	В	С ₁	А+В+С ₁
1	2	3	4	5	6
Месторождения строительного камня					
Палоярви (ОАО «Печенгастрой»)	Гранит, гнейс, мигматит	734.4		1166.0	1900.4

Комсомольское (ОАО «Олкон»)	Гнейс		33289.0	59466.0	92755.0
Магнетиты (ОАО «Карьер 2000»)	Гнейс	1045.0	2124.7	1791.3	4961.0
Габбро-Монче (ОАО «Карьер 2000»)	Метагаббро	384.0	3228.0	3197.0	6809.0
Домашнее (ОАО «Карьер 2000»)	Плагиогранит			1987.9	1987.9
Чигарпакенч (ООО «Мурманскдорстрой»)	Гранит, гнейс	1559.4	3490.0	14317.0	19366.4
Прихибинское (ООО «Гранит М»)	Метагаббро- диабаз	569.0	2666.0	2021.0	5256.0
Нива II (ООО «Нива»)	Гнейс, мигматит	214.0	581.0	702.0	1497.0
Каменный карьер (ООО «Гранит»)	Габбро, гнейсо- гранит, гранит			4891.3	4891.3
Сопчеозерское* (ООО «Северная хро- мовая компания»)	Скальные по- роды вскрыши (дунит, габбро)			2529.0	2529.0

1	2	3	4	5	6
Месторождения песчано-гравийного материала					
8 км (ООО «Завод Стройматериалы»)	Песчано- гравийные смеси		1063.0	672.0	1735.0
Соловарака-1 (ОАО «Комбинат Стройконст- рукция»)		1407.0	2854.0	17562.8	21823.8
Большая Лавна: (ООО «Большая Лавна»)			1193.0	1550.7	2743.7
Кукисвумчорр					

(ОАО «Апатит»)			574.7	572.1	1146.8
Большое Савино (ООО «Северпромстрой»)				4635.4	4635.4
Оз. Тетюшкино (Кандалакшское ГОУ ДРСЦ)		296.4	123.3	1011.0	1430.7
Западная Териберка (ООО «Сандин»)			796.0	538.0	1334.0
Нурмийоки (ОАО «Дорожно-строительное управление №3»)				1053.8	1053.8

* Подготавливаемое к освоению месторождение

В настоящее время в Мурманской области объем выпуска щебня не превышает 4 млн м³; к 2015 году планируется увеличить эти объемы до 7.9 млн м³. Как видно из вышеприведенных данных, только разведанных запасов по месторождениям каменных материалов достаточно для обеспечения внутренней перспективной потребности на многие десятки лет; кроме того, Мурманская область может быть донором для ряда регионов России, где ощущается дефицит щебня.

Следует отметить, что каменное сырье Мурманской области отличается большим разнообразием горных пород (всех основных генетических типов: магматических, метаморфических и осадочных), позволяющих получать щебень различного качества, в том числе высшей категории (из метагаббродиабазов Прихилибинского месторождения, метагаббро Габбро-Мончи, гранитов Палоярви и Чигарпакенча) [1]. На основе заполнителей из этих пород возможно получение высокопрочных тяжелых бетонов [2].

Крупномасштабным сырьевым источником для получения щебня, что особо актуально для обеспечения потребностей материалоемкого дорожного строительства, могут служить вскрышные скальные породы действующих горноперерабатывающих предприятий региона (Оленегорского и Ковдорского ГОКов, ОАО «Апатит») [2-4] или подготавливаемых к освоению месторождений: Сопчеозерского хромовых руд [5], платиноидов Вурчуйвенча [6] и др. Необходимо подчеркнуть, что Оленегорский ГОК достиг сравнительно высоких показателей утилизации вскрышных пород (17% от общего объема добываемой вскрыши оленегорских железорудных месторождений), осуществив выпуск 2 млн м³ щебня в год.

Большими потенциальными возможностями располагает Мурманская область для получения декоративных заполнителей из природного каменного сырья, включая мелкоблочное и отходы камнедобычи и камнеобработки. Балансом запасов цветного камня по области учитывается 4 месторождения: Плоскогорское амзонитов, Ламмас, Пахта и Вильгис яшм. Среди 19 разведанных и учтенных балансом запасов месторождений облицовочного камня: гранитов и гранито-гнейсов – 7, габбро и габбро-норитов – 6, диоритов и гранодиоритов – 2, пироксени-тов – 1, хибинитов – 1, фойяитов – 1, красноцветных песчаников – 1. В значительных объемах накоплены побочные продукты производства керамических пегматитов месторождения Куру-ваара, обладающие высокими декоративными качествами.

Как показали результаты выполненных в лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН исследований, при использовании кольского каменного сырья возможно получение декоративных заполнителей практически всей цветовой гаммы, и на их основе декоративных бетонов высшей категории качества [7]. Представляется целесообразным организовать в Мурманской области производство декоративных заполнителей из местных видов каменного сырья, обеспечивая высококачественными отделочными материалами центральные города России и осуществляя экспортные поставки.

Литература

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Современное состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы Мурманской области для получения щебня и песка (справочно-информационный материал). Апатиты: КНЦ РАН, 2008. 26 с.

Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова / В.Н.Макаров, О.Н.Крашенинников, Б.И.Гуревич и др. Апатиты: КНЦ РАН, 2003. 430 с.

Белогурова Т.П., Крашенинников О.Н. Утилизация вскрышных пород хибинских апатитонегелиновых месторождений в строительстве //Строительные материалы. 2004. №7. С.32-35.

Использование вскрышных пород месторождений Кольского полуострова для получения щебня /О.Н.Крашенинников, Т.П.Белогурова, В.В.Лашук, А.А.Пак //Инновационный потенциал Кольской науки. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. С.219-224.

Возможность использования вскрышных пород и отходов обогащения хромовых руд Сопчеозерского месторождения для получения строительного щебня и песка / О.Н.Крашенинников, А.А.Пак, Р.Н.Сухорукова и др. Апатиты, 2002. 34 с. Деп. в ВИНТИ 12.07.02, №1322-В202.

Оценка вскрышных пород месторождения платиноидов «Вуручуайвенч» в качестве сырья для производства щебня /В.В.Лашук, В.Н.Иванченко, Д.В.Жиров, Т.Т.Усачева //Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов / Сыктывкар: Геопринт, 2007. С.112-114.

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Декоративные заполнители из природного каменного сырья Кольского полуострова и бетоны на их основе //Строительные материалы. 2004. №10, прил. №3. С.15-16.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Михеева Е. В. (г. Владивосток, Дальневосточный Федеральный Университет, Кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации)

In this article the problem of construction of highways from the point of view of quality management is considered. The author describes features of control and ensuring quality which directly influence construction of qualitative and durable roads in Russia.

Строительство автомобильных дорог является приоритетным направлением развития любого региона страны, способствующим созданию нового уровня инфраструктуры и экономического развития.

Как отрасль материального производства, строительство автомобильных дорог имеет ряд особенностей, отличающих его от других отраслей. Такая специфика объясняется характером конечной продукции при строительстве автомобильных дорог, специфическими условиями труда персонала, применяемой технологией, организацией производства и т.д.

Для обеспечения соответствия состояния автомобильных дорог стандартам и нормативным требованиям в дорожно-строительной отрасли реализуется комплексный подход к обеспечению качества. Особенность этого подхода по обеспечению и контролю качества, отличающая его от промышленных производств, где контроль качества производится только службой контроля качества самого производителя, заключается в том, что он осуществляется представителями нескольких организаций:

- организация, осуществляющая строительство (производственный контроль)
- заказчик (застройщик) объекта строительства (технический надзор заказчика)
- организация-проектировщик, разработавшая проект строительства объекта (авторский надзор за строительством)
- орган государственного надзора за строительством (государственный контроль).

Структура и состав производственного контроля при дорожном строительстве отражены на рисунке 1.



Рис. 1 Состав производственного контроля дорожного строительства

Степень участия организаций в этапах контроля дорожного строительства приведена в таблице 1.

Таблица 1

Степень участия организаций в строительном контроле

Виды контроля	Объекты контроля	Кто контролирует/степень участия			
		Подрядчик	Заказчик	Организация-проектировщик	Органы местного самоуправления и государственного контроля (надзора)
Входной контроль	Сырье и материалы	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>		
	Строительные конструкции	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>		
Операционный контроль	Земляное полотно	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Искусственные сооружения	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Основания дорожной одежды	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

	Устройство дорожных покрытий	□	○	○	
Приемочный контроль	Этапы строительства	□	○		◇
	Завершенные объекты строительства	□	○		◇
	Скрытые работы	□	○	◇	◇
Оценка соответствия законченного строительством объекта	Законченный строительством объект	◇	□	◇	◇

где:

□ – ответственный исполнитель

○ – имеет право осуществлять дополнительный контроль

◇ – принимает участие.

Отсутствие у заказчика полной уверенности в правильности осуществления работ подрядчиком порождает необходимость осуществления технического надзора за всеми этапами строительства со стороны застройщика параллельно контролю подрядчика.

В отечественной практике дорожного строительства используется система организации дорожных работ, при которой в процессе реализации проекта наряду с «Заказчиком» и «Подрядчиком» участвует третья сторона «Консультант» - организация, осуществляющая инженерное сопровождение проекта строительства (реконструкции) объекта.[5]

Основная задача инженерного сопровождения заключается в систематическом контроле выполнения комплекса подготовительных и строительно-монтажных работ в полном объеме, в установленные сроки, с надлежащим качеством в соответствии с утвержденной проектно-сметной документацией, а также с соблюдением мер по технике безопасности, охране труда и выполнения в процессе работ природоохранных и экологических мероприятий.

Консультант может быть приглашен как со стороны заказчика, так и подрядчика.

Консультант, приглашенный заказчиком, осуществляет независимый контроль работы дорожно-строительной организации и предоставляет застройщику отчетность.

Отличительной особенностью обеспечения качества дорожного строительства является возможность внесения изменений в проект в ходе строительства. В случае возникновения в процессе строительства ситуаций, свидетельствующих о том, что существующие проектные решения в последующем не обеспечат требуемого уровня качества, подрядчик разрабатывает и согласовывает с заказчиком и проектировщиком изменения в проект, которые обеспечат должный уровень качества законченного строительством объекта.

Особенности обеспечения качества при строительстве автомобильных дорог в России показаны на рисунке 2.

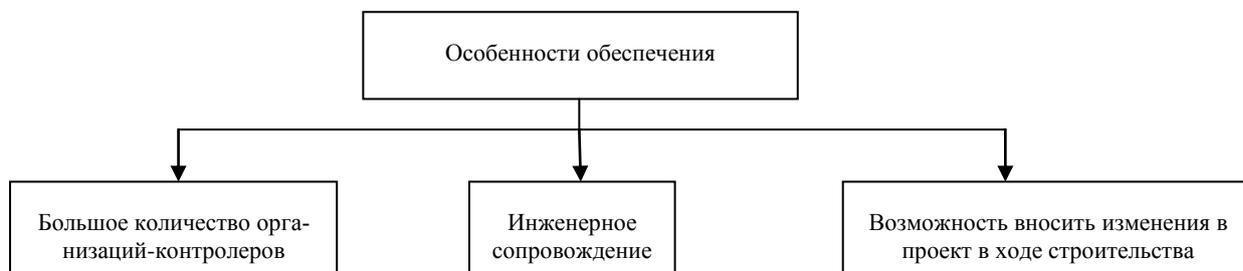


Рис. 2 Особенности обеспечения качества в дорожном строительстве

При столь сложной схеме контроля и обеспечения качества в дорожном строительстве, контроль базируется на нескольких документах: СНиП 3.06.03-85, СНиП 2.05.02-85, СНиП 12-01-2004 и ВСН 19-89, которые описывают требования и нормы по организации строительства и контролю, но не содержат рекомендаций по рациональной организации контроля и обеспечения качества. ДСО сами разрабатывают документы, подробно описывающие порядок организации контроля всех этапов строительства.

Таким образом, особенностью контроля и обеспечения качества дорожного строительства является многоуровневый разносторонний контроль различными организациями на соответствие требованиям нормативных документов и проекта организации строительства.

Однако, как показывает практика строительства автомобильных дорог в нашей стране, наличие столь сложной организации контроля не обеспечивает требуемого уровня качества автомобильных дорог, что свидетельствует о необходимости пересмотра сложившегося подхода к контролю и обеспечению качества в дорожном строительстве.

Литература

ВЕИЦМАН М.И., Бочин В.А. Строительство автомобильных дорог: Справочник инженера - дорожника.- 3-е изд., перераб. и доп. - М.:Транспорт, 1980. - 512 с , ил., табл.

ВСН 19-89 Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1990. - 40 с.

СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

4. СНиП 12-01-2004. Организация строительства. - Изд. офиц.; Введ. 01.01.2005. М.: Федеральн. Агентство по стр-ву и жил.-коммун. хоз-ву, 2004. - 25 с.

Технологическое обеспечение качества строительства автомобильных дорог: Методич. рекомендации / В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин, Г.Б. Старков.- Изд. 2-е с доп. и изм. - Омск: ОАО «Омск, дом печати», 2004. - 256 с.

УПРАВЛЕНИЕ качеством: Учебник для вузов // Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, В.С. Мхитарян и др.; Под ред. Д. Ильенковой. -М.:ЮНИТИ, 1998.-199 с.

ЭКОНОМИКА дорожного строительства: Учебник для автодорожных вузов / Антонова А.М., Бим-Бад М.И., Гарманов Е.Н. и др.Нод ред. Л.А.Бронштейна . 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1979.317 с., ил., табл.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Пак А. А. (г. Анапиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук, лаборатория бетонов)

Abstract. The state of the art in the problem of power saving and housing heat insulation in the Russian Federation has been analyzed. The analysis substantiates the advisability of employing wall articles based on cellular concrete and polystyrene foam. Data on physico-mechanical and heat-engineering features of the new laminated material are attached.

Российская Федерация, являющаяся крупнейшим государством мира, занимает 17 075 400 км² или 11,46 % (1/9) площади всей суши Земли (на втором месте Канада – 9 976 000 км²). Территория РФ в основном расположена севернее 50° с.ш. в восточной части Европы и северной части Азии. Средние температуры января, по разным регионам, колеблются от +6 до -50°С. Вечная мерзлота (районы Сибири и Дальнего Востока) занимает 65% территории России. Размещение в основном в арктических и субарктических климатических поясах предопределяет и достаточно суровые условия проживания. Природа наделила нашу страну богатейшими и разнообразнейшими минеральными и энергетическими ресурсами. Однако, как это часто бывает, изобилие не способствует бережливости. Российская Федерация относится к числу основных производителей и поставщиков топливно-энергетических продуктов в мире, однако сама их расходует крайне неэкономно. Еще в 70-х годах прошлого века, по данным космической разведки, ведущей фотографирование земной поверхности в инфракрасных лучах, было известно, что в России до 70% тепловой энергии из каждого отапливаемого здания и до 40% тепловой энергии из трубопроводов уходит в атмосферу. Все города б. Советского Союза буквально «светились» в инфракрасных лучах днем и ночью, зимой и летом. Мы до сих пор расточительны, как никто в мире. Наши дома, теплотрассы, промышленные предприятия в прямом смысле обогревают атмосферу. Если в США теплотери в расчете на 1 м² жилья составляют в среднем 30 Гкал, а в Германии – от 40 до 60, то в России – около 600 Гкал! [1]. Все это приводило к излишнему расходу тепловой энергии на отопление зданий. При высоком в целом уровне энергопотребления у нас в стране на отопление расходуется около 34 % производимой тепловой энергии, тогда как в западных странах эта доля составляет не более 20-22 %. Чрезмерные потери тепловой энергии при транспортировке по трубопроводам до потребителя (до 16 % отпускаемой тепловой энергии, что в 1,5-2 раза выше, чем в передовых европейских странах), снижение температуры в жилых помещениях до 10-12°С, массовый износ теплопроизводящего и транспортирующего оборудования, неспособность населения полностью оплачивать завышенные расходы по теплоснабжению жилища привели в некоторых регионах к теплоэнергетическим кризисам и послужили основой для коренного изменения отношения к энергосбережению и теплоизоляции зданий [2].

До недавнего времени в России наиболее дешевыми считались многоквартирные здания в 5 – 9 этажей, а одно-, двухэтажные дома – наиболее дорогими, поскольку выполнялись из тех же тяжелых и энергоемких материалов (кирпича, железобетона). К началу 90-х годов XX века в России 2/3 жилья строилось из сборных железобетонных конструкций. Созданная база индустриального домостроения общей мощностью 50 млн м² в год в настоящее время используется менее чем на 20%. Опыт развитых стран показывает, что будущее за малоэтажной усадебной застройкой высокой плотности с максимальным соблюдением комфортности проживания и необходимым комплексом сервисного обслуживания.

С целью снижения тепловых потерь при отоплении зданий и сооружений, обеспечения необходимых санитарно-гигиенических и комфортных условий пребывания в помещениях, а также рационального использования невозобновляемых природных ресурсов в России с 01.01.2000 года значительно ужесточены требования к тепловой защите зданий. С 01.10.2003 года постановлением Госстроя России были приняты и введены в действие новые СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», согласно которым нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций увеличены в 3-3,5 раза по сравнению с действовавшими значениями до 01.01.2000 года. Новые требования распространяются как на вновь строящиеся дома, так и на уже построенные. В связи с этим толщина наружных стен из одинарного керамического кирпича по климатическим условиям Мурманской области (из расчетного сопротивления не менее $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) должна быть увеличена до 2,2 м, а из силикатного кирпича – до 2,5 м!, из легкого бетона плотностью $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ – до 1,2 м и даже из наиболее эффективного сегодня ячеистого бетона (плотностью $600 \div 700 \text{ кг}/\text{м}^3$) – до 0,8 м. Такие «крепостные» стены, естественно, абсолютно неприемлемы как с технической, так и экономической точек зрения. Поэтому на практике чаще всего применяют эффективные стеновые материалы и комбинированные конструкции наружных стен: несущая часть + эффективный утеплитель + декоративная защитная отделка.

Наружные стены гражданских зданий по числу основных конструктивных слоёв различаются на одно-, двух- и трёхслойные. Перспективным направлением совершенствования технологии и свойств ограждающих конструкций является применение трёхслойных панелей с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона и наружными слоями из конструкционного легкого бетона. Полистиролбетон, известный у нас в стране с 60-х годов прошлого века, представляет собой пенобетонную смесь с крупным заполнителем из вспененных полистирольных гранул. Преимущества полистиролбетона видны из сравнительных характеристик различных стеновых материалов (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика различных стеновых материалов

Материал	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Теплопроводность, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	Теплопотери, $\text{Вт}/\text{м}^2$	Толщина стены при $R_{\text{пр}} = 3,15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}^*$	Масса 1 м^2 стены, кг
Кирпич глиняный полнотелый	1700	0,81	54,0	2,55	4337,5
Кирпич глиняный (пустотность 20%)	1400	0,43	28,7	1,35	1896,3
Кирпич силикатный	1800	0,87	58,0	2,74	4932,9
Ячеистый бетон (автоклавный)	500	0,18	17,5	0,55	303,2
Керамзитобетон	850	0,38	26,7	1,18	1004,1
Дерево	500	0,15	33,3	0,47	236,2
ПОЛИСТИРОЛБЕТОН	500	0,13	13,3	0,30	135,0

* для Москвы и Московской области

В последние 10-15 лет все больше появляется информации о производстве и применении в строительстве бетонных и железобетонных изделий с использованием гранул вспененного

полистирола. Происходит это потому, что гранулы пенополистирола обладают рядом свойств, с которыми не могут сравниться другие заполнители легких бетонов. Так, их коэффициент теплопроводности при плотности от 15 до 85 кг/м³ составляет 0,029-0,044 Вт/(м·°С), гигроскопичность не превышает 0,4% по массе, а водопоглощение – 0,5-1% по массе.

В институте химии КНЦ РАН разработана технология композиционных многослойных стеновых и теплоизоляционных изделий из полистиролгазобетона, подтвержденная патентами РФ №2259272 и 2286249. В разработанных способах для формирования наружных несущих слоев вместо виброуплотняемых бетонов используется литая газобетонная смесь. Для создания теплоизоляционного слоя используется суспензионный бисерный полистирол - в не вспененном или частично вспененном состоянии. В основу технологии положен механизм увеличения объема газобетонной смеси и полистирола при их разогреве [3]. В результате химической реакции между алюминиевой пудрой и известью, содержащейся в бетонной смеси, выделяется газ - водород, который вспучивает бетонную смесь, увеличивая ее объем в 1,5-2 раза. Максимальное газообразование и вспучивание происходят при 35-45°С (в открытых формах в течение 40-60 мин). При более низких температурах эти процессы существенно замедляются. Гранулы полистирола увеличиваются в объеме в 30-50 раз и гораздо быстрее - в течение 3-5 мин, но уже при температурах 85-105°С.

Наиболее распространенный метод ускорения твердения бетона – пропаривание - осуществляется путем плавного подъема температуры паровоздушной среды в пропарочной камере до 85-95°С. Как видим, в режиме пропаривания бетонных изделий присутствуют интервалы температур, необходимые для вспучивания газобетонной смеси и вспенивания полистирола, и поэтому эти два процесса могут быть осуществлены в пропарочной камере: при достижении 35-45°С –вспучивание газобетонной смеси, при дальнейшем подъеме температуры до 80-95°С – вспенивание полистирола. Так как эти процессы увеличения объемов происходят в закрытой со всех сторон формовой оснастке, то контактирующие материалы прижимаются друг к другу (самопрессуются). Новизна технологии состоит в том, что в одном технологическом процессе – тепловлажностной обработке изделий в закрытых формах методом пропаривания осуществляются 4 операции: 1 - вспучивание газобетонной смеси; 2 - вспенивание полистирола; 3 - самопрессование конструктивных слоев; 4 - ускорение твердения газобетона. Благодаря оптимальному соотношению несущих и теплоизоляционных слоев, формированию многослойного изделия монолитного сечения с бесшовным соединением конструктивных элементов, достигается существенное повышение эксплуатационных свойств композиционного материала (табл.2).

Таблица 2 - Эксплуатационные свойства ячеистого бетона, полистиролбетона и полистиролгазобетона

Наименование свойств	Ячеистый бетон		Полистиролбетон		Полистиролгазобетон	
	400	500	400	500	400	500
Средняя плотность, кг/м ³	400	500	400	500	400	500
Прочность при сжатии, МПа	1,00	1,90	1,45	2,90	2,5	2,7
Прочность при изгибе, МПа	0,52	0,96	0,60	0,70	1,30	1,84
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,088	0,100	0,105	0,125	0,060	0,063
Марка по морозостойкости	F5	F25	F50-F75	F75-F100	F50	F75

Разработанная технология позволяет изготавливать эффективные стеновые и теплоизоляционные изделия в двухслойном и трёхслойном вариантах, которые по многим эксплуатационным показателям превосходят все известные материалы: марка по прочности - М10-75, плотность - 150-800 кг/м³, теплопроводность – 0.06-0.14 Вт/м·°С (что в 1,35-1,85 меньше по сравнению с нормативными показателями для ячеистого бетона), морозостойкость – 25-75 циклов.

Особо стоит вопрос о возможности применения полистирола в строительстве [4]. Введение новых требований по теплозащите зданий привело к широкому использованию различных теплоизоляционных материалов. И тут самую большую нишу – до 80% занял пенополистирол (ППС), как один из самых эффективных, дешевых и технологичных в получении и применении теплоизоляционных материалов. У нас в стране появилось множество предприятий, изготавливающих этот материал, и нередко – кустарным способом. Объем рынка ППС в сегменте теплоизоляционных материалов в России составляет 6-7 млрд руб (около 6,5 млн.м³) в год. Массовое применение ППС в строительстве вызвало повышенное внимание к нему как со стороны производителей, так и со стороны ученых. Многочисленной армии противников применения полистирола и материалов на его основе, подчеркивающих недолговечность полистирола, пожаробезопасность, выделение отравляющих веществ при горении и т.д. (окисляемость, появление плесени) противостоит не меньшая армия его сторонников, утверждающих, что при использовании качественного сырья, соблюдения технологии, требований пожарной безопасности, контроля производства – это абсолютно безопасный, долговечный материал. И наверное, очевидно, что противниками применения ППС являются в основном ученые, а сторонниками - производители, вложившие огромные средства и нежелающие терять такой колоссальный рынок, как строительные материалы. При этом, учитывая никем не отрицаемые высокие теплоизоляционные качества ППС, а также технологичность, дешевизну, всеми признается, что альтернативы ему в современном строительстве почти нет.

Объективно, ППС не бывает абсолютно негорючим. При соприкосновении с сильным пламенем он горит. При пожаре он опасен, так как разлагается и выделяет ядовитые газы. Эвакуация из дома в этом случае должна быть незамедлительной. Но это - при пожаре! В обычных условиях экологичность, гигиеничность и безопасность ППС у специалистов не вызывает сомнений (одноразовая посуда, упаковочный материал). При температурах до 85°С он не оказывает никакого влияния на атмосферу в доме, не создает питательную среду для бактерий и грибов. Относительно полистиролбетона с равномерно распределенными гранулами вспененного полистирола доказано, что, поскольку полистирольные гранулы находятся в цементной оболочке и не подвергаются ультрафиолетовому облучению, они гарантированы от старения и пожаробезопасны [5].

В разработанной нами двухслойной конструкции из полистиролгазобетона полистирольный слой закрыт от лучевого и высокотемпературного воздействия с внешней стороны защитным слоем бетона, а с внутренней стороны – одним-двумя слоями облицовочной сухой штукатурки, либо таким же двухслойным блоком, повернутым бетонным слоем наружу (т.е. трёхслойная ограждающая конструкция с наружным бетонным слоем и внутренним теплоизоляционным слоем из пенополистирола). В таком положении долговечность и пожаробезопасность двухслойных полистиролгазобетонных изделий будет обеспечена. А в трёхслойных блоках внутренний пенополистирольный слой защищен наружными газобетонными слоями. В то же время различия в деформативных свойствах бетона и полимера, а также концентрация внутренних напряжений при самопрессовании слоев в жесткозамкнутой форме могут привести со временем к отслоению подпрессованных друг к другу материалов. Возможны различные технологические решения для обеспечения надежного соединения конструктивных слоев: дисперсное армирование контактного слоя бетона короткими синтетическими волокнами, разработка конструкции стыковочного соединения слоев, применение

полимерных отделочных сеток, клеящих составов и др. В настоящее время проводятся экспериментальные исследования по обеспечению монолитного соединения конструктивных слоев, а также повышению пожаробезопасности многослойных полистиролгазобетонных изделий.

Литература

Баталин Б.С., Евсеев Л.Д. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения //Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений». Оpubл. 16.02.2010 г.

Бондаренко В.М., Ляхович Л.С., Хлевчук В.Р. и др. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий //Строительные материалы. 2001. №12. С. 2 - 8.

Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Пути совершенствования теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий //Жилищное строительство.2009. №8. С. 30 – 32.

Пак А.А. Пенополистирол – аргументы «за» и «против» его применения в строительстве // Север промышленный. 2011. №3 (38). С. 28-30.

Ожигбесов Ю.П., Хабибулин К.И., Калядин Ю.А. Предложения по улучшению теплозащитных характеристик стеновых конструкций //Бетон и железобетон. 1996. №1, С. 21-23.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КРУГЛЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ПОДГОТОВКОЙ

Худяков А. В. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра ПГС, *chudajkov@mail.ru*)

Куницын И. С. (г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра КЗиС, *ivan-189@mail.ru*)

Results of experimental researches on studying of movings and bearing ability of models of the round bases with intermediate preparation on the sandy basis are resulted. It is shown that the device under the bases of intermediate preparation, increases bearing ability of the basis.

Приводятся результаты экспериментальных исследований по изучению перемещений и несущей способности моделей круглых фундаментов с промежуточной подготовкой на песчаном основании. Показано, что устройство под фундаментами промежуточной подготовки, увеличивает несущую способность основания.

Количество арматуры в железобетонных фундаментах определяется по изгибающим моментам, возникающим от отпора грунта в характерных сечениях. Эти моменты пропорциональны контактному давлению на консольных участках фундаментной плиты. Следовательно, расход арматуры может быть сокращен за счёт уменьшения моментов. Сорочан Е.А. предложил применить фундаменты с промежуточной бетонной подготовкой под их центральной частью, что позволило уменьшить давление под консольными выступами плиты и увеличить его под средней частью.

Экспериментальных исследований по этому вопросу проводилось мало, поэтому с этой целью в лаборатории механики грунтов ТГТУ с моделями круглых фундаментов была проведена серия экспериментов. Исследования проводились в пространственной лотке, размером 200*170*130 (h) см. основанием моделей фундаментов служил послойно уплотнённый мало-влажный мелкозернистый песок. Ступенчатую вертикальную осевую нагрузку на штамп передавали рычагом с 10-кратным увеличением. Каждая ступень нагружения составляла приблизительно 0,1 от предварительно определённой разрушающей нагрузки. Вертикальные и горизонтальные перемещения измерялись индикаторами ИЧ-10. За условную стабилизацию перемещений принимали величину 0,1 мм/ч.

В качестве моделей использовались 2 круглых штампа $d=200$ мм. У одного из них (Ш2) под центральной частью имеется дополнительная ступень $d=100$ мм, выполняющая роль промежуточной подготовки (рис.1).

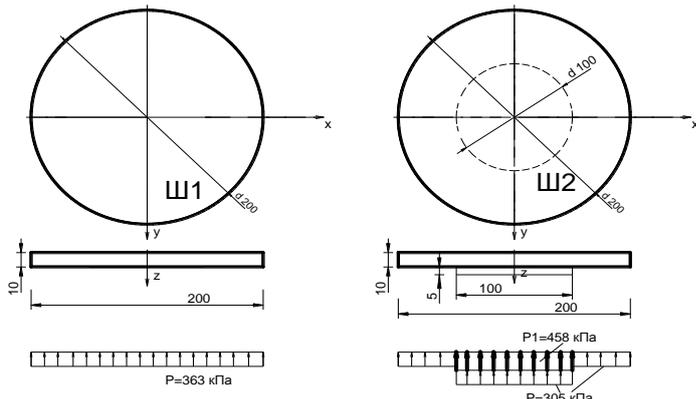


Рис. 1 Модели штампов и эпюры контактных давлений

При проведении эксперимента оба штампа устанавливались на выровненную поверхность. Нагрузка, действующая на Ш2, передавалась на основание через выступающую ступень, т. е. он работал как круглый фундамент с $d=100\text{мм}$. С возрастанием нагрузки и увеличением осадки свыше 5мм в работу вступала вся площадь подошвы модели.

Давление $p_1=F_s/A_1$ под выступающей частью определялось при нагрузке F_s , соответствующей осадке 5мм, под консольной частью $p_2 = (F_u - F_s)/A_2$, где A_1 – площадь выступающей части; A_2 – площадь всего штампа; F_u – предельная нагрузка.

Проведённые эксперименты показали преимущество фундаментов с промежуточной подготовкой по сравнению с традиционными. Несущая способность основания штампа Ш2 приблизительно на 15% выше штампа Ш1 при небольшой разнице в осадках (рис. 2), изгибающие моменты от опоры грунта по грани выступа меньше на 20%

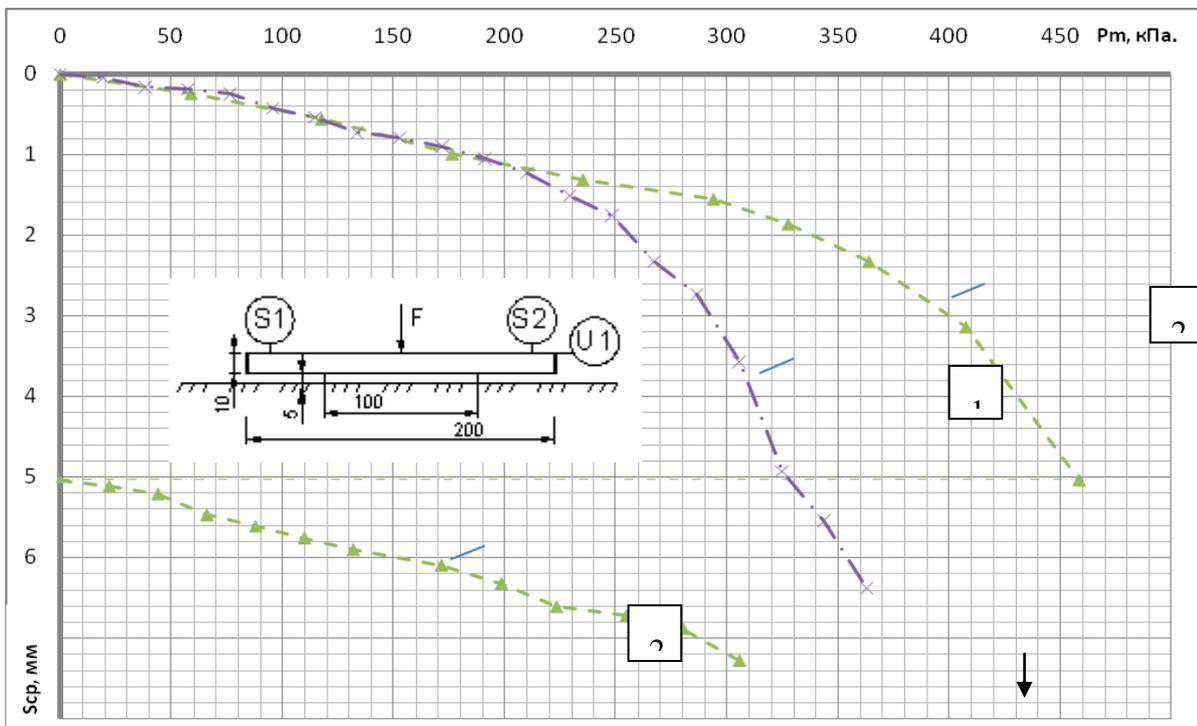


Рис. 2 Зависимость средней осадки от давления
1 - штамп без промежуточной подготовки (Ш1);

2 – штамп с промежуточной подготовкой (Ш2).

Литература:

Сорочан Е.А. Фундаменты промышленных зданий.- М.: Стойиздат, 1986. - 303 с.

СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений. /Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1995. – 40 с.

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТАРНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА

Герасимова О. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Three-dimensional finite element analyses of a heat transfer of objects. When an object is at a different temperature from another body or its surroundings, heat flows so that the body and the surroundings reach the same temperature, at which point they are in thermal equilibrium. Such spontaneous heat transfer always occurs from a region of high temperature to another region of lower temperature, as required by the second law of thermodynamics.

В данной работе рассматривается решение одномерной задачи распространения тепла в стержне методом конечных элементов (рисунок 1):

Условия:

1. Температура стержня изменяется только осевом направлении
2. Теплопроводность материала равна k
3. Коэффициент конвективного теплообмена равен h
4. Окружающая температура равна T_a
5. Интенсивность теплообразования в единице объема равна Q
6. Площадь поверхности теплообмена P

Излучательным теплообменом пренебрегаем.

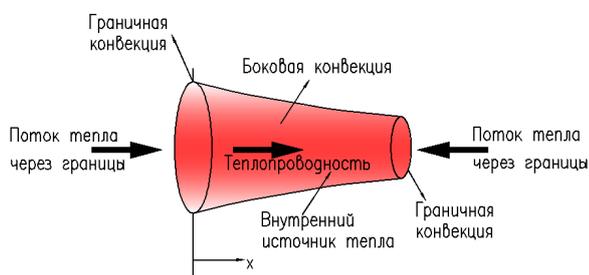


Рис. 1

Представим стержень в виде совокупности линейных элементов с двумя узлами (рисунок 2):

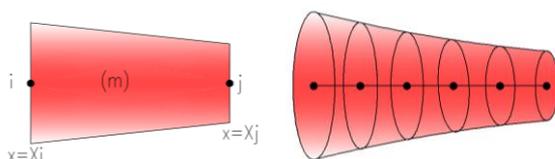


Рис. 2

Основное уравнение для температуры T в стержне имеет вид:

$$\frac{d}{dx} \left(kA \frac{dT}{dx} \right) - hP(T - T_a) + QA = 0. \quad (1)$$

В результате применения метода взвешенных остатков получаем:

$$\sum_m \int_{V^{(m)}} W_i \left[\frac{d}{dx} \left(kA \frac{dT}{dx} \right) - hP(T - T_a) + QA \right] dV^{(m)} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

(2)

где n – это общее число узлов, а знак суммирования m обозначает суммирование по всем элементам.

Метод взвешенных остатков (method of weighted residuals) – это численный метод получения приближенных решений дифференциальных уравнений. Он состоит из двух шагов. Сначала выбирается приближенное решение, удовлетворяющее дифференциальному уравнению и его геометрическим граничным условиям. Приближенное решение обычно дается в виде линейной комбинации известных функций с неизвестными коэффициентами. Эти известные функции эквивалентны функциям формы, а неизвестные коэффициенты эквивалентны смещениям узловых точек. Когда это приближенное решение подставляется в дифференциальное уравнение и граничные условия, получается ошибка или остаток. Соответственно, решение исходного дифференциального уравнения эквивалентно устремлению этого остатка к нулю в некотором усредненном смысле во всей области решений. Отсюда возникают интегральные уравнения. На втором шаге интегральные уравнения решаются относительно неизвестных коэффициентов, и таким образом получается приближенное решение.

Применяя метод Галеркина (метод нахождения приближенного решения операторного уравнения в виде линейной комбинации элементов заданной линейно независимой системы) к уравнению для температуры T в стержне получим :

$$\sum_m \int_{V^{(m)}} \mathbf{N} \left[\frac{d}{dx} \left(kA \frac{dT}{dx} \right) - hP(T - T_a) + QA \right] dV^{(m)} = 0, \quad (3)$$

Где матрица-столбец \mathbf{N} – это матрица функций формы. Т.о. уравнение представляет собой систему из n уравнений, каждое из которых соответствует одному из элементов \mathbf{N} .

Матрица функций формы определяется из предположения распределения температуры в стержне:

$$\mathbf{T} = \mathbf{N}^T \hat{\mathbf{T}},$$

(4)

где $\hat{\mathbf{T}}$ – это матрица-столбец температур в узловых точках.

Типичный элемент m соединяет узлы i и j с координатами X_i и X_j соответственно. Исходя из этого:

$$\int_{X_i}^{X_j} \mathbf{AN} \left[\frac{d}{dx} \left(kA \frac{dT}{dx} \right) - hP(T - T_a) + QA \right] dx = 0. \quad (5)$$

Элемент объема dV заменяется на $A dx$, где A – это площадь поперечного сечения в точке X .

Интегрируя первое слагаемое по частям и опустив постоянную площадь, получим:

$$\mathbf{N} kA \frac{dT}{dx} \Big|_{X_i}^{X_j} - \int_{X_i}^{X_j} \frac{d\mathbf{N}}{dx} kA \frac{dT}{dx} dx - \int_{X_i}^{X_j} \mathbf{N} hP T dx + \int_{X_i}^{X_j} \mathbf{N} hP T_a dx + \int_{X_i}^{X_j} \mathbf{N} Q A dx = 0. \quad (6)$$

Когда будет выполнено суммирование по всем элементам, первое слагаемое каждого элемента в этом уравнении, кроме первого и последнего, уничтожится, поскольку в следующий элемент входит такое же слагаемое с обратным знаком. Поэтому данное слагаемое достаточно вычислить только для элементов с номерами 1 и M , если считать, что элементы нумеруются последовательно, а M – это общее число элементов.

Чтобы вычислить это слагаемое для первого и последнего элемента, рассмотрим один из концов тела. Внешний поток тепла обозначен как q_s , поток тепла, обусловленный теплопроводностью – q_x , а поток тепла за счет конвекции – q_{cv} .

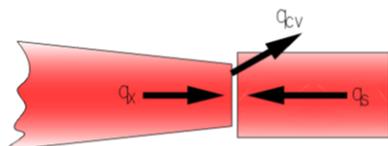


Рисунок 3

Баланс энергии на этом конце тела дает:

$$q_x + q_s = q_{cv},$$

или

$$q_x = q_{cv} - q_s. \quad (7)$$

Поток тепла, обусловленный теплопроводностью, согласно закону теплопроводности Фурье может быть выражен в виде:

$$q_x = -k \frac{dT}{dx}. \quad (8)$$

Используя формулы 7 и 8, можно вывести следующее выражение для $NkA \frac{dT}{dx}$ в уравнении 6 при $x=X_j$:

$$\begin{aligned} NkA \frac{dT}{dx} \Big|_{x=X_j} &= N(-q_x A) \Big|_{x=X_j} = NA_j (-q_{cv} + q_s) \Big|_{x=X_j} = \\ &= \left\{ -Nh_j A_j (T - T_{aj}) + NA_j q_j \right\} \Big|_{x=X_j} = \left\{ -Nh_j A_j T + Nh_j A_j T_{aj} + NA_j q_j \right\} \Big|_{x=X_j} \quad (9) \end{aligned}$$

Поток тепла за счет конвекции q_{cv} равен $h_j(T - T_{aj})$, где T_{aj} – это окружающая температура при $x=X_j$. Более того, q_s в точке $x=X_j$ заменяется на q_j в узле j . Точка $x=X_j$ обозначает один из концов стержня.

Аналогичное выражение получается для $NkA \frac{dT}{dx}$ при $x=X_i$:

$$-NkA \frac{dT}{dx} \Big|_{x=X_i} = \left\{ -Nh_i A_i T + Nh_i A_i T_{ai} + NA_i q_i \right\} \Big|_{x=X_i}. \quad (10)$$

Равенство 9 выполняется только для последнего элемента, а равенство 10 – только для первого элемента.

Подставляя уравнения 4, 9 и 10 в уравнение 6, получим:

$$\begin{aligned}
 & (-N h_j A_j N^T \hat{\mathbf{T}} + N h_j A_j T_{qj} + N A_j q_j)|_{x=X_j} + \\
 & + (-N h_i A_i N^T \hat{\mathbf{T}} + N h_i A_i T_{qi} + N A_i q_i)|_{x=X_i} - \\
 & - \int_{X_i}^{X_j} \frac{dN}{dx} k A \frac{dN^T}{dx} \hat{\mathbf{T}} dx - \int_{X_i}^{X_j} N h P N^T \hat{\mathbf{T}} dx + \int_{X_i}^{X_j} N h P T_a dx + \int_{X_i}^{X_j} N Q A dx = 0
 \end{aligned} \tag{11}$$

Вынося $\hat{\mathbf{T}}$ за пределы интегрирования в уравнении 11, получаем следующее уравнение для элемента m:

$$\mathbf{K}^{(m)} \hat{\mathbf{T}} = \mathbf{f}^{(m)}, \tag{12}$$

где матрица жесткости элемента $\mathbf{K}^{(m)}$ состоит из трех матриц жесткости, или матриц проводимостей:

$$\mathbf{K}^{(m)} = \mathbf{K}_x^{(m)} + \mathbf{K}_{cv}^{(m)} + \mathbf{K}_{cvB}^{(m)}, \tag{13}$$

а узловой вектор силы элемента $\mathbf{f}^{(m)}$ состоит из четырех векторов силы:

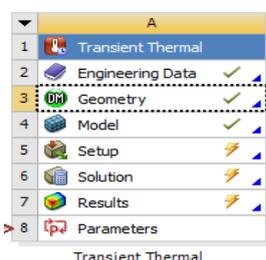
$$\mathbf{f}^{(m)} = \mathbf{f}_{cv}^{(m)} + \mathbf{f}_Q^{(m)} + \mathbf{f}_{cvB}^{(m)} + \mathbf{f}_{qB}^{(m)} \tag{14}$$

Матрицы в уравнениях 13 и 14 определяются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{K}_x^{(m)} &= \int_{X_i}^{X_j} \frac{dN}{dx} k A \frac{dN^T}{dx} dx; \\
 \mathbf{K}_{cv}^{(m)} &= \int_{X_i}^{X_j} N h P N^T dx; \\
 \mathbf{K}_{cvB}^{(m)} &= N h_i A_i N^T|_{x=X_i} + N h_j A_j N^T|_{x=X_j}; \\
 \mathbf{f}_{cv}^{(m)} &= \int_{X_i}^{X_j} N h P T_a dx; \\
 \mathbf{f}_Q^{(m)} &= \int_{X_i}^{X_j} N Q A dx; \\
 \mathbf{f}_{qB}^{(m)} &= N q_i A_i|_{x=X_i} + N q_j A_j|_{x=X_j}.
 \end{aligned}$$

Имея все матрицы жесткости и узловые векторы силы элементов, суммируем их, чтобы получить системную матрицу жесткости и узловой вектор силы. Слагаемые с символом B в нижних индексах имеют нулевые значения только для первого и последнего элементов суммы.

Пример расчета методом конечных элементов в модуле Transient Thermal программы ANSYS Workbench по приведенному уравнению теплопроводности:



1. Сформированы технические данные задачи (рисунок 4)
2. Создана трехмерная модель исследуемого тела – цилиндрический стальной стержень длиной 1 м, радиусом 100 мм
3. Создана конечноэлементарная сетка (рисунок 5)

4. Наложены граничные условия:

Температура окружающей среды (Ambient Temperature) $+12^{\circ}\text{C}$

Задано направление теплового потока (Heat Flow)

Температура нагрева одного конца тела $+50^{\circ}\text{C}$

Рис. 4 Выбран шаговой коэффициент Film Coefficient

Выбрано время проведения эксперимента 600с

В результате получена картина теплопередачи от одного конца стержня к другому за период времени 10 мин. Отчет сформирован виде цветовой диаграммы температуры и цветowych полей на модели стержня (рисунок 7), которые наглядно показывают происходящий процесс теплопередачи в стержне за данный период времени.

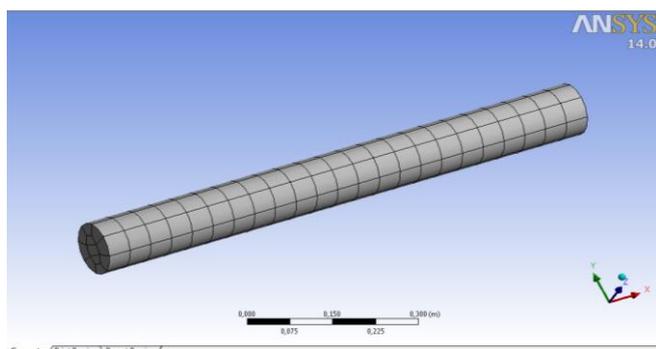


Рис.5

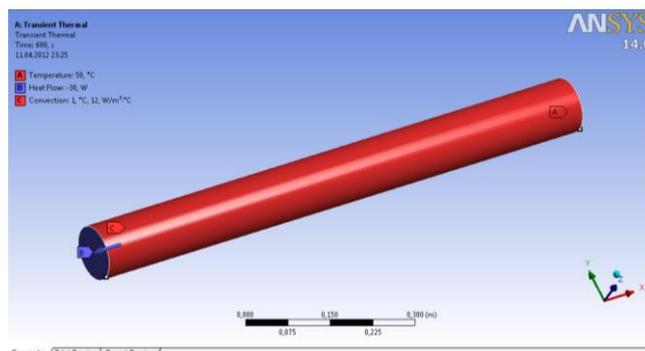


Рис.6

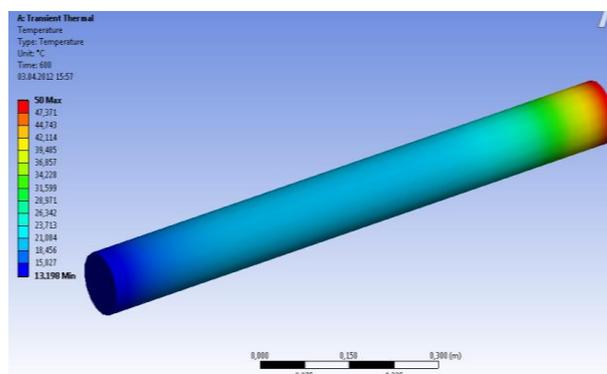


Рис. 7

Литература

1. Kunwoo Lee Principles of CAD/CAM/CAE Systems
2. В.Е.Шмелев "Partial Differential Equations Toolbox. Инструментарий решения дифференциальных уравнений в частных производных":
3. Норри Д., де-Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов.
4. Флетчер К. Численные методы на основе метода Галёркина.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ В Г. МУРМАНСКЕ

Анциферова И. Н., Ходяков И. В., (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Промышленное и гражданское строительство)

В статье рассмотрены проблемы строительства социального жилья в г. Мурманске, предложены альтернативные варианты их решения. Рассмотрены перспективы комплексного согласования законодательной, экономической, административной базы в области строительства.

В нас все еще жива убежденность, что мы здесь, на Севере, не навсегда. Люди готовы жить в «хрущевках» десятилетиями. Северяне, работая вахтенным методом, уезжали, квартиры освобождались. Была иллюзия, что жилья достаточно. Но, ведь у любого объекта есть возраст. Жилые дома, как правило, служат 50-100 лет. Здания, и это относится в первую очередь к панельным домам, ветшают. Процесс разрушения заметен как внутри, так и снаружи помещений. Согласно законам строительной физики, по истечении срока, заданного проектировщиками в качестве жизненного цикла дома, его нужно сносить и строить новый. Это неоспоримый фактор, независящий от нашего желания.

В архивах хранятся старые проекты детальной планировки районов, где с экономической, научной, градостроительной точек зрения было проработано целостное видение территорий города Мурманска. К сожалению, сейчас ситуация сложилась таким образом, что из-за экономических потрясений комплексный подход к строительству умер и ему на смену пришла так называемая точечная застройка.

Несмотря на то, что население Мурманска и Мурманской области год от года уменьшается, квартирный вопрос в областном центре становится все острее – прежде всего, из-за нехватки благоустроенного жилья. Из двух с небольшим тысяч домов Мурманска, до 2012 года планируется расселить 328, в которых зачастую нет элементарных удобств. До сих пор в городе строилось только элитное и индивидуальное жилье, которое рядовым мурманчанам, нуждающимся в улучшении жилищных условий, не по карману. О строительстве социального жилья, куда можно было бы переселять очередников из их обветшавших домов, власти города говорят уже не первый год. Однако попытки перейти от слов к делу дважды оказывались неудачными. Первый раз, когда в городе началось строительство социального жилья, а точнее домов на улице Сполохи и второй, на улице 6-й Комсомольской Батарей. Политические споры вокруг того: кто камень первым закопал, кто первый бросил лопату цемента шумели громко; а вот результат строительства политиков волнует намного в меньшей степени. В конечном итоге, из-за несоблюдения технологии при строительстве дома на улице 6-й Комсомольской Батарей, получили странное сооружение с изогнутыми стенами, которое теперь по решению суда, нужно сносить, поскольку оно построено на обводненном торфе и рано или поздно рухнет. Похожая ситуация и с домом на Сполохах, в который нужно вложить очень большие деньги, чтобы привести его состояние в порядок. Из-за фактически - аварийного состояния, никто не возьмет на себя ответственность вселить туда людей. А ведь всё это новостройки!

Социальное жилье, конечно, должно быть. Строиться оно будет, когда будут на него деньги. Нет денег - нетстроек. Это понятно, но все прекрасно понимают, что отселять людей из ветхого и аварийного жилья нужно. Город может строить социальное жилье, только если существует профицит бюджета, а его в Мурманске нет и, скорее всего, в ближайшее время не будет. Потому что проблем, требующих решения, достаточно много. Решить этот вопрос без поддержки федеральной власти невозможно. Новые дома, возводятся на средства, полученные от сдачи в аренду муниципальной собственности. Возможно ли рассмотреть, в качестве

альтернативного варианта строительства, строительство социального жилья, хотя бы частично, за счет средств, перечисляемых коммерческими организациями, в городской бюджет?

Есть и другая сторона, нормативно-правовая. Трудность состоит в том, что согласно Бюджетного кодекса РФ, построенное городом жилье можно передаваться только в социальный найм. На это многие не согласны. Ведь у них в аварийных домах квартиры приватизированные. На районах стоят полусгоревшие, полуразрушенные, нежилые дома, но снести их не могут, потому что в них прописаны люди. По закону, всем им должно быть предоставлено жилье, а если в некоторых квартирах прописаны несколько семей, по санитарным нормам им нужно предоставить несколько квартир. То есть, чтобы расселить один такой трехэтажный дом, нужно построить девятиэтажный. Это не реально. И пока эту проблему не решить, полуразрушенные дома будут стоять. Кроме того, есть целый клубок законодательных противоречий. Жилье в Мурманске, и особенно социальное, - очень больной вопрос. Всем хочется жить в нормальных условиях. Но у всех свое представление о комфортном жилье. Для кого-то это малоэтажный дом, а для кого-то - многоквартирный с индивидуальной планировкой.

Малоэтажное жилье с точки зрения строительства сегодня самое разумное. В отличие от многоквартирных домов его можно быстро вводить в строй и регулировать темпы застройки в зависимости от спроса и необходимости. Вряд ли мы можем говорить и о комплексной реконструкции домов, теперь это сложно сделать из-за большого количества собственников. Многие граждане, проживающие в старом, ветхом жилом фонде, уже перестроили свои квартиры, что не спасает их от убогих подъездов, залитий с кровли, грязных, неблагоустроенных дворов.

Каковы потребности города в новом жилье?

В Мурманске за год регистрируется около 10 тыс. договоров купли-продажи квартир. При этом, в очереди на получение социального жилья стоит 8 тысяч семей. Так что ответ на вопрос: в каких масштабах в Мурманске строить жилье, не так очевиден. На сегодняшний день среднеарифметическое количество квадратных метров жилья, приходящееся на одного жителя города приблизительно 22 кв. метра. Это выше, чем средние показатели по России.

При самом приблизительном анализе получается парадоксальная ситуация. В Мурманске около 310 тысяч жителей, а квартир - 140 тысяч. Выходит, на одну квартиру - 2-3 человека. С одной стороны, неплохо. С другой стороны, у кого-то в собственности несколько квартир, а у кого-то - ни одной. Одни живут в новостройке, а другие - в ветхом жилом фонде. Думаю, отчасти эту ситуацию планировалось исправить при помощи жилищно-коммунальной реформы. При принятии которой, с ростом квартплаты оплачивать «лишние» квадратные метры, стало бы накладно. Но на практике, это не подтолкнуло людей расстаться с неиспользуемым жильем, а лишь увеличило размер взимаемой арендной платы, за сдачу такого жилья в наем.

Мурманску нужно не массовое строительство, а новый уровень комфортности?

Это могут быть, индивидуальные или небольшие малоэтажные дома для нескольких семей. В отличие от других городов, для Мурманска такая застройка нетрадиционна. Но, думаю, желание жить именно в собственных домах, у мурманчан велико. К слову, такое жилье имеет один очевидный плюс. В своем доме у человека появляется возможность и заинтересованность в более рациональном расходовании ресурсов. В наших же муравейниках мы зачастую не можем влиять на ситуацию. В результате мы навязано платим за услуги, которые нам не нужны, например, за отопление в теплую погоду.

Перспектива масштабного строительства жилья в Мурманске в ближайшие годы, честно говоря, не рентабельна. Ничто не предвещает пока в обозримой перспективе революционного бурного развития города. Транспортный узел, свободная экономическая зона, освоение

Штокмановского месторождения и прочее - это все хорошо. Но ни один из названных проектов не приведет к существенному росту числа жителей.

В городе действуют программы переселения из ветхого фонда, обеспечения квартирами детей-сирот и ветеранов Великой Отечественной войны. В целевом назначении средств, выделяемых по ним, указано «приобретение жилья». И ничего другого с этими деньгами сделать, как только купить на них квартиры, нельзя. Но, приобретая жилье на вторичном рынке, вместо того, чтобы строить, администрация города увеличивает спрос и взвинчивает цены.

Что мешает строителям возводить новые дома?

Пока землей распоряжается город, пролонгировать заявку на выделение земельного участка под малоэтажную застройку невозможно. Остается альтернатива – строить жилье в области. Но не каждый собственник жилья подлежащего расселению, согласится переехать даже в улучшенные жилищные условия за пределы города.

Сегодня в Мурманске основная масса участков уже за кем-то зарезервирована. Между тем, тех, кто реально на выделенной земле что-то построил можно пересчитать по пальцам. Вопрос о введении арендной платы за участки под застройку, опротестовала прокуратура Непонятно из каких соображений выделялись участки, и почему они не достались тем, кто мог бы на них реально что-то построить.

Вызывает беспокойство, тот факт, что в последнее время количество земельных участков, выделенных под застройку в Мурманске, резко сократилось. В такой ситуации строители не могут планировать свою дальнейшую работу, что отрицательно сказывается на развитии строительной отрасли региона в целом.

Можно сделать новые квадратные метры дешевле?

Себестоимость квартир сейчас в значительной степени складывается из затрат на создание инженерной инфраструктуры. И это не только инженерные сети, но и дороги. Механизма, который бы позволял прокладывать их за счет городского или областного бюджета в данный момент не существует. В конечном итоге, получается, что дороги строятся за счет будущих владельцев квартир, а после сдачи объекта в эксплуатацию, они передаются муниципалитету. В соответствии с требованиями закона органы местного самоуправления должны содействовать жилищному строительству. Муниципалитету стоит заняться подготовкой земельных участков, подведением к ним сетей. Если это будет сделано, желающих вкладывать деньги в строительство будет больше.

Допустим будут проложены трубы, поставлены столбы, вкручены все лампочки, проведут дорогу к объекту. А что в этом случае делать с теми, кто стоит в очереди на получение социального жилья? Ведь им уж то точно не смогут предложить выкупить построенное жилье, поскольку граждане и на учет то ставятся, как малоимущие граждане, у которых нет такой финансовой возможности.

По закону, муниципалитет должен сформировать участок (то есть нужно сделать проект границ, межевание, поставить его на кадастровый учет) и подвести инфраструктуру (подъездные пути, канализацию, и пр.). Или, если нет средств сети прокладывать, хотя бы технические условия выставить - куда канализацию сбрасывать, где к водопроводу подключаться. Но даже если все эти вопросы решить, остро встанет проблема подключения к энергосетям. Мурманская ТЭЦ выдает такие техусловия подведения сетей, что глядя на них, с новым объектом строительства, не решишься связываться. Нехватка электроэнергии в Мурманске катастрофическая, особенно в центральной и северной частях города. Свободных мощностей у «Колэнерго» просто физически нет. Имеющейся мощности уже не хватает. Несмотря на то,

что население не растёт. Город структурно развивается. Энергозатраты увеличиваются. На Кольском полуострове расположена Кольская АЭС, множество ТЭЦ, гидроэлектростанции. Но избыточная энергия уходит на экспорт в Скандинавию. Для Мурманска она становится недоступной.

Лучшие условия для строителей предлагает компания Облгаза, при которых система отопления и горячего водоснабжения будет обеспечиваться от привозного газа через групповые ёмкости сжиженного газа. В каждой квартире устанавливаются котлы, работающие на сжиженном газе. Это очень простая и удобная вещь. Так же решается проблема обеспечения горячей водой. Остается вопрос: кто будет вкладывать средства в строительство инженерной инфраструктуры? Есть великолепный пример - 205-й микрорайон Мурманска. В город приезжали инвесторы из Санкт-Петербурга, они были согласны построить там два опытных дома для социального жилья, причем без извлечения особо большой прибыли. Но «ТЭКОС» затребовал 60 миллионов на перекладку инженерных сетей, Водоканал - порядка 40. Электроэнергии там нет. Себестоимость квадратного метра с 33 тысяч рублей выросла до такого размера, когда строительство стало бессмысленным.

Проблема не только в нехватке электроэнергии, но и в стоимости подключения. К примеру, юридическое лицо должно заплатить порядка 100 тысяч рублей за подключение одного коттеджа с присоединяемой нагрузкой до 15 киловатт. Предъявить потом такую сумму собственникам домов, заказчикам не возможно. Ведь для физического лица подключение с той же нагрузкой стоит гораздо дешевле - 550 рублей за один дом. Кроме того, для подключения коттеджного поселка необходимо провести линию от подстанции «Колэнерго» протяженностью 3 километра. Ее стоимость - порядка 20 миллионов рублей. Эту сумму также платит застройщик, а в дальнейшем она ложится на собственника, а если учесть тот фактор, что построенные квартиры предназначены для передачи гражданам по договору социального найма жилья, то теряется всяческий смысл таких дорогостоящих затрат.

Поэтому предложения потенциальных подрядчиков для строительства социального жилья, должны рассматриваться с учетом таких основных параметров, как стоимость квадратного метра, количество квартир в каждом доме, ценовые показатели с учетом прокладки инженерных сетей. Необходимо оценить возможности дальнейшего увеличения объёмов строительства жилья, совершенствование ипотечной системы и развитие института жилищной аренды. Хотелось бы верить в действительную возможность воплощения получаемых результатов в реальной практике. Нужно в комплексе решать проблемы строительства социального жилья (финансирование и совершенствование законодательной базы), а также создавать условия для развития малоэтажного индивидуального строительства. Будущие социальные дома должны быть современными, удобными и соответствовать параметрам «цена-качество». Жилье должно быть доступным, люди должны жить в благоприятных условиях, обеспечивающих качество жизни.

Литература

<http://www.gov-murman.ru/>

http://www.citymurmansk.ru/strukturnye_podr/?itemid=114

<http://www.garant.ru/hotlaw/murmansk/239520/>

Всероссийский журнал «Вестник строительного комплекса», №6, 2011г., стр. 14

**РАДИОЛОКАЦИЯ,
РАДИОНАВИГАЦИЯ
И РАДИОСВЯЗЬ**

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКИХ АРКТИЧЕСКИХ ЛЕДОВЫХ ПОЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Лукашенко Ю.И., Смирнов Е.П. (г. Москва, НИУ МЭИ, кафедра РТП)

For remote monitoring of characteristics of sea arctic ice fields, such as speed and direction of ice motion, distance to an ice floe and thickness of ice, as have shown the conducted researches and the situation analysis, can be used radar system. For this purpose, we offered multiband multi-channel coherent interferometric radar system that operates on two wavelengths (3 cm and 8 mm). The radar system is design to use pulse (with wide bandwidth) compression techniques, coherent integration and interferometric processing to obtain high loop sensitivity and high resolution on speed, range and altitude. This paper will focus on an estimation of a relief of ice fields by an interferometric method.

Введение

В связи с развитием проектов разработки нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе России актуальной становится проблема контроля морских ледовых полей непосредственно в районе буровых платформ. При этом развитые аэрокосмические методы не обеспечивают требуемой оперативности поступления важнейшей информации о ледовых полях в районах буровых платформ. Важнейшей оперативной информацией является: скорость и направление дрейфа льда, расстояние до кромки ледового поля, степень торосистости, толщина и собственно характеристики льда. Без этой информации невозможны как разведка, так и эффективная и безопасная эксплуатация морских арктических месторождений.

Проведенные исследования и анализ ситуации показали, что источником требуемой информации может быть радиолокационная станция (РЛС) [1,2], размещенная непосредственно на платформе. Учитывая высокие требования к тактическим характеристикам и сложные условия эксплуатации, а так же проведя необходимые исследования и расчеты, был определен технический облик РЛС: двухдиапазонная когерентная РЛС (сантиметровый и миллиметровый диапазоны) со сложным зондирующим сигналом (ФМ), с шириной спектра 170 МГц и интерферометрическим каналом, с максимальной дальностью обнаружения кромки ледового поля 30 км и с дальнейшим измерением при отношении сигнал/шум ≥ 12 дБ.

Применение широкополосного зондирующего сигнала (ширина спектра 170 МГц) и миллиметрового диапазона электромагнитных волн позволяют достичь высокой точности измерения малых скоростей дрейфа (не хуже 15 см/с), высокой точности оценки высот неровности рельефа (не хуже 5 см), высокой точности оценки дальности (не хуже 0.5 м) и направления дрейфа ледового поля.

Переключение на сантиметровый диапазон позволяет РЛС выполнять свои функции в условиях интенсивных осадков.

Оценка рельефа ледовых полей интерферометрическим методом

Отдельная серьезная проблема заключается в необходимости оценки характеристик рельефа ледовых полей с точностью до 5 см. Данная проблема решается с помощью интерферометрических методов.

Геометрия задачи приведена в соответствии с рисунком 1.

Зондирующие сигналы, передаваемые из первой антенны A_1 , отражаются от элемента разрешения P и принимаются антеннами A_1 и A_2 и после соответствующей обработки формируют интерферограмму, где фаза в каждом приемнике пропорциональна разности хода лучей Δ с

коэффициентом пропорциональности $k=2\pi/\lambda$. Выражение для высоты элемента разрешения над отсчетным уровнем

$$z = h_a - R_1 \cdot \cos \theta,$$

$$\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot (R_1 - R_2) = k\Delta, \quad (2)$$

где $\Delta=R_1 - R_2$ – разность хода лучей.

Соотношение между параметрами отклонения базы α , угла визирования θ и разности хода лучей Δ :

$$z = h_a - R_1 \left\{ \cos \alpha \sqrt{1 - \left[\frac{R_1^2 + B^2 - (R_1 - \Delta)^2}{2BR_1} \right]^2} + \sin \alpha \left[\frac{R_1^2 + B^2 - (R_1 - \Delta)^2}{2BR_1} \right] \right\} =$$

$$= h_a - R_1 \left\{ \cos \alpha \sqrt{1 - \left[\frac{R_1^2 + B^2 - (R_1 - \Phi/k)^2}{2BR_1} \right]^2} + \sin \alpha \left[\frac{R_1^2 + B^2 - (R_1 - \Phi/k)^2}{2BR_1} \right] \right\}. \quad (3)$$

Из (3) ясно, что высота элемента разрешения z является функцией параметров: высоты РЛС h_a , наклонной дальности R_1 , размера базы B и разности фаз Φ (наклон базы задан $\alpha=90^\circ$). Поэтому общую погрешность измерения высоты элемента разрешения [3], с предположением о некоррелированности отдельных параметров, можно записать в виде

$$\sigma_z^2 = \sigma_{z\Phi}^2 + \sigma_{zh_a}^2 + \sigma_{zR_1}^2 + \sigma_{zB}^2,$$

где $\sigma_{z\Phi}^2$ - дисперсия оценки высоты элемента разрешения из-за погрешности определения разности фаз; $\sigma_{zh_a}^2$ - дисперсия оценки высоты элемента разрешения из-за погрешности измерения высоты РЛС над средним уровнем морской поверхности, $\sigma_{zR_1}^2$ - дисперсия оценки высоты элемента разрешения из-за погрешности измерения расстояния до элемента разрешения, σ_{zB}^2 - дисперсия оценки высоты элемента разрешения из-за неточного знания размера базы.

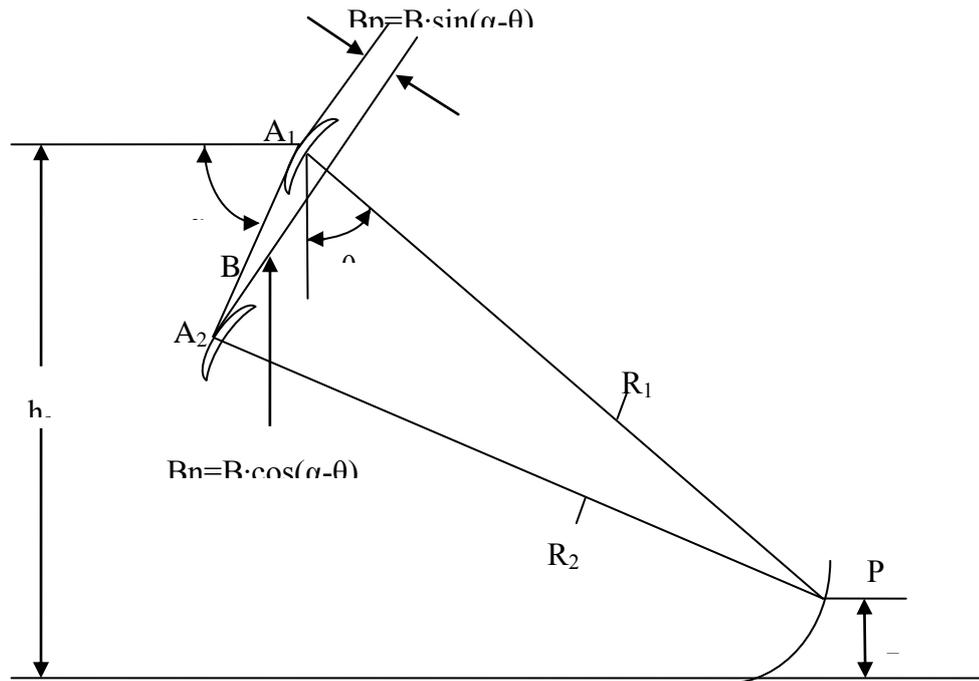


Рис. 1 Геометрия визирования пеловой поверхности

Учитывая, что отраженный от поверхности распределенных цели когерентный сигнал имеет гауссову статистику, полная статистика интерферометрического отражения может быть получена вычислением комплексных корреляционных функций Q_1 и Q_2 для обоих каналов. При этом шумовые составляющие n_1 и n_2 не коррелированы, поверхность в пределах элемента разрешения примерно однородна, а ее рассеивающие свойства зависят только от высоты неровностей и угла визирования. Модель интерферометрической системы РЛС, использующих два комплексных РЛ - изображения приведена в соответствии с рисунком 2, где обозначено: s_1 и s_2 – комплексные отсчеты элемента разрешения по двум интерферометрическим каналам; $\exp(\cdot)$ – сдвиг фазы по каналам; q_1 и q_2 – импульсная характеристика РЛС; n_1 и n_2 – шумовые составляющие; Q_1 и Q_2 - отсчеты взаимокорреляционной функции.

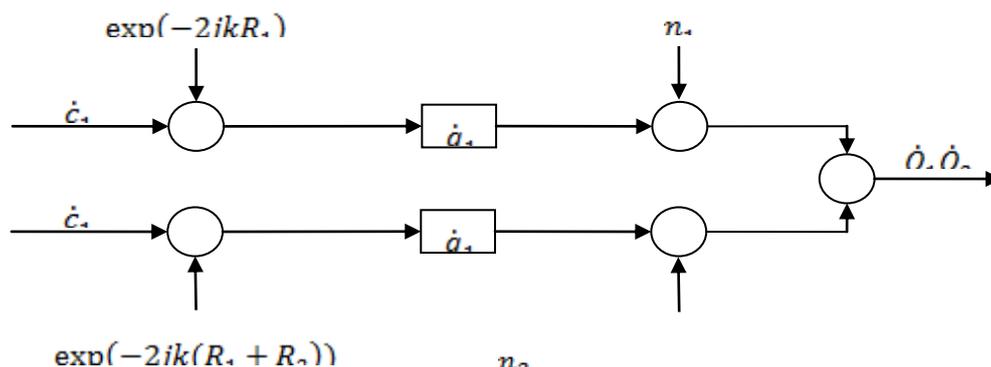


Рис. 2. Модель интерферометрической системы (вычисление взаимокорреляционных функций отраженных сигналов двух каналов)

Воспользовавшись методом «оценки максимального правдоподобия (ОМП)» [4] получим оценку интерферометрического фазового измерения в элементе разрешения. Для однородной поверхности ОМП интерферометрической фазы распределенных отражателей дает

$$\hat{\Phi} = \arctg \left[\operatorname{Im} \left(\sum_{m=1}^M \dot{Q}_{1m} Q_{2m}^* \right) / \operatorname{Re} \left(\sum_{m=1}^M \dot{Q}_{1m} Q_{2m}^* \right) \right] \quad (1)$$

где $\hat{\Phi}$ – оцениваемая величина фазы, M – число некогерентных накоплений (усреднений).

Очевидно, что обработка сигнала проводится в два этапа. На первом этапе получаем дальномерные отсчеты с учетом радиальной скорости дрейфа льда и угловых (азимутальных) координат в режиме кругового обзора. На втором этапе, в режиме детального исследования, производится вторичная обработка с усреднением, построением траектории дрейфа кромки ледового поля и его рельефа, а так же оценки типа льда. При этом, для вторичной обработки заложены алгоритмы распознавания малококонтрастных объектов, использующие фрактальные, текстурные и другие топографические признаки [5].

На первом этапе используется специальный процессор, реализующий высокоэффективные модифицированные алгоритмы быстрой двумерной свертки [6], оптимизированные по критерию максимальной производительности, позволяющие обрабатывать в реальном масштабе времени потоки данных порядка 850 Гбит/с и передавать результаты вычислений на вторичную обработку [7].

Выводы

Было показано, как можно производить интерферометрическую оценку фазового измерения в одном элементе разрешения, полученным благодаря использованию методов двумерной свертки и накопления. Интерферометрическая разность фаз двух изображений зависит от распределения топографических высот отражающих элементов и поэтому может быть пересчитана в карту высот поверхности.

Моделирование системы подтвердили вышеприведенные характеристики. Натурные испытания планируются после ледостава осенью 2012 г. на побережье Карелии.

Литература

Мельник Ю.А., Зубкович С.Г., Степаненко В.Д. Радиолокационные методы исследования Земли. // Под ред. Ю.М. Мельника. – М.: Советское радио, 1980, 264с.

Баскаков А.И., Жутяева Т.С, Лукашенко Ю.И. Локационные методы исследования объектов и сред. // Под ред. А.И. Баскакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2011, 384с.

Баскаков А.И., Ка Мин Хо. Анализ влияния фазовых шумов на точностные характеристики интерферометрических РСА с «жесткой» базой. // Исследование Земли из космоса, № 2, 1998, с. 43-50.

Hagberg J.O., Ulander M.H. On the optimization of interferometric SAR for topographic mapping. IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, vol.31, no.1, January, 1993, pp. 303-306.

Быстров Р.П., Потапов А.А., Соколов А.В. Миллиметровая радиолокация с фрактальной обработкой. // Под ред. Р.П. Быстрова и А.В. Соколова. – М.: «Радиотехника», 2005. – 368 с.

Лукашенко Ю.И., Хабаров С.В. Эффективные алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов (Основы теории быстрого преобразования Фурье и его применение) Уч. пособие МЭИ (ТУ). Москва, 2009, 56 с.

Смирнов Е.П., Лукашенко Ю.И. Повышение эффективности передачи данных между ПЛИС и ПК. // Радиотехнические тетради. — 2011. — № 46. — С. 28-32.

КВАЗИОПТИМАЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНЫМ МОМЕНТОМ ПОЯВЛЕНИЯ И НЕТОЧНО ИЗВЕСТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИ НАЛИЧИИ АДДИТИВНЫХ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Розанов А. Е. (г. Москва, Московский технический университет связи и информатики, кафедра радиотехнических систем)

The synthesis and analysis of quasi-likelihood detector and measurer of a high-frequency pulse with unknown time delay and inaccurately known duration in the presence of additive and multiplicative distortions has been executed. The asymptotically exact formulas for detection and estimation characteristics including anomalous errors effect have been found. By methods of statistical computer modeling the working capacity of offered detector and measurer has been established and applicability borders of asymptotically exact formulas for their characteristics has been defined.

Проблема обработки импульсных сигналов с неизвестным моментом появления имеет широкие приложения в радио- и гидролокации, радионавигации, связи, технической диагностике и др. При этом достаточно часто принимаемый импульс искажается не только фоновыми (аддитивными), но и мультипликативными помехами. При наличии у импульсов случайной субструктуры и при увеличении мощности ее флуктуационной составляющей традиционные методы анализа импульсных процессов, основанные на их временной фиксации, становятся далекими от оптимальных. В таком случае синтез обнаружителей импульсных сигналов и измерителей их неизвестных параметров предпочтительнее проводить с помощью методов теории статистических решений.

В [1 и др.] на основе метода максимального правдоподобия исследованы алгоритмы обнаружения и оценки момента появления импульсного сигнала произвольной формы, искаженного аддитивными и мультипликативными помехами, при условии, что остальные параметры импульса априори известны. Однако в ряде практических задач длительность импульса может быть известна не точно. В этой связи представляет интерес найти выражение для решающей статистики и структуру приемника случайного импульсного сигнала с неизвестным моментом появления и неточно известной длительностью.

Пусть в течение интервала времени $t \in [0, T]$ наблюдается реализация случайного процесса

$$x(t) = s(t) + n(t), \quad (1)$$

где $s(t)$ – случайный импульсный сигнал, математической моделью которого может служить мультипликативная комбинация вида [1]

$$s(t) = \xi(t) f(t - \lambda_0) \exp\left(-\frac{t - \lambda_0}{\tau_0}\right), \quad I(t) = \begin{cases} 1, & |x| \leq 1/2, \\ 0, & |x| > 1/2. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь λ_0 – момент появления, τ_0 – длительность импульса, $f(t)$ – модулирующая функция (огибающая), описывающая форму импульса, α – масштабирующий множитель, а $\xi(t)$ – реализация стационарного центрированного гауссовского случайного процесса (мультипликативная помеха), обладающего спектральной плотностью

$$G(\omega) = \frac{D}{\Omega} \left[\delta(\omega - \omega_0) + I(\omega + \omega_0) \right]. \quad (3)$$

В (3) обозначено: ϑ – центральная частота, Ω – ширина полосы частот, а D – дисперсия процесса $\xi(\underline{t})$.

Будем полагать, что флуктуации $\xi(\underline{t})$ являются “быстрыми”, т.е. длительность импульса τ_0 и характерное время изменения Δt функции $f(\underline{t})$ существенно превышают время корреляции процесса $\xi(\underline{t})$, так что выполняются условия

$$\tau_0 \gg 2\pi/\Omega, \quad \Delta t \gg 2\pi/\Omega. \quad (4)$$

Аддитивную помеху $n(\underline{t})$ в (1) аппроксимируем гауссовским белым шумом с односторонней спектральной плотностью N_0 . Положим вначале, что по принимаемой реализации $x(\underline{t})$ и имеющейся априорной информации необходимо оценить момент появления $\lambda_0 \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$ сигнала (2) с неточно известной длительностью.

При выполнении (4) логарифм функционала отношения правдоподобия (ФОР) $L(\underline{t}, \tau)$ как функция текущих значений неизвестных момента появления и длительности имеет вид [1]:

$$L(\underline{t}, \tau) = \frac{q}{N_0} M(\underline{t}, \tau) - \frac{\Omega}{2\pi} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} \ln \left[1 + qf^2(\underline{t}) \right] dt, \quad M(\underline{t}, \tau) = \int_{\lambda-\tau/2}^{\lambda+\tau/2} \frac{f^2(\underline{t}-\lambda) y^2(\underline{t})}{1 + qf^2(\underline{t}-\lambda)} dt, \quad (5)$$

где $q = D/E_N$, $E_N = N_0\Omega/2\pi$ – средняя мощность шума $n(\underline{t})$ в полосе частот процесса $\xi(\underline{t})$, а $y(\underline{t}) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\underline{t}') h(\underline{t}-\underline{t}') dt'$ – отклик фильтра, передаточная функция $H(\omega)$ которого удовлетворяет условию $|H(\omega)|^2 = I(\omega - \omega_0) I(\omega + \omega_0)$, на реализацию наблюдаемых данных (1). Если длительность сигнала (2) априори известна, то оценка максимального правдоподобия (ОМП) λ_m его момента появления λ_0 определится как положение наибольшего максимума функционала $M(\underline{t}, \tau_0)$ (5) при $\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$, т.е. $\lambda_m = \arg \sup M(\underline{t}, \tau_0)$ [1]. При неточно известной длительности импульса τ_0 вместо ОМП λ_m можно использовать квазиправдоподобную оценку (КПО)

$$\lambda_q = \arg \sup_{\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]} M^*(\underline{t}), \quad M^*(\underline{t}) = M(\underline{t}, \tau^*) = \int_{\lambda-\tau^*/2}^{\lambda+\tau^*/2} \frac{f^2(\underline{t}-\lambda) y^2(\underline{t})}{1 + qf^2(\underline{t}-\lambda)} dt, \quad (6)$$

где τ^* – фиксированное ожидаемое (прогнозируемое) значение длительности τ_0 , причем в общем случае $\tau^* \neq \tau_0$. При $\tau^* = \tau_0$ КПО λ_q (6) переходит в ОМП λ_m .

Структурная схема измерителя (6) показана на рис. 1, где обозначено: 1 – ключ, открывающийся на время $[\Lambda_1 - \tau^*/2, \Lambda_2 + \tau^*/2]$; 2 – фильтр с передаточной функцией $H(\omega)$ (5); 3 – квадратор; 4 – фильтр, согласованный с сигналом $f^2(\underline{t}) \int_{\tau^*} \left[1 + qf^2(\underline{t}) \right]$; 5 – экстрематор, фиксирующий в качестве оценки λ_q положение наибольшего максимума входного сигнала. Как следует из рис. 1, синтезированный квазиоптимальный приемник случайного импульса (2) с неизвестным моментом появления имеет одноканальную структуру в отличие от известных альтернативных многоканальных вариантов.

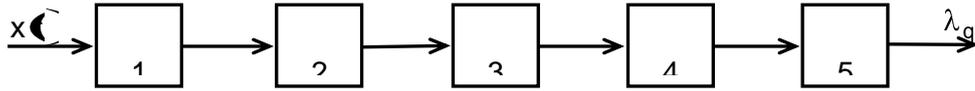


Рис. 1. Измеритель момента появления случайного импульса с неточно известной длительностью

Для определения характеристик КПО λ_q (6) было выполнено обобщение метода локально-марковской аппроксимации [2] на случай произвольной формы модулирующей функции и ненулевых расстроек по длительности полезного сигнала. Суть обобщения состоит в возможности аппроксимации приращений решающей статистики $M^*(\lambda)$ (6) марковским случайным процессом диффузионного типа в некоторой окрестности точки $\lambda = \lambda_0$. Действительно, аналогично [2], можно показать, что процесс $M^*(\lambda)$ с ростом параметра $\mu = \tau_0 \Omega / 2\pi$ является асимптотически гауссовским. При этом его сигнальная функция $S(\lambda) \equiv \langle M^*(\lambda) \rangle$ определится как

$$S(\lambda) \equiv \tau_0 D \int_{-1/2 + \max\{\alpha, l-l_0+\delta_\tau/2\}}^{1/2 + \min\{\alpha, l-l_0+\delta_\tau/2\}} \frac{f^2(\lambda - l + l_0)}{1 + qf^2(\lambda - l + l_0)} d\tilde{t} + S_N, \quad S_N = \tau_0 E_N \int_{-(\alpha+\delta_\tau)/2}^{(\alpha+\delta_\tau)/2} \frac{f^2(\tilde{t})}{1 + qf^2(\tilde{t})} d\tilde{t}, \quad (7)$$

а для корреляционной функции $K(\lambda_1, \lambda_2) \equiv \langle N(\lambda_1) N(\lambda_2) \rangle$ шумовой функции $N(\lambda) \equiv M^*(\lambda) - \langle M^*(\lambda) \rangle$ можно записать

$$K(\lambda_1, \lambda_2) \equiv \tau_0^2 E_N^2 [B_1(\lambda_1, \lambda_2, l_0) + B_2(\lambda_1, \lambda_2)] \mu, \quad (8)$$

$$B_1(\lambda_1, \lambda_2, l_0) \equiv \int_{-1/2 + \max\{\alpha, l_1-l_0+\delta_\tau/2, l_2-l_0+\delta_\tau/2\}}^{1/2 + \min\{\alpha, l_1-l_0+\delta_\tau/2, l_2-l_0+\delta_\tau/2\}} \left[\left(1 + qf^2(\tilde{t}) \right)^{-1} \prod_{i=1}^2 \frac{f^2(\lambda_i - l_i + l_0)}{1 + qf^2(\lambda_i - l_i + l_0)} \right] d\tilde{t},$$

$$B_2(\lambda_1, \lambda_2) \equiv \int_{-(\alpha+\delta_\tau)/2}^{(\alpha+\delta_\tau)/2} \prod_{i=1}^2 \frac{f^2(\lambda_i - l_i)}{1 + qf^2(\lambda_i - l_i)} d\tilde{t}.$$

Здесь $\tilde{\alpha} = \alpha \tau_0$, $l = \lambda / \tau_0$, $\tilde{t} = t / \tau_0$, а $\delta_\tau = (\lambda^* - \tau_0) / \tau_0$ – относительная расстройка по длительности импульса.

В процессе анализа измерителя (6) все возможные оценки момента появления целесообразно разбить на два класса: надежные и аномальные [2]. Нормированная оценка $l_q = \lambda_q / \tau_0$ является надежной, если она находится в пределах интервала $\Gamma_S \equiv [l_0 - 1 - \delta_\tau / 2; l_0 + 1 + \delta_\tau / 2]$, где сигнальная функция (7) зависит от истинного значения оцениваемого параметра l_0 . Если же оценка l_q находится вне интервала Γ_S , т.е. $l_q \in \Gamma_N = \Gamma \setminus \Gamma_S$, $\Gamma \equiv [l_1, \tilde{\Lambda}_2]$, $\tilde{\Lambda}_{1,2} = \Lambda_{1,2} / \tau_0$ то оценка и соответствующая ошибка оценивания называются аномальными.

При достаточно больших выходных отношениях сигнал/шум (ОСШ) $z_q^2 = S^2 / (N^2 \sigma_q^2)$ надежная оценка l_q (6) принимает значения из интервала $\Gamma_0 \equiv [-|\delta_\tau|/2 - \delta; l_0 + |\delta_\tau|/2 + \delta]$, где $\delta \ll 1$, с вероятностью 1. Тогда для (7), (8) справедливы следующие приближения

$$S(\tau) \approx \tau_0 D \left[g_{41} \left(\frac{\tau}{2} \right) \min(l - l_0 + \delta_\tau/2, \tau/2) + g_{41} \left(\frac{1}{2} \right) \max(l - l_0 + \delta_\tau/2, \tau/2) \right], \quad (9)$$

$$K(l_1, l_2) \approx \left(\frac{E_N^2}{\mu} \right) \left[g_{40} \left(\frac{\tau}{2} \right) g_{42} \left(\frac{\tau}{2} \right) \min(l_1 - l_0 + \delta_\tau/2, l_2 - l_0 + \delta_\tau/2) + \right. \\ \left. - g_{40} \left(\frac{1}{2} \right) g_{42} \left(\frac{1}{2} \right) \max(l_1 - l_0 + \delta_\tau/2, l_2 - l_0 + \delta_\tau/2) + G_{42} \left(\frac{\tau}{2} \right) + \right. \\ \left. + g_{42} \left(\frac{\tau}{2} \right) \min(l_2 - l_1, \tau/2) + G_{42} \left(\frac{\tau}{2} \right) + G_{40} \left(\frac{\tau}{2} \right) - G_{42} \left(\frac{\tau}{2} \right) \right]$$

где $G_{mn}(\tau) = \int_{\tau}^{\tau} g_{mn}(\tau') d\tau'$, $g_{mn}(\tau) = f^m(\tau) \left[1 + qf^2(\tau) \right]$. При выводе (9) полагалось, что выполняется условие $\Delta t \gg |\tau^* - \tau_0|$, т.е. расстройка по длительности импульса много меньше характерного времени изменения функции $f(\tau)$.

Используя (9), аналогично [2] можно показать, что разностный функционал $\Delta(\tau) = M^*(\tau) - M^*(\tau)$ представляет собой марковский случайный диффузионного типа со ступенчатым изменением коэффициентов сноса и диффузии. Тогда, следуя методике, изложенной в [2], можно получить замкнутые аналитические выражения для функций распределения $F_0(l_0) = P[l_1 < l]$, $F_S(\tau) = P[M^*(\tau) > \kappa]$ положения и величины наибольшего максимума решающей статистики $M^*(\tau)$. Функции распределения $F_a(l_0) = P[l_1 < l]$, $F_N(\tau) = P[M^*(\tau) > \kappa]$ положения и величины наибольшего максимума функционала $M^*(\tau)$ на интервале Γ_N аномальной оценки l_q были найдены так же, как в [2]. На основе $F_0(l_0)$, $F_a(l_0)$, $F_S(\tau)$, $F_N(\tau)$ конкретизированы выражения для условных смещения (систематической ошибки) и рассеяния (среднего квадрата ошибки) КПО (6) без учета и с учетом аномальных ошибок. Показано, что в общем случае при ненулевых расстройках по длительности сигнала (2) оценка λ_q является условно смещенной и не обладает свойством состоятельности (т.е. ее рассеяние ограничено снизу при сколь угодно больших выходных ОСШ).

Полученные результаты позволили также записать асимптотически точные формулы для характеристик обнаружения случайного импульсного сигнала (2) с неизвестным моментом появления и неточно известной длительностью, наблюдаемого на фоне белого шума. Как известно, обнаружитель принимает решение о наличии полезного сигнала на основе сравнения величины абсолютного максимума логарифма ФОП с порогом c , выбранным в соответствии с заданным критерием оптимальности обнаружения. Тогда согласно (5) с порогом необходимо сравнивать величину

$$L = \sup_{\lambda \in \Lambda_1, \Lambda_2} L(\tau^*) \approx \sup_{\lambda \in \Lambda_1, \Lambda_2} M(\tau^*) \approx M^*(\tau_q^*), \quad (10)$$

где $M^*(\tau)$, λ_q определяются из (6).

Структурная схема алгоритма обнаружения (10) случайного импульса (2) может быть очевидным образом получена из структурной схемы, представленной на рис. 1, путем замены

экстрематора 5 на решающее устройство, которое анализирует входную реализацию $M^* \text{ (6)}$ на интервале $\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$ и выносит решение о наличии или отсутствии сигнала (2) на основе сравнения с порогом c абсолютного максимума реализации $M^* \text{ (6)}$.

В качестве характеристик обнаружителя импульса (2), работающего на основе (10), использованы вероятности ошибок 1-го рода (ложной тревоги) и 2-го рода (пропуска сигнала). Показано, что для указанных вероятностей справедливы аппроксимации

$$\alpha = P \left[M^* \text{ (6)} \geq c \mid x \text{ (6)} = n \text{ (6)} \right] \approx 1 - F_N \text{ (6)}, \quad \beta = P \left[M^* \text{ (6)} < c \mid x \text{ (6)} = s \text{ (6)} + n \text{ (6)} \right] \approx F_N \text{ (6)} F_S \text{ (6)},$$

где $F_N \text{ (6)}$, $F_S \text{ (6)}$ определены выше.

С целью определения эффективности предложенных измерителя и обнаружителя случайного импульса (2) с неизвестным моментом появления и неточно известной длительностью было выполнено статистическое моделирование алгоритмов (6), (10) на ЭВМ. Установлено, что квазиоптимальные приемники случайного импульса (6), (10) являются работоспособными, а асимптотически точные формулы для их характеристик удовлетворительно согласуются с соответствующими экспериментальными данными при выходных ОСШ $z_q > 1 \dots 3$.

Литература

Чернояров О.В. Оценка времени прихода узкополосного случайного импульса произвольной формы // Радиотехника. – 2009, № 12, с. 12-18.

Чернояров О.В. Статистический анализ случайных импульсных сигналов на фоне белой и коррелированной помех в условиях параметрической априорной неопределенности // Моделирование развития информационно-телекоммуникационных систем / Под ред. А.В.Бабкина. – СПб.: Изд-во «Синтез Бук», 2009, с. 79-145.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ УСТРОЙСТВАМИ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ.

Смирнов Е.П. (г. Москва, НИУ МЭИ, кафедра РТП)

Presented a new architecture that allows for efficient communication between a instrument of secondary handling and a FPGA, both in terms of hardware resource utilization and performance. The underlying idea that allows for immediate transmission of packets, as soon as a send request signal arrives, consists of storing all static fields of the header section and only using subtracter to calculate the header checksum field based on total length value.

Введение

Одновременно с повышением производительности и увеличением объема современных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), на базе которых строятся устройства первичной обработки радиолокационных данных, повышается и их эффективность в системах передачи данных. Скорости ввода/вывода, а так же последовательный характер выполнения операция формирования и обработки пакетов данных являются узким местом сетевых контролеров, что напрямую влияет на их производительность. В то время как PCI Express [1] представляет одно из самых быстрых, но и дорогих решений соединения ПЛИС с центральным процессором (ЦП), существует много приложений с требованиями достаточными для использования гигабитного Ethernet [2].

В статье рассматривается пример эффективного использования ресурсов ПЛИС для реализации соединения ПЛИС-устройство вторичной обработки (УВО) по гигабитному Ethernet с минимальными затратами ресурсов внутри ПЛИС. Так же для уменьшения использования ресурсов ПЛИС предлагается урезанный алгоритм для вычисления контрольной суммы, который позволяет инициализировать пакетную передачу сразу без требования к получению, хранению и обработке пользовательских данных заранее.

Если же рассматривать в качестве альтернативы PCI Express технические решения на базе стандарта Ethernet, который обладает преимуществом с точки зрения уменьшения издержек программирования для получения доступа к порту Ethernet УВО. С этой точки зрения наиболее подходящей реализацией аппаратного модуля является протокол транспортного уровня UDP [3], который инкапсулируется в пакеты Ethernet, которые согласуются с 4-ой версией интернет протокола (IPv4) [4].

У большинства современных ПЛИС имеются блоки для прямого доступа к внешним устройствам физического уровня РНУ (physical layer) такие как ЕМАС (Ethernet Media Access Controller). РНУ требуется для ЕМАС, чтобы соединиться с внешними устройствами (с сетью, ПК или с другой ПЛИС). Существует ряд интерфейсов для соединения внешней РНУ с ЕМАС, такие как RGMII, MII, GMII и SGMII [2]. В данной работе будет рассмотрен только блок формирования пакетов (БФП), а так же блок приема пакетов (БПП), который не будет меняться при переходе от интерфейса к интерфейсу, и может быть подключен на прямую к интерфейсу ЕМАС клиента, что позволяет сэкономить ресурсы за счет удаления петли обратной связи FIFO (First In, First Out). На ПЛИС среднего размера фирмы Альтера EP3C55 [5] проект, содержащий БФП и БПП, занимает меньше одного процента ресурсов, а так же может работать на частоте 125 МГц, что соответствует гигабитной скорости передачи данных.

1. Минимизация ресурсов передатчика

Блок формирования UDP IPv4 пакетов был разработан как часть большого проекта, в котором он должен использовать минимум ресурсов. Для минимизации ресурсов ПЛИС, используемых на передаче данных по Ethernet, были упразднены модули исправления ошибок.

Базовая идея для реализации БФП заключается в том, чтобы хранить статические, т.е. не изменяемые, поля пакета, соответствующие стандарту IEEE 802.3, а так же протоколам IPv4 и UDP, во внутренней ROM памяти ПЛИС, что позволяет значительно экономить ресурсы. Кроме того, данный подход позволяет начинать передачу со следующего такта после команды на старт передачи.

Далее будет показано, как реализована внутренняя память ROM типа для хранения статических полей (1.1), как минимизировать ресурсы для расчета контрольной суммы заголовка (1.2), а так же, как осуществляется передача пакетов (1.3).

1.1 Реализация внутренней памяти ПЛИС для хранения статических полей

Как уже было отмечено, внутренняя память ПЛИС хранит статические поля пакета на передачу. В их число входят следующие поля: MAC адрес получателя, MAC адрес отправителя, а так же тип Ethernet'a (Ethertype); т.е. основные части пакета согласно стандарту IEEE 802.3. Так же в ней хранятся статические поля заголовков протокола IPv4 и UDP.

Заголовок IPv4 содержит следующие поля: версия, размер заголовка, точка кода дифференцированных услуг (DSCP), явное уведомление о перегруженности (ECN), полная длина, идентификатор, флаги, смещение фрагмента, время жизни, протокол, контрольная сумма заголовка, адрес источника и адрес назначения [4]. Если поля размер пакета и контрольная сумма не статичны, то все остальные поля остаются неизменными, что позволяет их хранить в памяти внутри ПЛИС, тем самым увеличивая производительность системы в целом. Заголовок UDP состоит из следующих полей: порт источника, порт получателя, длина и контрольная сумма [3]. Так же как и было отмечено ранее все поля, кроме длины и контрольной суммы являются статичными и могут храниться во внутренней памяти ПЛИС.

Все вышеупомянутые статические поля записываются единожды и содержат базовые значения полей, которые соответствуют передаче между ПЛИС и УВО пустого пакета без данных. Значение поля длины содержит только длину поля заголовка.

1.2. Расчет контрольной суммы

Как уже было отмечено в пункте 1.1, первоначально сгенерированный статический пакет хранится в памяти внутри ПЛИС. Так же требуется дополнительная логика для генерации не статических полей, таких как длина и контрольная сумма. Для расчета конечной длины пакета требуется сумматор, который будет складывать длину передаваемых данных с постоянным значением длины заголовка. Далее будет показано, что для вычисления контрольной суммы требуется устройство вычитания.

Стандартный метод вычисления контрольной суммы описан в RFC 791 [4]. Для расчета контрольной суммы заголовков разбивается на слова (1 слово = 2 байта (октета) = 16 бит). Затем рассчитывается поразрядное дополнение до единицы суммы всех слов с поразрядным дополнением. Во время вычисления контрольной суммы самое значение поля контрольной суммы обнуляется.

Вычисление контрольной суммы заголовка может быть оптимизировано, благодаря определенной позиции поля полная длина в разделе заголовка IPv4. Как описано в протоколе IPv4, поле «полная длина» располагается после следующих полей: «Версия», «Длина Заголовка», DSCP и ECN. Эта позиция соответствует второму 16-разрядному операнду, так как поля версия и длина заголовка занимают 4 бита и поле DSCP + ECN 8 битов. Таким образом, поле полная длина - второй операнд дополнения. Следовательно, переполнения при суммировании произойти не может, т.к. значение поля полной длины не может быть больше 12 бит. Та-

ким образом, для вычисления контрольной суммы нужно взять значение заранее вычисленной контрольной суммы с базовым значением в поле полной длины (без учета длины ных). Контрольная сумма UDP может быть просто обнулена, т.к. целостность заголовка пакета IPv4 сохраняется через корректную контрольную сумму IPv4. Протокол UDP предполагает, что проверка на ошибки и их исправление либо не обязательны, либо выполняются на уровне приложения, таким образом, избегая издержек обработки ошибок на уровне сетевого интерфейса.

1.3. Передача пакетов

Эффективный с точки зрения экономии аппаратных ресурсов метод для реализации передачи «точка-точка» между УВО и ПЛИС иллюстрируется на рисунке 1.

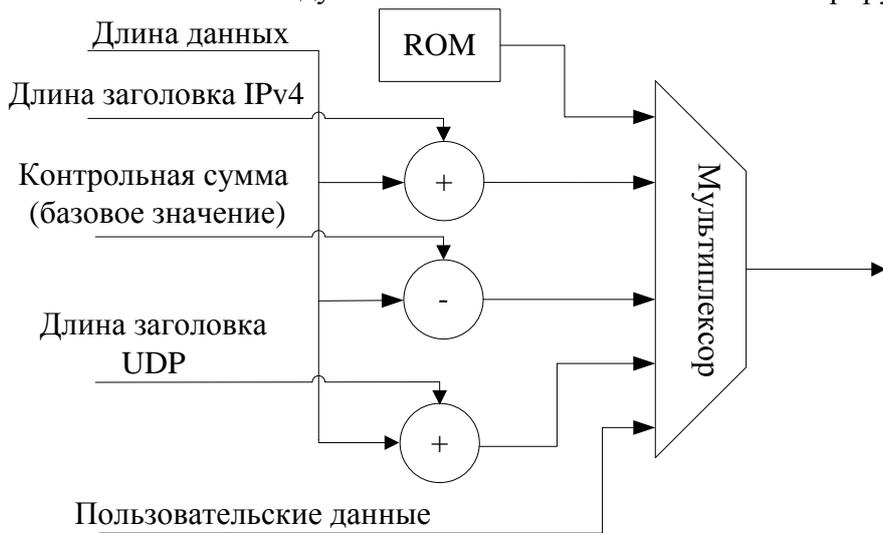


Рис. 1. Структурная схема БФП.

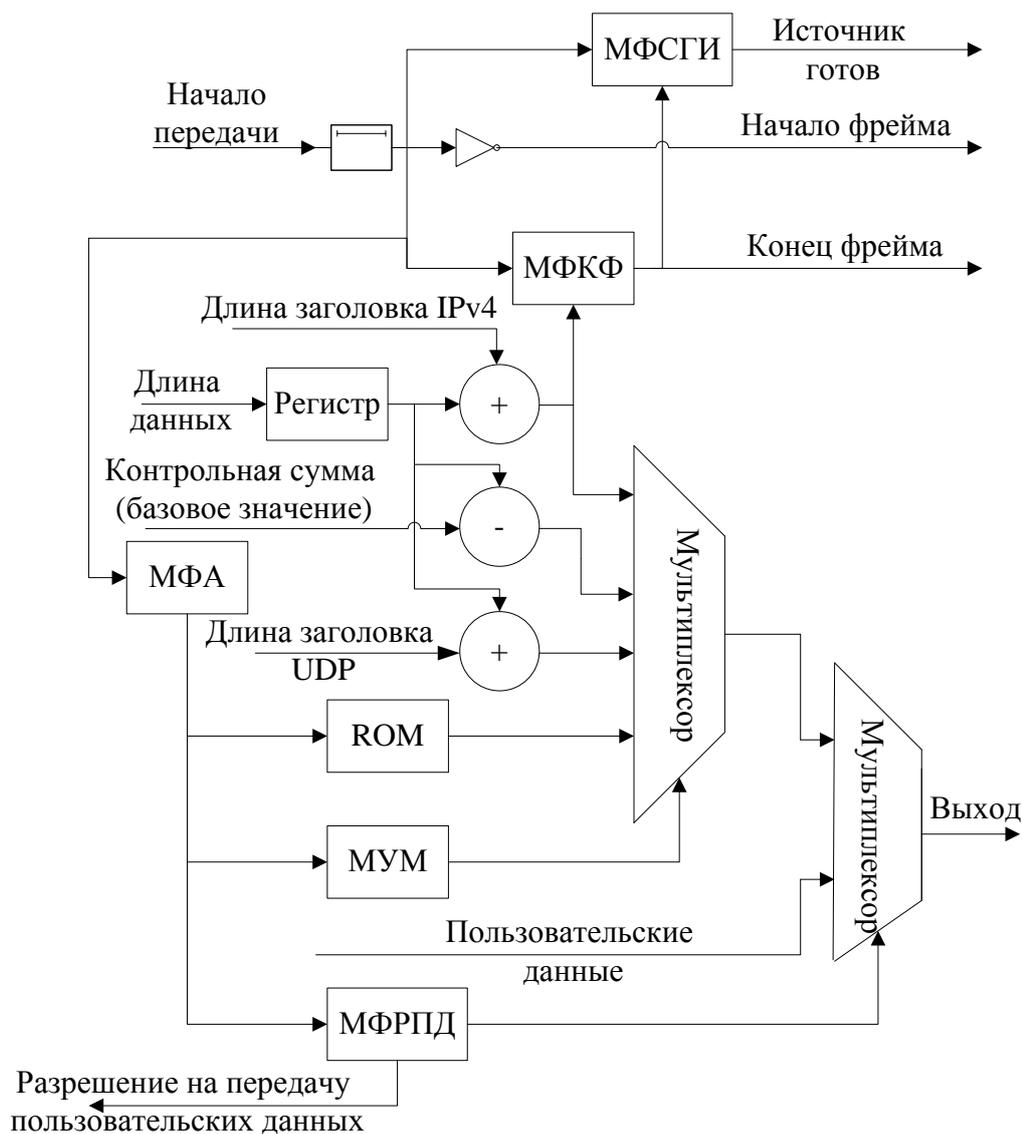


Рис. 2. Блок-схема БФП

2. Архитектура БФП и БПП

В данном разделе описывается архитектура блока формирования пакетов, которая выполняет передачу пакетов Ethernet UDP/IP. На рисунке 2 представлена блок-схема БФП. На рисунке 3 показано, на каком уровне соединяются блоки БФП и БПП с ЕМАС. Следует отметить, что архитектура блока приема пакетов (БПП) тривиальна. БПП состоит из счетчика, компаратора, и логики. Когда пакет прибывает на вход БПП, входящие байты считываются, а затем компаратор обнаруживает последний байт заголовка пакета, то есть поле контрольной суммы UDP. Идентификация полей заголовка происходит следующим способом: полученный байты сравниваются с априорно известными значениями полей заголовка и при их совпадении вырабатывается сигнал о принятом на данном такте поле. Когда последний байт поля контрольной суммы UDP получен, который в свою очередь является последним байтом раздела заголовка, БПП извлекает пользовательские данные, которые в дальнейшем используются внутри ПЛИС, например, направляются в блочные компоненты ОЗУ.

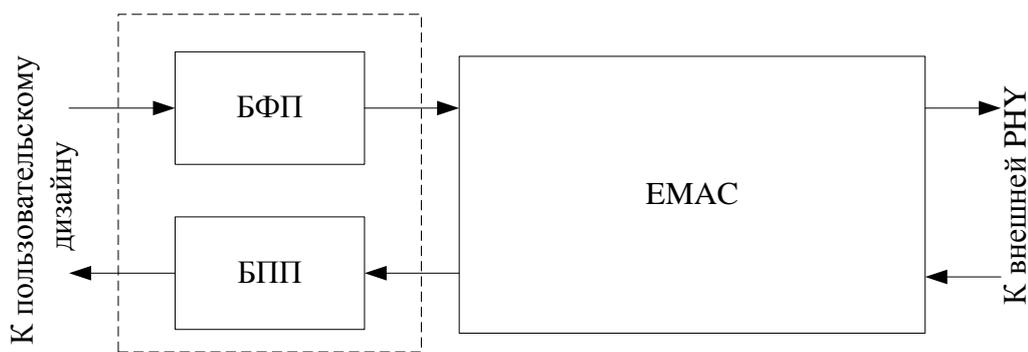


Рис. 3. Пример соединения БПП и БФП с EMAC

Выводы

Результаты, приведенные в таблице 1 указывают на то, что проект, описанный в данной статье, позволяет осуществлять передачу между УВО и ПЛИС на гигабитной скорости используя минимум аппаратных ресурсов. Данный вариант занимает значительно меньше логических элементов, а так же может работать на частоте выше, чем 125 МГц, требуемой для работы на гигабитной скорости.

Таблица 1. Потребление ресурсов ПЛИС EP3C55

Примеры дизайнов	Скоростной диапазон	Количество логических элементов (LEs)	Максимальная тактовая частота	Необходимая частота для гигабитного режима
10/100/1000 Mbps Ethernet MAC от More than IP.	-7	2500	150 МГц	125 МГц
Предлагаемый вариант: БФП, БПП под RGMII.	-7	692	179 МГц	125 МГц

Литература

PCI-SIG, «PCI Express Base Specification Revision 1.0», April 2002.

The ETHERNET Working Group, «IEEE STD 802.3 2002 specification», <http://www.Ieee802.org/3/>.

J. Postel, «User Datagram Protocol», RFC 768 (Standard), Internet Engineering Task Force, August 1980.

J. Postel, «Internet Protocol», RFC 791 (Standard), Internet Engineering Task Force, September 1981.

Altera, «Cyclone III Device Handbook», http://www.altera.com/literature/hb/cyc3/cyclone3_handbook.pdf.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ С ДВУМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ РАЗРЫВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Эвоян А. Г. (г. Москва, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»)

The synthesis of maximum-likelihood estimation algorithm of time delay, central frequency and spectral density value of a random impulse against white noise has been implemented. The definition technique of an optimum measurer's characteristics at two unknown discontinuous parameters of a useful signal has been illustrated.

Одной из актуальных проблем современной статистической радиофизики и радиотехники является анализ быстро протекающих и резко изменяющихся процессов и явлений, при которых зависимости тех или иных физических величин от времени имеют импульсный характер. При этом часть параметров импульса может быть неизвестна и содержать полезную информацию. Во многих приложениях в качестве модели импульсного процесса используется прямоугольный видео или радиоимпульс. Дальнейшим обобщением этой модели является класс сигналов со случайной субструктурой, представляющих собой результат амплитудной модуляции прямоугольного импульса реализацией стационарного гауссовского случайного процесса, время корреляции которого значительно меньше длительности импульса [1]. Примерами таких сигналов могут служить излучаемый или отраженный радиолокационный сигнал, информационный сигнал с шумовой несущей, сигнал, искаженный модулирующей помехой, импульсный сигнал с достаточно сложной и априори неизвестной формой (например, мониторингуемый OFDM-сигнал) и т.д.

Отдельные аспекты общей проблемы статистического анализа случайных импульсных сигналов со случайной субструктурой на фоне помех рассматривались и ранее. При этом, как правило, полагалось, что обрабатываемый импульс и его характеристики описываются непрерывными функциями, так что всегда существует требуемое число производных решающей статистики – логарифма функционала отношения правдоподобия (ФОР). Однако в ряде практических приложений реализации решающей статистики являются недифференцируемыми по некоторым неизвестным параметрам ни в каком вероятностном смысле. Следуя [2], параметры, для которых выполняется указанное условие, будем называть разрывными параметрами, а сигналы с таким неизвестными информативными параметрами – разрывными сигналами. Очевидно, вычислить для разрывных сигналов хотя бы потенциальную точность синтезированных алгоритмов их обработки (границу Крамера-Рао) не представляется возможным. Таким образом, цель настоящей работы – проиллюстрировать методику статистического анализа случайных импульсных сигналов при нарушении регулярности решающей статистики

Пусть на вход приемного устройства поступает аддитивная смесь

$$x(t) = s(t) + n(t), \quad t \in [0, T] \quad (1)$$

случайного импульсного сигнала

$$s(t) = \xi \begin{cases} 1, & \lambda_0 - \tau/2 \leq t \leq \lambda_0 + \tau/2; \\ 0, & t < \lambda_0 - \tau/2 \text{ или } t > \lambda_0 + \tau/2; \end{cases} \quad (2)$$

и гауссовского белого шума $n(t)$ с односторонней спектральной плотностью (СП) N_0 . В (2) обозначено: $\xi(t)$ – стационарный центрированный гауссовский случайный процесс, λ_0 – время прихода, а τ – длительность импульса. СП процесса $\xi(t)$ запишем в виде [1]:

$$G(\omega) = d_0/2 \cdot [I(\vartheta_0 - \omega) \cdot \Omega] + I(\vartheta_0 + \omega) \cdot \Omega],$$

где d_0 – величина, Ω – ширина полосы частот, $\vartheta_0 > \Omega/2$ – центральная частота СП, причем время корреляции случайной субструктуры $\xi(t)$ значительно меньше длительности импульса (2), т. е.

$$\mu = \tau\Omega/2\pi \gg 1. \quad (3)$$

На основе наблюдаемой реализации $x(t)$ (1) и имеющейся априорной информации необходимо оценить разрывные $\lambda_0 \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$, $\vartheta_0 \in [\Theta_1, \Theta_2]$ и непрерывный $d_0 \in [0, \infty)$ параметры сигнала (2).

При синтезе алгоритма оценивания воспользуемся методом максимального правдоподобия [2] и запишем логарифм ФОП $L(\lambda, \vartheta, d)$ для наблюдаемой реализации (1) как функцию текущих значений λ , ϑ и d неизвестных параметров λ_0 , ϑ_0 и d_0 соответственно. При выполнении (3) согласно [1] имеем

$$L(\lambda, \vartheta, d) = \frac{dM(\lambda, \vartheta)}{N_0(d + N_0)} - \mu \ln \left(1 + \frac{d}{N_0} \right), \quad M(\lambda, \vartheta) = \int_{\lambda - \tau/2}^{\lambda + \tau/2} \left[\int_{-\infty}^{\infty} x(t') h(t' - \vartheta) dt' \right]^2 dt, \quad (4)$$

где $h(t, \vartheta)$ – импульсная характеристика полосового фильтра, передаточная функция $H(\omega, \vartheta)$ которого удовлетворяет условию:

$$|H(\omega, \vartheta)|^2 = \begin{cases} 1, & \vartheta - \Omega/2 \leq |\omega| \leq \vartheta + \Omega/2, \\ 0, & |\omega| < \vartheta - \Omega/2 \text{ или } |\omega| > \vartheta + \Omega/2. \end{cases}$$

Тогда оценки максимального правдоподобия (ОМП) λ_m , ϑ_m и d_m времени прихода λ_0 , центральной частоты ϑ_0 и величины СП d_0 определяются как координаты положения наибольшего максимума логарифма ФОП:

$$(\lambda_m, \vartheta_m, d_m) = \arg \sup_{\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2], \vartheta \in [\Theta_1, \Theta_2], d \geq 0} L(\lambda, \vartheta, d). \quad (5)$$

Выполняя в (5) максимизацию по параметру d , приходим к оценкам вида

$$(\lambda_m, \vartheta_m) = \arg \sup_{\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2], \vartheta \in [\Theta_1, \Theta_2]} L(\lambda, \vartheta, d_m) = \arg \sup_{\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2], \vartheta \in [\Theta_1, \Theta_2]} M(\lambda, \vartheta),$$

(6)

$$d_m = \max_{\lambda, \vartheta} \{ M(\lambda, \vartheta) \} \mu - N_0.$$

Для нахождения характеристик ОМП (6) исследуем поведение функционала $M(\lambda, \vartheta)$ (4). Обозначим $S(\lambda, \vartheta) = \langle M(\lambda, \vartheta) \rangle$ – сигнальная [2], $N(\lambda, \vartheta) = M(\lambda, \vartheta) - \langle M(\lambda, \vartheta) \rangle$ – шумовая [2] составляющие функционала (4). Принимая во внимание асимптотически (при $\mu \rightarrow \infty$) гаус-

совский характер функционала (4) [1], ограничимся рассмотрением первых двух его моментов. При выполнении (3) получаем

$$\begin{aligned}
 S_{\mathbf{C}, \vartheta} &= \mu N_0 \left[+ q_0 C_{\mathbf{C}, \lambda_0, \tau} \mathcal{C}_{\mathbf{C}, \vartheta_0, \Omega} \right], \\
 & \quad B_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \vartheta_1, \vartheta_2} = \langle N_{\mathbf{C}_1, \vartheta_1} N_{\mathbf{C}_2, \vartheta_2} \rangle = \\
 & = \mu N_0^2 \left[q_0 \mathcal{C}_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \lambda_0, \tau} \mathcal{C}_{\mathbf{C}_1, \vartheta_2, \vartheta_0, \Omega} \mathcal{C}_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \tau} \mathcal{C}_{\mathbf{C}_1, \vartheta_2, \Omega} \right],
 \end{aligned} \tag{7}$$

где

$$R_{\mathbf{C}_1, l_2, l_0, t} = \begin{cases} 1 - |l_1 - l_2|/t - \begin{cases} \min(|l_1 - l_0|, |l_2 - l_0|)/t, & |l_1 - l_0| \geq |l_2 - l_0| \geq 0; \\ 0, & |l_1 - l_0| \geq |l_2 - l_0| < 0; \end{cases} \\ \text{если } \max(|l_1 - l_2|, |l_1 - l_0|, |l_2 - l_0|) \leq t; \\ \\ 0, & \text{если } \max(|l_1 - l_2|, |l_1 - l_0|, |l_2 - l_0|) \geq t; \end{cases}$$

$q_0 = d_0/N_0$, а $C_{\mathbf{C}_1, l_2, t} = 1 - |l_1 - l_2|/t$, если $|l_1 - l_2| \leq t$, и $C_{\mathbf{C}_1, l_2, t} = 0$, если $|l_1 - l_2| > t$. В малой окрестности значений $\lambda = \lambda_0$ и $\vartheta = \vartheta_0$, когда $\max(|\lambda - \lambda_0|/\tau, |\vartheta - \vartheta_0|/\Omega) = \delta \rightarrow 0$, моменты (7) функционала (4) допускают аппроксимации

$$S_{\mathbf{C}, \vartheta} \approx S_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0} \approx S_{\mathbf{C}, \vartheta_0} \approx S_{\mathbf{C}_0, \vartheta} \approx o(\delta), \tag{8}$$

$$B_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \vartheta_1, \vartheta_2} \approx B_{\mathbf{C}_0, \lambda_0, \vartheta_0, \vartheta_0} \approx B_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \vartheta_0, \vartheta_0} \approx B_{\mathbf{C}_0, \lambda_0, \vartheta_1, \vartheta_2} \approx o(\delta),$$

где $o(\delta)$ – величина большего порядка малости, чем δ . Обозначим m_0 – гауссовская случайная величина с математическим ожиданием $S_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0}$ и дисперсией $B_{\mathbf{C}_0, \lambda_0, \vartheta_0, \vartheta_0}$, причем случайная величина m_0 и случайное поле $M_{\mathbf{C}, \vartheta}$ статистически независимы, а $L_f(\mathbf{C})$, $L_t(\mathbf{C})$ – взаимно статистически независимые гауссовские случайные процессы с математическими ожиданиями $S_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0}$, $S_{\mathbf{C}, \vartheta_0}$ и корреляционными функциями $B_{\mathbf{C}_0, \lambda_0, \vartheta_1, \vartheta_2}$, $B_{\mathbf{C}_1, \lambda_2, \vartheta_0, \vartheta_0}$ (7) соответственно. Тогда из (8) следует, что при $\delta \rightarrow 0$, $\mu \rightarrow \infty$ моменты функционала $M_{\mathbf{C}, \vartheta} \approx m_0$ совпадают с соответствующими моментами гауссовского случайного поля $M'_{\mathbf{C}, \vartheta} \approx L_f(\mathbf{C}) \approx L_t(\mathbf{C})$.

Согласно (7) сигнальная составляющая $S_{\mathbf{C}, \vartheta}$ функционала (4) достигает наибольшего максимума при $\lambda = \lambda_0$, $\vartheta = \vartheta_0$, а реализации шумовой составляющей $N_{\mathbf{C}, \vartheta}$ непрерывны с вероятностью 1. Следуя [1,2], положим, что ОМП $\mathbf{C}_m, \vartheta_m$ (6) обладают высокой апостериорной точностью, т.е. выходное ОСШ [1,2] для алгоритма (6)

$$z^2 = \frac{M_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0} \approx S_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0} \pm \tau, \vartheta_0 \pm \Omega}{\langle N^2_{\mathbf{C}_0, \vartheta_0} \rangle} = \mu q_0^2 / (\mathbf{C} + q_0) \tag{9}$$

достаточно велико. Тогда координаты $\lambda = \lambda_m$, $\vartheta = \vartheta_m$ положения наибольшего максимума функционала $M_{\mathbf{C}, \vartheta}$ лежат в малой окрестности значений $\lambda = \lambda_0$, $\vartheta = \vartheta_0$ соответственно, а при $z \rightarrow \infty$: $\vartheta_m \rightarrow \vartheta_0$, $\lambda_m \rightarrow \lambda_0$ в среднеквадратическом. Положим, что величина z^2 (9) настолько велика, что в указанной окрестности справедливы аппроксимации (8), и моменты

функционалов $M(\mathbf{C}, \vartheta) \rceil m_0$ и $M'(\mathbf{C}, \vartheta)$ совпадают, Следовательно, характеристики ОМП λ_m и ϑ_m (6) совпадают с характеристиками оценок

$$\lambda'_m = \arg \sup_{\lambda \in \mathbb{R}_1, \Lambda_2} M'(\mathbf{C}, \vartheta'_m) \equiv \arg \sup_{\lambda \in \mathbb{R}_1, \Lambda_2} L_t(\mathbf{C}), \quad \vartheta'_m = \arg \sup_{\vartheta \in \mathbb{R}_1, \Theta_2} M'(\mathbf{C}_m, \vartheta) \equiv \arg \sup_{\vartheta \in \mathbb{R}_1, \Theta_2} L_f(\mathbf{C}) \quad (10)$$

соответственно. Характеристики оценок (10) можно найти как частный случай результатов [3,4]. Из [3,4] для нормированных условных смещений и рассеяний ОМП (6) получаем

$$b_{\lambda_m} = \langle \lambda_m - \lambda_0 \rangle / \tau \equiv b_{\vartheta_m} = \langle \vartheta_m - \vartheta_0 \rangle / \Omega = 0, \quad (11)$$

$$V_{\lambda_m} = \langle (\lambda_m - \lambda_0)^2 \rangle / \tau^2 \equiv V_{\vartheta_m} = \langle (\vartheta_m - \vartheta_0)^2 \rangle / \Omega^2 = 13 \left[1 + \langle \mathbf{C} + \mathbf{q}_0 \rangle^2 \right] / 8\mu^2 q_0^4.$$

Из (11) следует, что при $z^2 \gg 1$ (9) нормированные рассеяния ОМП (6) имеют порядок z^{-4} , а для самих ОМП справедливы аппроксимации

$$\lambda_m = \lambda_0 + \tau \left[z^{-2} u + o(z^{-2}) \right], \quad \vartheta_m = \vartheta_0 + \Omega \left[z^{-2} v + o(z^{-2}) \right], \quad (12)$$

где u и v – случайные величины, для которых $\langle u \rangle = \langle v \rangle = 0$, $\langle u^2 \rangle = O(z^0)$, $\langle v^2 \rangle = O(z^0)$, а $O(z^{-2})$ – величина порядка z .

Запишем теперь характеристики ОМП d_m (6). При фиксированных $\lambda_m = \lambda^*$, $\vartheta_m = \vartheta^*$ нормированные условные смещение $b_{d_m} = \langle d_m - d_0 \rangle / d_0$ и дисперсию $D_{d_m} = \langle (d_m - \langle d_m \rangle)^2 \rangle / d_0^2$ оценки d_m можно получить из (6) путем непосредственного усреднения по реализациям наблюдаемых данных $x(\mathbf{C})$ (1):

$$b_{d_m} = C(\mathbf{C}^*, \lambda_0, \tau) \left[C(\mathbf{C}^*, \vartheta_0, \Omega) \right]^{-1},$$

$$D_{d_m} = \left[1 + C(\mathbf{C}^*, \lambda_0, \tau) \left[C(\mathbf{C}^*, \vartheta_0, \Omega) \right]^{-1} \langle \mathbf{C} + \mathbf{q}_0 \rangle \right] \mu q_0^2.$$

Из этих выражений с учетом случайного характера (12) ОМП λ_m и d_m (6) получаем

$$b_{d_m} = O(z^{-2}), \quad D_{d_m} = \left[1 + \langle \mathbf{C} + \mathbf{q}_0 \rangle \left[1 + O(z^{-2}) \right] \right] \mu q_0^2 = O(z^{-2}). \quad (13)$$

При выполнении условия $z^2 \gg 1$ (9): $b_{d_m}^2 \ll D_{d_m}$, так что ОМП d_m (6) можно считать приближенно несмещенной. Ограничиваясь в выражении для дисперсии (13) слагаемыми, имеющими наименьший порядок малости по z , окончательно получаем:

$$b_{d_m} = 0, \quad D_{d_m} = \langle \mathbf{C} + \mathbf{q}_0 \rangle / \mu q_0^2. \quad (14)$$

Точность формул (11), (14) для характеристик ОМП (6) возрастает с увеличением μ (3) и z^2 (9).

Из (10), (14) в частности следует, что при выполнении (3) и $z^2 \gg 1$ (9) характеристики ОМП частотно-временных параметров импульса совпадают с соответствующими характеристиками ОМП, найденными при априори известных остальных параметрах полезного сигнала (т.е.,

в условиях высокой апостериорной точности качество оценки времени прихода импульсного сигнала не зависит от незнания его центральной частоты и величины СП; соответственно, качество оценки центральной частоты импульса также не зависит от незнания его времени прихода и величины СП). Кроме того, характеристики ОМП (б) величины СП случайного импульса (2) с неизвестными временем прихода и центральной частотой совпадают с соответствующими характеристиками ОМП величины СП при априори известных времени прихода и центральной частоте.

Полученные результаты наглядно иллюстрируют методику статистического анализа случайных импульсных сигналов с двумя разрывными параметрами и могут быть использованы в радиофизических измерениях, при обработке случайных импульсов оптического, акустического, электромагнитного, гравитационного и иных происхождений, в системах передачи и обработки информации, в системах контроля и управления технологическими процессами, в других областях науки и техники, связанных с регистрацией и измерением случайных процессов.

Литература

Трифонов А.П., Нечаев Е.П., Парфёнов В.И. Обнаружение стохастических сигналов с неизвестными параметрами. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 246 с.

Трифонов А.П., Шинаков Ю.С. Совместное различение сигналов и оценка их параметров на фоне помех. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.

Трифонов А.П., Захаров А.В. Прием сигнала с неизвестной временной задержкой при наличии модулирующей помехи // Изв. вузов. Сер. Радиоэлектроника. – 1986. – Т.29. – №4. – С 36-41.

Чернояров О.В. Статистический анализ случайных импульсных сигналов на фоне белой и коррелированной помех в условиях параметрической априорной неопределенности // Моделирование развития информационно-телекоммуникационных систем / Под ред. А.В.Бабкина. – СПб.: Изд-во «Синтез Бук», 2009. – С. 79-145.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ТЕСТИРОВАНИЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ МАТРИЦ

Яров В. Н., Калитёнков Н. В., Милкин В. И. (г. Мурманск, Мурманский Государственный Технический Университет ,кафедра Радиотехники и Радиотелекоммуникационных систем)

Abstract. The paper is devoted to the LED Matrix the main technical parameters testing in the different operating modes. The testing results, conclusions and use application recommendations are present in the paper.

Аннотация. Настоящая работа посвящена исследованию важнейших параметров светодиодных матриц при работе в различных режимах. Приведены результаты исследований и сделаны рекомендации по применению светодиодных матриц в источниках света различного назначения.

Введение

В настоящее время бурного увеличения энергопотребления и стоимости энергии особое значение приобретают инновационно-востребованные энергосберегающие технологии, основанные на новейших научно-технических достижениях в различных областях. В частности, к таким инновационным технологиям следует отнести внедрение мощных светодиодных матриц, являющихся источниками света нового поколения. Светильники, выполненные на светодиодных матрицах, не уступают дуговым лампам высокого давления (и даже превосходят их) по всем важнейшим выходным светотехническим параметрам и при этом экономичнее их. Массогабаритные характеристики светодиодных матриц в десятки раз меньше, чем у ламп серии ДРЛ. Важным фактором является и более низкий уровень побочных электромагнитных и акустических помех, в том числе и экологического направления. Уже сегодня, прослеживается нарастающая тенденция перехода на новые экономичные источники света. Однако информация отечественных и иностранных производителей и дистрибьютеров о технических параметрах предлагаемых ими матриц и официальные паспортные данные, часто являются неполными, требующими дополнительных исследований.

Цель исследований

Исходя из этого, на кафедре Радиотехники и Радиотелекоммуникационных систем Мурманского Государственного Технического Университета, были проведены исследования светотехнических, электрических и температурных характеристик светодиодных матриц с целью сравнительного анализа паспортных и экспериментальных данных, а также поиском наиболее экономичных режимов работы этих устройств и перспектив применения.

Основная часть. Состав оборудования

Исследовались матрицы типа PRIME на металлической подложке со следующими параметрами, заявленными дистрибьютером [2]:

Световой поток: 2000лм (заявлено производителем)

Цветовая температура: 6000К (холодный белый)

Мощность: 20Вт

Напряжение питания: 16-18 В

Потребляемый ток: 1400мА

Габаритные размеры, мм: 57x40x4,5

Присоединительные размеры, мм: 34x34

Масса, г: 31

Исследования проводились на лабораторной установке, состоящей из следующих основных элементов:

Универсальный источник питания типа НУ3005F-2, который может работать в режиме стабилизатора напряжения или тока. При этом $U_{\text{вых}} = 0 \dots 60 \text{ В}$, $I_{\text{вых}} = 0 \dots 5 \text{ А}$. Источник имеет встроенные приборы измерения напряжения и тока со светодиодной цифровой индикацией.

Исследуемая матрица закреплена на алюминиевом теплоотводе с площадью $S = 400 \text{ см}^2$. При монтаже матрицы на теплоотвод применялась теплопроводная паста КПТ-8.

Серый нейтральный светофильтр с коэффициентом прозрачности $K = 30\%$, где $K = (F_{\text{вых}} / F_{\text{вх}}) * 100\%$

Штатив с измерителем высоты и подвижной кареткой для размещения датчика люксметра.

Универсальный люксметр СЕМ DT-1308 с выносным датчиком

Дистанционный лазерный термометр GM300 для измерения температуры теплоотвода в различных точках.

Контактный термометр M838 с датчиком на термопаре для измерения температуры теплоотвода вблизи матрицы.

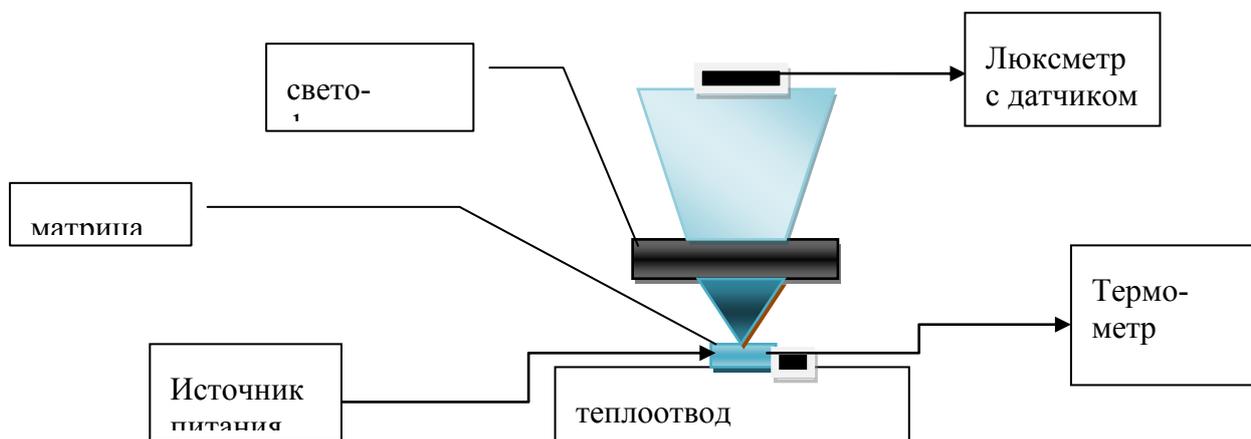


Рис. 1 Структурная схема лабораторной установки

Расстояние от матрицы до датчика люксметра выбрано $l = 0,5$ м. Сила света рассчитывалась в соответствии с выражением: $I_{\text{кд}} = E * l^2$. Световой поток рассчитывался по формуле

$F_{\text{лм}} = I * 2\pi(1 - \cos(\alpha/2))$, где α – плоский угол диаграммы направленности светового излучения матрицы. $\alpha = 120^0$.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные

I, А	U, В	P, Вт	L, лк	L*, лк	T, °С	I, кд	F, лм	σ , лм/Вт
0,7	15,2	10,64	309	1029,0	45	257,2	807,7	75,9
0,8	15,4	12,32	354	1178,8	51	294,7	925,4	75,1
0,9	15,6	14,04	391,5	1303,7	57	325,9	1023,4	72,9
1	15,8	15,8	430	1431,9	62	358,0	1124,0	71,1
1,1	16	17,6	465	1548,5	64	387,1	1215,5	69,1
1,2	16,1	19,32	495	1648,4	70	412,1	1294,0	67
1,3	16,3	21,19	531,5	1769,9	76	442,5	1389,4	65,6
1,4	16,5	23,1	602,5	2006,3	80	501,6	1575,0	64

Примечание: L*, лк – расчетное значение освещенности без светофильтра

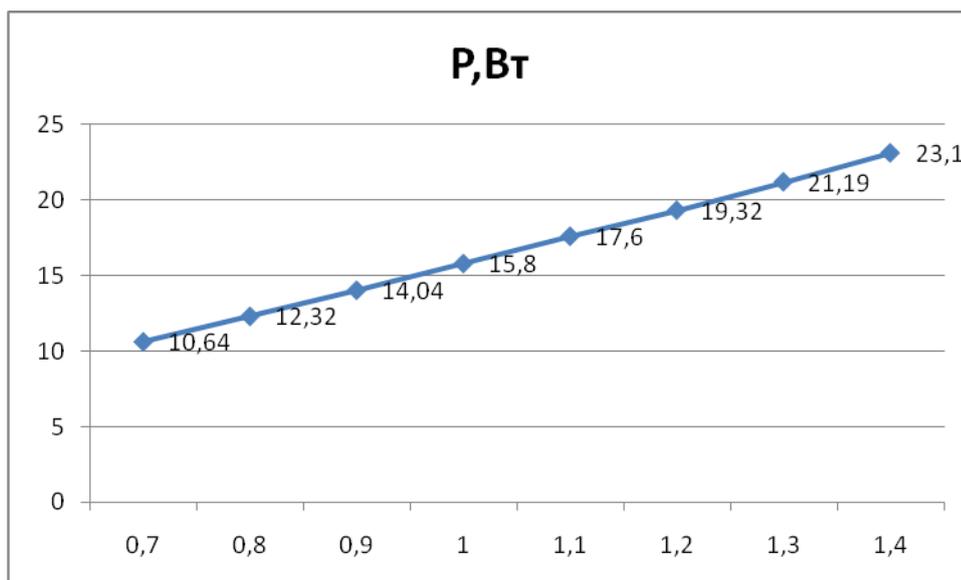


Рис.2 Зависимость потребляемой мощности от тока

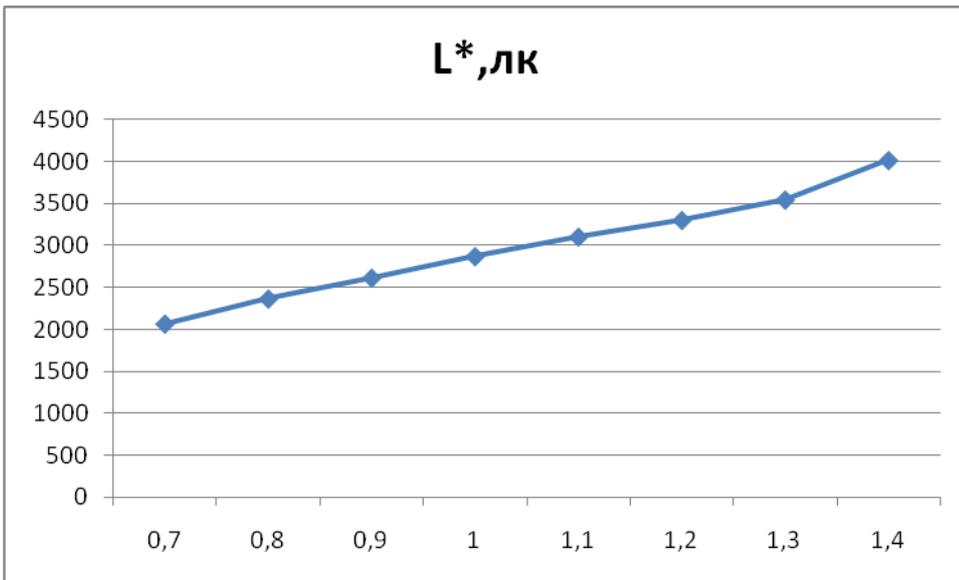


Рис.3 Зависимость освещенности от тока

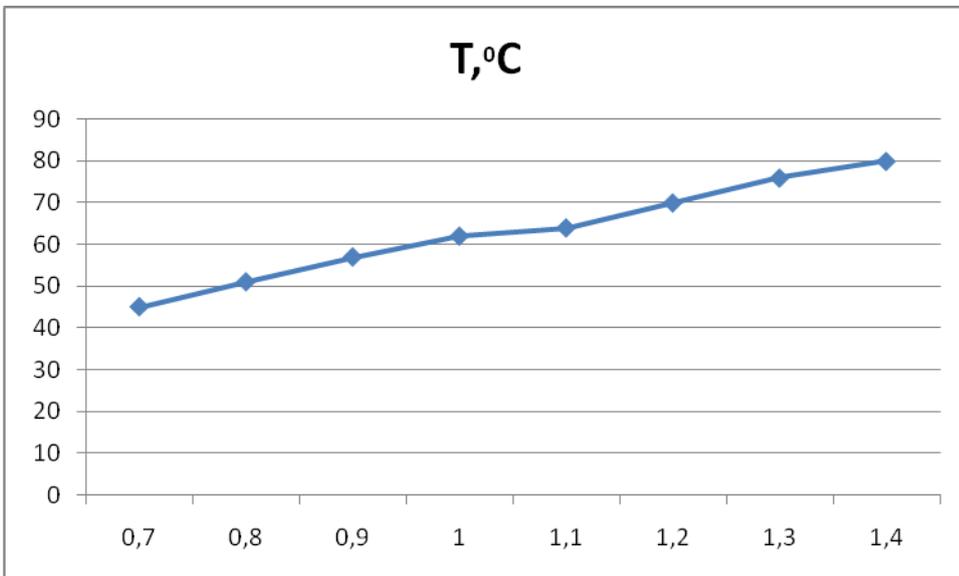


Рис.4 Зависимость температуры теплоотвода вблизи матрицы от тока

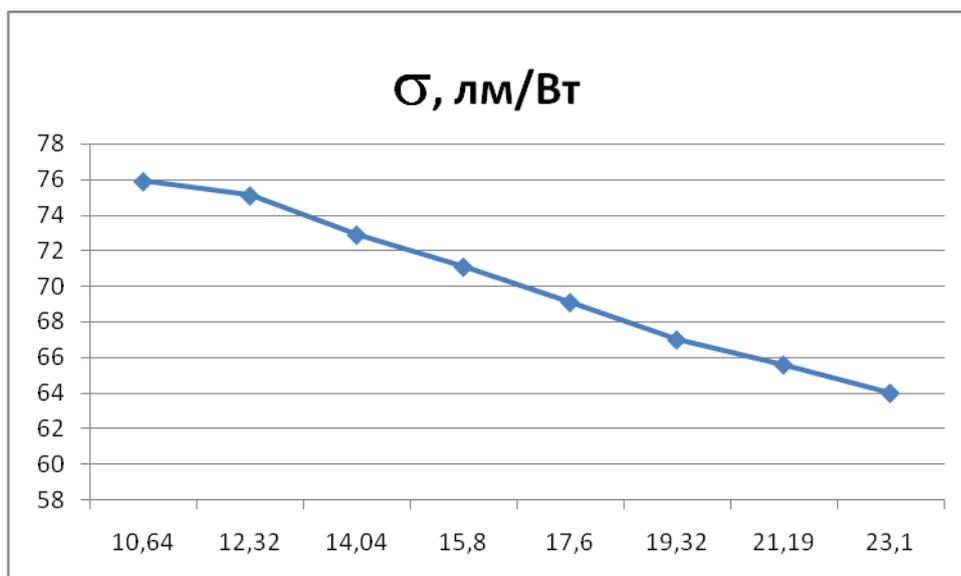


Рис.5 Зависимость удельной светоотдачи от потребляемой мощности

Выводы

В соответствии с результатами экспериментальных исследований и анализа расчетных данных очевидно, что исследуемая матрица вполне пригодна для применения в современных уличных светильниках.

Однако потребляемая мощность превосходит заявленную: 23 Вт на допустимом рабочем токе 1,4 А (см. рис. 2), а световой поток существенно ниже заявленного: 1600 лм (см. таблицу 1).

Спектральный состав излучения матрицы смещен в сине-фиолетовую область, поэтому она может применяться в светильниках внутреннего размещения совместно с матрицами желто-зеленого спектра.

При эксплуатации матрицы особое внимание следует обратить на качество теплоотвода. Так, при кратковременном искусственном ухудшении механического контакта устройства с теплоотводом (отдавались крепежные винты), температура радиатора вблизи матрицы достигала 126⁰С.

Литература

В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич « Электрическое освещение» Минск «Техноперспектива» 2008

http://www.zapas-m.ru/shop/UID_70.html