

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2020

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Мурманск, 1 декабря 2020 г.)

[Текстовое электронное издание](#)

Мурманск
Издательство МГТУ
2021

УДК 001(063)
ББК 95+72+74.484я431
Н 34

Редакционная коллегия:

Л. С. Баева, канд. техн. наук, доцент
М. В. Васёха, д-р техн. наук, доцент
Ж. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент
Е. В. Макаревич, канд. биол. наук, доцент

Н 34 Наука и образование – 2020 : материалы всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1 декабря 2020 г. / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2021. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium II 128 MbRAM ; Windows 9X–10 ; свободное место на HDD 131 Mb ; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-907368-31-6

В сборнике опубликованы доклады участников всероссийской научно-практической конференции "Наука и образование – 2020", которая состоялась 1 декабря 2020 г. в Мурманском государственном техническом университете.

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

Текстовое электронное издание
Минимальные системные требования:
РС не ниже класса PentiumII 128 MbRAM;
свободное место на HDD 131 Mb;
привод для компакт дисков CD-ROM 2x и выше.

© Мурманский государственный
технический университет, 2021

Текстовое электронное издание

Научное издание

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

Наука и образование – 2020
Материалы всероссийской научно-практической конференции

Редакционная коллегия:

Л. С. Баева, канд. техн. наук, доцент
М. В. Васёха, д-р техн. наук, доцент
Ж. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент
Е. В. Макаревич, канд. биол. наук, доцент

Подписано к использованию 08.11.2021

Объём издания 28,2 Мб

Тираж 30 экз.

ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет"

183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.

Телефон (8152) 40-33-56

Факс (8152) 40-35-56

E-mail: office@mstu.edu.ru

<http://www.mstu.edu.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	11
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ МОДЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА "ОПЫТНЫЙ"	12
<i>Ерещенко В. В., Кайченев А. В., Яценко В. В., Яроцкая А. А., Ложкин Д. А.</i>	
СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ: ПРОДОЛЖЕНИЕ ОБЗОРА СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ	18
<i>Жук А. А., Столянов А. В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА МОДЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА "ОПЫТНЫЙ"	24
<i>Кайченев А. В., Лукин С. А., Рабынин А. Б.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ НА БАЗЕ УСТРОЙСТВ MITSUBISHI ELECTRIC В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	33
<i>Потапов Н. С., Кайченев А. В. Яценко В. В.</i>	
АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ПРОГРАММЫ – ЦИФРОВОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ МОРСКИХ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ, СПОСОБНОЙ ПОВЫСИТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	39
<i>Романов С. Ф.</i>	
БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ.....	43
К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ МОРФОЛОГИИ ГОНАД ГОЛОТУРИИ MOLPADIA VOREALIS M. SARS, 1859 КАРСКОГО МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД.....	44
<i>Гарбуль А. В., Индушко В. В., Гарбуль Е. А.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОМЫСЛА В КАРСКОМ МОРЕ.....	48
<i>Долгов А. В.</i>	
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖАБР ЧЕРНОМОРСКОЙ СКОРПЕНЫ	51
<i>Зозуль А. Ю., Кузьминова Н. С.</i>	
НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГОЛУБЯХ В РАЗНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ.....	55
<i>Мартемьянова К. Ю., Кузьминова Н. С., Мишина Э. В.</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И ОРУДИЙ РЫБОЛОВСТВА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДОБЫЧИ РЯПУШКИ (COREGONUS ALBULA) В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОЕ	58
<i>Недоступ А. А., Ражев А. О., Макаров В. В., Шибяев С. В., Алдушин А. В.</i>	

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА	64
ГАРАНТИРОВАННЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРА КОМПЕТЕНЦИИ СУДОВОГО СПЕЦИАЛИСТА	65
<i>Березенко С. Д., Пеньковская К. В., Удалов О. П., Меньшиков В. И.</i>	
СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА РАЗМЕЩЕНИЯ РЕСУРСА В СУДОВОЙ КЛЮЧЕВОЙ ОПЕРАЦИИ ПО МАТРИЦЕ "РИСКИ – ВЫДЕЛЕННЫЕ РЕСУРСЫ"	69
<i>Бобрович М. С., Пеньковский Д. В., Матонин А. В., Меньшиков В. И.</i>	
ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПО ТЕПЛОВОМУ РЕЖИМУ И ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ	74
<i>Кучеренко В. В., Буев С. А.</i>	
ВЫСОКОПРОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ГАРАНТ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФЛОТА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ	79
<i>Пашеева Т. Ю.</i>	
ТРЕБОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ СУДОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ПОЛЯРНЫХ ВОДАХ	85
<i>Петров А. Л. Баева Л. С. Петрова Н. Е. Кумова Ж. В.</i>	
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ СИСТЕМ	89
<i>Тимонина Т. М.</i>	
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ	92
ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАНИТОВ С ВОЛЬФРАМОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ (МУРМАНСКИЙ БЛОК, КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)	93
<i>Галеева Е. В. Кудряшов Н. М.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ	98
РАЗРАБОТКА RUTNOM-БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ДОСТУПА К МОДЕЛИ ПРОДОЛЬНЫХ ТОКОВ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	99
<i>Золотов О. В., Романовская Ю. В., Гостева А. Д.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СПУСКАЕМОЙ КОЛОННЫ ТРУБ ЧЕРЕЗ АКВАТОРИЮ	103
<i>Мионов Д. Р., Морозов А. Н., Кортаев Б. А.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ "МАСШТАБЫ МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ПРОЦЕССОВ РЫБОЛОВСТВА" ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛА ДЛЯ ВЫЛОВА РЯПУШКИ (COREGONUS ALBULA) В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОЕ	107
<i>Недоступ А. А., Ражев А. О., Макаров В. В.</i>	
РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ И РАДИОСВЯЗЬ	112
ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ НЕОБИТАЕМЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТОМ В РАЙОНЕ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА	113
<i>Борисова Л. Ф., Борисов О. Д.</i>	

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КВ-РАДИОСВЯЗИ В АРКТИКЕ	118
<i>Гурин А. В., Волков М. А.</i>	
ПОИСКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРСИЙ ЗИГЗАГООБРАЗНЫХ АНТЕНН В ЭПОХУ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ	125
<i>Давлетова Д. А.</i>	
ВЕРСИЯ ПОДЪЕМА ПЛАВДОКА ПД-50	131
<i>Милкин В. И., Нечаев Е. П.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ДИАПАЗОННОСТИ ТРЕУГОЛЬНО-ПЕТЛЕВЫХ АНТЕНН	137
<i>Милкин В. И., Шульженко А. Е.</i>	
МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА.....	143
ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ОТНОШЕНИИ ГНИЛОСТНЫХ БАКТЕРИЙ	144
<i>Зайчикова Д. С., Макаревич Е. В.</i>	
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ, ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ, ПРОБЛЕМЫ	151
<i>Кривенко О. Г.</i>	
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ВРЕДНЫХ ПРИВЫЧЕК СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА МГТУ	157
<i>Кривенко О. Г.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД Г. МУРМАНСКА	163
<i>Литвинова М. Ю., Воробьева М. С.</i>	
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КОМБИКОРМОВ И САДКОВОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (PARASALMO (=ONCORHYNCHUS) MYKISS)	170
<i>Ускова И. В., Потешкина В. А., Кальгина П. А., Бражная И. Э.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	177
ОТКРЫТОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ.....	178
<i>Бучкова З. А.</i>	
РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ КОДЕКСА ПДНВ В ОБЛАСТИ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ-ЭЛЕКТРОМЕХАНИКОВ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ТРЕНАЖЕРЕ	184
<i>Власов А. Б., Урванцев В. И., Мухалев В. А., Буев С. А.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 26.05.07 "ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ" НА ТРЕНАЖЕРЕ TRANSAS 5000.....	189
<i>Власов А. Б., Урванцев В. И., Мухалев В. А., Сергеев К. О.</i>	
ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ФИЗИКА" В РАМКАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	195
<i>Власова С. В.</i>	

АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ.....	200
<i>Майорова О. В.</i>	
ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ТРЕБОВАНИЯ ВРЕМЕНИ	204
<i>Мачкарina О. Д.</i>	
РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЕ "ФИЗИКА" КУРСАНТОВ МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	209
<i>Михайлюк А. В.</i>	
ИНТЕГРАЦИЯ ДИСЦИПЛИН В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КАК МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ.....	216
<i>Пашеева Т. Ю., Сенецкая Л. Б., Богомолов Р. А.</i>	
СОЦИАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ.....	222
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР УСПЕШНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ ДЕТЕЙ С ОВЗ И ГАРМОНИЧНО РАЗВИТОЙ ЛИЧНОСТИ	223
<i>Волнухина О. И., Мишина Э. В.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – КАК ЗАЛОГ УСПЕХА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧРЕЖДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЗНАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ КРЫМА.....	229
<i>Дацюк Н. Д., Кожух В. А.</i>	
ЖЕНЩИНА И СЕВЕР	234
<i>Казаков П. А.</i>	
ИНТЕГРАЦИЯ В ОБУЧЕНИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ ДЕТЕЙ.....	239
<i>Оскольская О. И., Белова Е. Н.</i>	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НОРМ СОЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ.....	245
<i>Рябев В. В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ НА СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ	251
<i>Шелков М. В., Щербина Ф. А. Федоренко М. С.</i>	
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ.....	255
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ "ОКУНЬ ФИЛЕ В СОУСЕ КРАСНОМ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТЕМНОГО ПИВА" ОХЛАЖДЕННОЙ И ЗАМОРОЖЕННОЙ	256
<i>Басистов Д. И., Шокина Ю. В.</i>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛИРОВАННЫХ ПЕН ДЛЯ САЛАТНОЙ ПРОДУКЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ КУХНИ	263
<i>Бражная И. Э., Земскова Н. Г., Грибова О. М.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВОЙНОГО ЗАКАТОЧНОГО ШВА КОНСЕРВОВ "ПЕЧЕНЬ ТРЕСКИ "ПО-МУРМАНСКИ"	267
<i>Ершов М. А., Новожилов М. П., Ершов А. М., Куранова Л. К.</i>	

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ САЛАТОВ НА ОСНОВЕ ФУКУСОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ	272
<i>Мищенко А. Р., Бражная И. Э.</i>	
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЫБНОЙ МУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ОБОГАЩЕННОЙ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТОМ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ.....	277
<i>Павлова В. В., Шокина Ю. В.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ В БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ РЫБ	284
<i>Рысакова К. С., Новиков В. Ю., Барышников А. В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОУСОВ В ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ "СКАТ И ТРЕСКА, ЗАПЕЧЕННЫЕ С КАРТОФЕЛЕМ И ГРИБАМИ В СЛИВОЧНОМ СОУСЕ"	290
<i>Щетинский В. В., Кучина Ю. А., Шокина Ю. В.</i>	
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ	296
ЗАДАЧА ОБ УРАВНЕНИИ ПАДЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЛАСТЕ ПРИ ОТБОРЕ ГАЗА.....	297
<i>Власовских П. А. Кортаев А. Б.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА СМЕСИ ПО МАГИСТРАЛЬНОМУ ПОДВОДНОМУ ГАЗОПРОВОДУ ШКГМ-ГУСИНАЯ БАНКА	299
<i>Клюшенкова Е. С., Кортаев Б. А.</i>	
ОЦЕНКА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТА МЕТАНА ПО ТЕРМОБАРИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ.....	306
<i>Кортаев А. Б. Васёха М. В.</i>	
О СПОСОБЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИЧЕСКУЮ	310
<i>Кортаев Б. А. Клюшенкова Е. С. Надиралиев К. Г.</i>	
СЕЙСМОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА ПО СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ.....	314
<i>Костин Д. А., Рокос С. И.</i>	
ХИМИЯ	319
МОДИФИКАЦИЯ ГЕЛЕЙ ЖЕЛАТИНЫ ИЗ КОЖИ ХОЛОДНОВОДНЫХ РЫБ АЛЬГИНАТОМ НАТРИЯ.....	320
<i>Колотова Д. С., Воронько Н. Г., Деркач С. Р.</i>	
БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЫБНОЙ ЖЕЛАТИНЫ ИЗ КОЖИ ТРЕСКИ	327
<i>Кучина Ю. А., Колотова Д. С., Барабашина С. И.</i>	
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОНДРОИТИНА СУЛЬФАТА	334
<i>Кучина Ю. А., Новиков В. Ю., Долгопятова Н. В., Коновалова И. Н.</i>	
УТОЧНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЩЕЛОЧНОГО ГЕТЕРОГЕННОГО ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТИНА.....	341
<i>Новиков В. Ю., Коновалова И. Н.</i>	

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	349
ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ КЛЕТОК МИКРООРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОФЛОКУЛЯНТОВ.....	350
<i>Васильева Ж. В., Легостаева А. С., Мошняцкая Е. Ю., Барашева Ю. М.</i>	
АНАЛИЗ ПРОБ СНЕЖНОГО СМЕТА С АВТОДОРОГ Г. МУРМАНСКА.....	358
<i>Гапоненков И. А., Новиков А. И.</i>	
ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ВУДЬЯВР, ХИБИНСКИЙ ЩЕЛОЧНОЙ МАССИВ	364
<i>Даувальтер В. А., Денисов Д. Б., Слуковский З. И.</i>	
ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИБИНСКИХ ОЗЕР	371
<i>Даувальтер В. А., Денисов Д. Б., Слуковский З. И.</i>	
ВЛИЯНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СЕВЕРНЫХ ВОДОЕМОВ.....	378
<i>Карплюк Н. И., Широнова А. Ю.</i>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В КОЛЬСКОМ ЗАЛИВЕ	382
<i>Медведкина Ю. П., Малкова Т. В., Широнова А. Ю.</i>	
К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ.....	386
<i>Судак С. Н.</i>	
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТА.....	393
<i>Яшкина А. А., Воронцова А. А.</i>	
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ:	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	401
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА)	402
<i>Гапоненкова Н. Б.</i>	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ	407
<i>Кузьменко В. М.</i>	
ЭФФЕКТИВНОЕ КОМАНДООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	413
<i>Мотина Т. Н.</i>	
ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА.....	417
<i>Савельева С. Б.</i>	
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЫБОЛОВСТВОМ В ИСЛАНДИИ.....	420
<i>Степанова Е. В.</i>	
АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА	424
<i>Чечурина М. Н., Мотина Т. Н.</i>	
РАЗРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ.....	430
<i>Чечурина М. Н., Круглов Н. В.</i>	

ЭНЕРГЕТИКА, СТРОИТЕЛЬСТВО И ТРАНСПОРТ	434
ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	435
<i>Баринов А. С., Караченцева Я. М.</i>	
ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОТЕНЦИАЛА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ "ЗЕЛЕННЫХ" ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ	440
<i>Буряченко С. Ю., Караченцева Я. М., Кузьменков А. А.</i>	
АНАЛИЗ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. МУРМАНСК.....	447
<i>Гусев Е. С., Баринов А. С.</i>	
ПОЛЗУЧЕСТЬ В БЕТОНЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ.....	451
<i>Котов А. А.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	458
<i>Куренков В. В., Попова О. М.</i>	
ПУТИ ВОЗРОЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ УДАЛЕННЫХ И ИЗОЛИРОВАННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ТЕРСКОГО БЕРЕГА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	464
<i>Мальшев В. С., Баринов А. С.</i>	
УЧЕТ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ИХ СИСТЕМАМИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	467
<i>Мальшев В. С., Караченцева Я. М., Стоян Е. И.</i>	
МАЗУТНАЯ ОТОПИТЕЛЬНАЯ КОТЕЛЬНАЯ С ИСПОЛЪЗОВАНИЕМ ВЫСОКО ПОДОГРЕТОГО МАЗУТА В ПЕЧАХ АНУ-0,8 В	473
<i>Мальшев В. С., Пантилеев С. П.</i>	
МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО КОТЕЛЬНОЙ НА БАЗЕ ПЕЧИ АНУ-0,8.....	480
<i>Мальшев В. С., Пантилеев С. П.</i>	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДОГРЕВ ВОДЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛОМ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА.....	487
<i>Пантилеев С. П.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЪЗОВАНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В Г. МУРМАНСКЕ И В Г. ПЕТРОЗАВОДСКЕ	494
<i>Попова О. М., Караченцева Я. М., Кузьменков А. А., Воронин З. А.</i>	
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.....	501
<i>Челтыбашев А. А., Панкратов А. А., Прежсин С. Д., Каиров Т. В.</i>	

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

**Разработка и исследование возможностей
программно-аппаратного комплекса измерения температуры
и влажности модельного объекта "Опытный"**

Ерещенко В. В., Кайченков А. В., Яценко В. В., Яроцкая А. А., Ложкин Д. А.
*(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники,
e-mail: kaychenovav@mstu.edu.ru)*

Аннотация. В статье описывается процесс разработки и исследования программно-аппаратного комплекса измерения температуры и влажности модельного объекта "Опытный".

Abstract. The article describes the process of development and research of the hardware and software complex for measuring temperature and humidity of the "Experimental" model object.

Ключевые слова: температура, влажность, мониторинг

Key words: temperature, humidity, monitoring

В настоящее время все большую популярность завоевывают разработки, направленные на создание систем контроля и поддержания микроклимата с целью уменьшения потребления ресурсов (электричество, вода, газ), а также системы создания комфортных условий для человека и обеспечения безопасной работы оборудования. Микроклимат – это климат внутренней среды, который определяется метеорологическими условиями в помещении: температурой, относительной влажностью, воздухообменом и др., совместно действующими на организм человека. Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые и регулируемые. К регулируемым относятся температура воздуха и относительная влажность. Наиболее простым решением в задачах, связанных с контролем микроклимата, является использование промышленных систем мониторинга температуры и влажности воздуха. Промышленные системы мониторинга среды – это комплекс оборудования, обеспечивающего постоянный контроль параметров (температуры, влажности, состава воздуха, протечек и т. п.) среды здания в режиме реального времени. К достоинствам таких систем можно отнести точность измерений промышленных датчиков, которые проходят поверку показаний, и их надежность. Однако, их стоимость достаточно высока, что привело к необходимости поиска альтернативного решения при реализации программно-аппаратного комплекса измерения температуры и влажности модельного объекта "Опытный", который представляет собой одноэтажное

строение, состоящее из двух помещений, разделенных между собой тамбуром. Помещения отличаются между собой по способу построения стен: бревенчатая часть и каркасная часть.

Разрабатываемый комплекс должен обеспечивать непрерывный сбор данных и переводить их в формат, удобный для обработки результатов.

Сотрудниками кафедры Автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета совместно с исследователями Петрозаводского государственного университета произведена работа по подбору комплектующих для системы мониторинга параметров микроклимата как внутри здания, так и в ограждающих конструкциях на протяжении всего периода эксплуатации. Система мониторинга состоит из двух частей: эталонной измерительной (на базе поверенных датчиков ОВЕН ПВТ100), установленной в опорных измерительных точках помещения и измерительной многоканальной (на базе датчиков, не прошедших поверку GY-SHT31-D), установленных в узлах помещения, согласно схеме расположения. Датчик ОВЕН ПВТ100 предназначен для непрерывного преобразования относительной влажности и температуры неагрессивного газа в два унифицированных выходных сигнала 4...20 мА и передачи измеренных значений по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU). GY-SHT31-D – это надежный, с быстрым откликом датчик температуры и влажности. Сенсор SHT31 используемый в модуле, разработан с использованием технологии CMOSens от Sensirion, с точностью $\pm 2\%$ RH (для относительной влажности) и $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для температуры). Модуль осуществляет связь с последовательной шиной I²C и может работать со скоростью до 1 МГц. Показания датчиков многоканальной измерительной системы будут программным способом приводиться к значениям эталонной измерительной системы в опорных точках.

В качестве микроконтроллера для сбора данных был выбран ESP32-DEVKIT. Помимо низкой себестоимости рассматриваемый микроконтроллер имеет ряд преимуществ. В частности, микроконтроллеры ESP32 обладают широким функционалом, что позволяет использовать различные методы и протоколы обмена данными между элементами системы мониторинга. Схема подключения к микроконтроллеру датчиков, входящих в одну группу, показана на рисунке 1.

Восемь датчиков SHT31 подключаются по интерфейсу I2C через 8-ми канальный мультиплексор TCA9548, так как все они имеют одинаковый ад-

рес устройства. ПВТ100 поддерживает промышленный интерфейс RS-485 (протокол Modbus), поэтому для его подключения к порту UART микроконтроллера ESP32 используется конвертер на базе микросхемы MAX485.

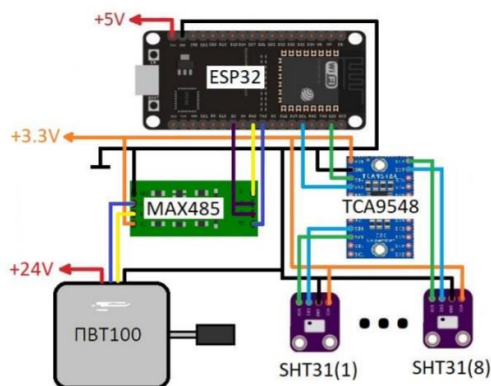


Рисунок 1 – Схема подключения датчиков к микроконтроллеру

Реализация программно-аппаратного комплекса измерения температуры и влажности потребовала разработки печатной платы, необходимой для функционирования системы мониторинга параметров микроклимата. Для выполнения данной задачи использовалась программная среда проектирования DipTrace, а также среда FlatCam.

Разработанная печатная плата представлена на рисунке 2.

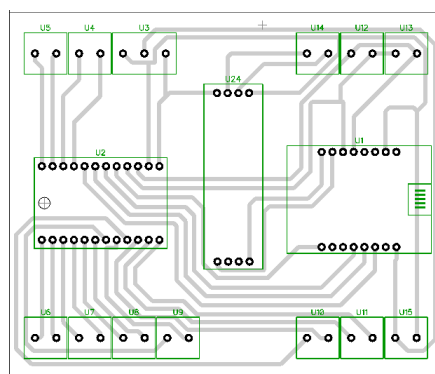


Рисунок 2 – Печатная плата программно-аппаратного комплекса измерения температуры и влажности

Для визуализации данных, считываемых с датчиков, разработано программное обеспечение на базе пакетов расширения Pascal SCADA среды разработки программного обеспечения Lazarus. Данные с датчиков отображались на экране персонального компьютера и автоматически записывались в файл формата "*.CSV", который в дальнейшем использовался для обработки результатов. Данные с микроконтроллера передавались по протоколу "Modbus RTU". На рисунке 3 представлен внешний вид программного обес-

печения. На рисунке 4 представлен внешний вид всего программно-аппаратного комплекса, подключённого к ПК и к датчикам.

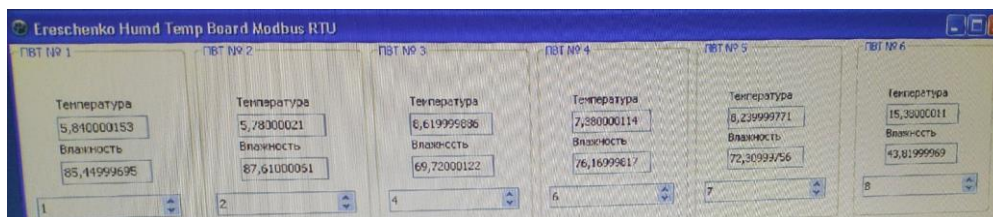


Рисунок 3 – Внешний вид программного обеспечения на ПК

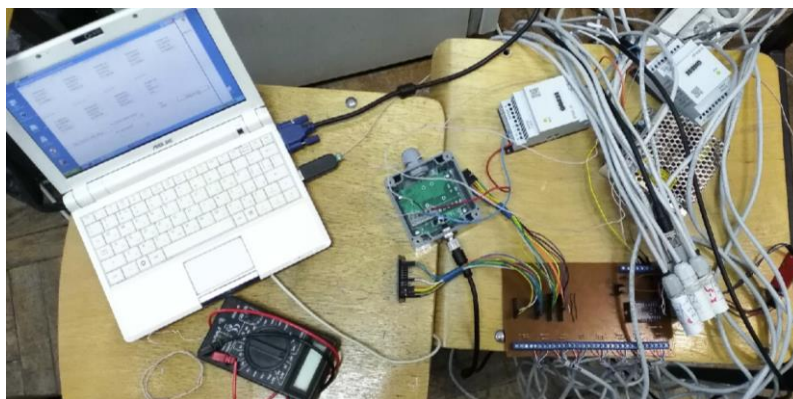


Рисунок 4 – Внешний вид программно-аппаратного комплекса

Заключительным этапом разработки устройства является проведение экспериментов, направленных на изучение возможностей программно-аппаратного комплекса. Датчики помещались в среды с разной температурой. Для эксперимента были выбраны объекты с уличной и комнатной температурой и объект, где температура значительно ниже нуля. Датчики оставались в соответствующих средах до того момента, пока значения, считываемые с них, не изменялись более чем на 0,5 градуса Цельсия в течение 30 минут.

Для защиты датчиков от внешних воздействий принято решение повесить их в специальный корпус.

Внешний вид датчика в корпусе представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид датчика в корпусе

На первом этапе эксперимента были подключены только датчики ПВТ100. В ходе эксперимента были зафиксированы их значения и приняты как эталонные. На втором этапе эксперимента к устройству подключались 8 датчиков SHT31 и один ПВТ100. Таким образом фиксировалось различие между данными датчиков SHT31 и ПВТ100. В результате эксперимента были получены временные диаграммы. Фрагмент полученных экспериментальных данных представлен на рисунке 6. Внешний вид временной диаграммы представлен на рисунке 7.

Время	PVT_1_HU	PVT_1_TE	PVT_2_HU	PVT_2_TE	PVT_3_HU	PVT_3_TE
17:58:57	43,73	23,42	43,98	23,35	45,41	22,41
17:59:02	43,73	23,42	44,05	23,35	45,41	22,41
17:59:07	43,77	23,42	44,08	23,35	45,45	22,41
17:59:12	43,77	23,42	44,11	23,35	45,45	22,41
17:59:17	43,73	23,43	44,11	23,35	45,48	22,4
17:59:22	43,7	23,42	44,11	23,35	45,48	22,41
17:59:27	43,73	23,43	44,11	23,35	45,51	22,41
17:59:32	43,7	23,43	44,08	23,35	45,51	22,41

Рисунок 6 – Фрагмент полученных экспериментальных данных

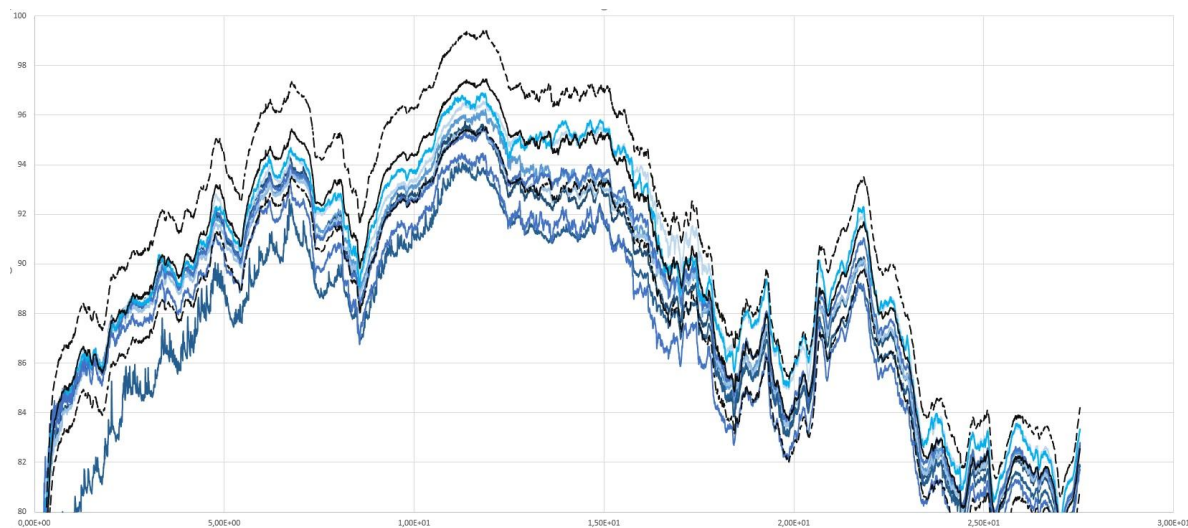


Рисунок 7 – Временная диаграмма

Разработанный программно-аппаратный комплекс микроклимата модельного объекта показал свою работоспособность при проведении тестовых испытаний.

По результатам экспериментов можно сделать вывод, что программно-аппаратный комплекс обеспечивает непрерывный сбор данных в режиме ре-

ального времени и переводит их в формат, удобный для обработки результатов.

Библиографический список

1. ПВТ100 промышленный датчик (преобразователь) влажности и температуры воздуха // ОВЕН. Оборудование для автоматизации : сайт. URL: <https://owen.ru/product/pvt100>.

2. Grove – Temperature&Humidity Sensor (SHT31), Высокоточный датчик температуры и влажности на базе SHT31 для Arduino проектов // Chipdip : сайт. URL: <https://www.chipdip.ru/product/grove-temperature-humidity-sensor-sht31>

3. Developers [Электронный ресурс] // PascalSCADA. HMI / SCADA for Developers. URL: <http://www.pascalscada.com>.

Судовое оборудование автоматизации: продолжение обзора существующих решений

Жук А. А., Столянов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: zhukaa@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье актуализирован обзор судового оборудования автоматизации, применяемого в Российской Федерации с 2015 года по настоящее время. Приведены классификация и номенклатура средств современной судовой автоматизации.

Abstract. The article has updated the review of ship automation equipment used in the Russian Federation from 2015 to the present. The classification and nomenclature of modern ship automation equipment are given.

Ключевые слова: судовая автоматика, датчики, система контроля и управления, судовой компьютер

Key words: ship automation, sensors, monitoring and control system, ship computer

В рамках предыдущей статьи [1] был рассмотрен ряд аппаратных и программных средств в составе нестандартных систем автоматизации, предназначенных для применения на морских и речных судах. Также были рассмотрены учебные лабораторные установки для формирования компетенций у обучающихся морских специальностей и инженеров по автоматизации в ходе изучения компьютерных систем управления.

В настоящей статье авторами произведена актуализация обзора судового оборудования автоматизации. Предмет исследования – выявление видов аппаратного и программного обеспечения систем управления на судах и способов их применения. Хронологические рамки – с 2015 года по настоящее время.

1. Система контроля и управления дизельным двигателем.

Важной задачей на морских судах является безаварийная эксплуатация дизелей за счет отслеживания технического состояния двигателей в реальном времени, анализа технического состояния конкретного дизеля и оповещения о выходе параметров за допустимые пределы [2].

Для этого применяется следующее аппаратное обеспечение:

– датчики температуры и расхода топлива "ПОРТ-1" производства СКБ "Маяк", г. Воронеж;

– ультразвуковые датчики уровня топлива "УЗИ-2,5" производства ООО "ТС Сенсор", г. Москва;

- счётчики расхода жидкого топлива "VZO OEM", производства "Aquametro", Швейцария;
- счётчики жидкости с овальными шестернями унифицированные "ППО-25-1,6 СУ" производства ОАО "Промприбор" (г. Ливны) или "ДД-25-1,6 СУ" производства ОАО "МОПАЗ" (г. Малоярославец);
- преобразователи расхода турбинные геликоидные "ТПРГ 12-9-2" производства ОАО "Арзамасский приборостроительный завод";
- датчики частоты вращения "датчик фаз 48.3855" производства ООО "Авто Трейд", г. Калуга;
- модули измерительные ввода/вывода аналоговых сигналов "NL-8TI-O-M-НД" производства ООО "Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования", г. Таганрог;
- датчики термодатчики J-типа (ТХК) или K-типа (ТХА) для цилиндров двигателя;
- датчики уровня топлива Lowrance с поддержкой сети NMEA2000.

Примером реальной системы контроля топлива является Контрольно-диагностический комплекс (КДК) "Портал-Дон-02" [2], разработанный СКБ "Маяк", который предназначен для удаленного контроля расхода дизельного топлива, диагностики технического состояния потребителей дизельного топлива на судне, наблюдения за перемещением судна и возможностью беспроводной передачи данных к диспетчеру. В состав КДК "Портал-Дон-02" входят базовый комплект (блок питания и центральный контроллер "Портал", панель оператора ИП320 компании "ОВЕН", антенны GSM-связи и приемника сигналов GPS / ГЛОНАСС) и периферийный комплект, сочетающий дополнительное аппаратное обеспечение системы (например, периферийный контроллер и монитор "Портал", различные датчики и модули).

2. Судовое оборудование сигнализации.

2.1. Система оповещения "человек за бортом".

Предотвращение инцидентов в открытом море – важнейшая составляющая безопасности. Одним из них является падение человека за борт. Для оповещения и экстренного принятия мер в связи с этим инцидентом существуют системы Techmarine "МОВ", "RT-МОВ" и Raymarine "МОВ Lifetag" (персональная беспроводная) [2]. Основные отличия вышеназванных систем друг от друга:

- принцип действия (обнаружение в среде ионов натрия, характерных для морской воды, или выход за пределы диапазона действия базовой станции);
- количество модулей в комплекте;

- диапазон действия;
- наличие GPS-отслеживания.

2.2. Система защиты и аварийно-предупредительной сигнализации.

Система защиты и аварийно-предупредительной сигнализации – компактный встраиваемый в щит прибор, управляемый микропроцессором, который состоит из светодиодной платы и платы с процессорной инфраструктурой. Прибор получает данные по последовательному интерфейсу от устройств, также может быть оснащен входами для блокировки аварийных сигналов и программируемыми реле.

К приборам судовой аварийно-предупредительной сигнализации относятся микропроцессорные устройства Kompakt EDA 47 и AHD 414 А компании "Boening" [2].

2.3. Технические средства обнаружения пожара.

Комплекс технических средств обнаружения пожара представляет собой станции обнаружения пожара адресного типа, которые предназначены для подачи сигнала пожарной тревоги на панель управления по результатам приема и обработки сигналов ручных извещателей, комбинированных извещателей дым-температура и автоматических датчиков температуры и дыма в судовых помещениях.

Примером комплекса отечественного производства является КТС ПСМ–А производства ООО НПФ "МРС Электроникс" [2]. Одним из основных плюсов системы, в отличие от импортных аналогов, является возможность указания на дисплее размещения конкретного датчика при считывании с него сигнала тревоги или отказа.

3. Судовой (морской) компьютер.

Судовым (морским) компьютером называется встраиваемый, защищенный по стандарту IP20, компьютер безвентиляторного исполнения. Достоинствами таких решений являются низкое энергопотребление, компактная конструкция, отсутствие подвижных узлов, изолированные интерфейсы.

Производителями судовых компьютеров являются фирмы [2–4]:

- Winmate (серия I330EAC);
- Boening (серия AHD);
- Marineq в партнерстве с Центральным Научно-Исследовательским и Проектно-Конструкторским Институтом Морского Флота (компьютер МИРАН ИС-11-04);
- МОХА (серии МС-7400 и МС-7200);

- NEXCOM (серия CE-HW-01);
- iEi (серия SBOX-100-QM87).

Основными особенностями судовых компьютеров различных производителей являются [2–4]:

- безвентиляторное исполнение (пассивная система охлаждения);
- процессор Intel Core i3, i5, i7 или Atom;
- гальванически изолированные интерфейсы RS-422/485, CAN, RS-232, LAN, USB;
- дискретные входы/выходы, разъемы NMEA;
- накопители HDD или SSD;
- видеоинтерфейсы HDMI, VGA, DVI;
- питание постоянного/переменного тока с изоляцией;
- широкий диапазон рабочих температур (например, от минус 15 до плюс 55 °С или от минус 40 до плюс 70 °С);
- наличие сертификатов для морского применения (четвертое издание IEC 60945, DNV, IEC 61174, IACS-E 10);
- наличие операционной системы (Windows Embedded, XP SP3, 7 или 10, Linux OS, Windows IoT Enterprise 10).

4. Судовая панель мониторинга и управления (монитор или панельный компьютер).

Судовой монитор предназначен для вывода информации с морского страиваемого компьютера. Производители мониторов аналогичны фирмам, выпускающим судовые компьютеры [2, 4].

Основные характеристики судовых мониторов:

- диагонали до 26 дюймов;
- защита передней панели по стандарту IP65, IP66;
- ёмкостный сенсорный экран;
- регулировка яркости подсветки и калибровка цвета;
- широкий диапазон питания;
- сенсорные клавиши управления на передней панели.

Панельный компьютер – это современное решение моноблок, сочетающее в одном корпусе монитор и судовой компьютер. Производители аналогичны фирмам, выпускающим мониторы [2, 4, 5]:

- Winmate (серии R10, R12, R15, R17, R19 и W10, W24, W26);
- Voening (серии AHD 10, AHD 11, AHD 12, AHD 13, AHD 570 и AHD 880);
- Marineq (моноблок МИРАН СПК-17 М);

– МОХА (серии MPC-2121, MPC-2101, MPC-2120, MPC-2070, MPC-2150, MPC-2190 и MPC-2240);

– NEXCOM (серия (M)PPC);

– iEi (серии S19A-QM87i и S24A-QM87i).

Основными характеристиками панельного компьютера являются:

– основные характеристики судовых компьютеров;

– диагонали экрана до 24 дюймов;

– емкостной или резистивный сенсорный экран;

– функция WoL (Wake-On-LAN);

– наличие VESA и других стандартов для монтажа;

– защита передней панели по стандарту до IP66;

– регулировка яркости подсветки и калибровка цвета;

– широкий диапазон питания;

– сенсорные клавиши управления на передней панели.

5. Оборудование специального назначения.

Электронные судовые инклинометры (кренометры) – измерительные приборы крена и дифферента, обладающие высокой точностью измерений, не чувствительные к горизонтальному и вертикальному ускорению. Такие приборы устанавливаются на суда с 01 июля 2015 года и предназначены для вывода информации на дисплей, расположенный на ходовом мостике, и передачи мгновенных данных о крене судна в регистратор данных рейса (РДР) [2].

Примерами таких устройств являются NavCom Delta 401, ZÖLLNER ZEI-1, NT1000 EPR производства компании Navitron Systems.

В настоящем обзоре рассмотрены пять основных категорий судового оборудования автоматизации:

– для системы контроля и управления дизельным двигателем;

– судовое оборудование сигнализации для систем оповещения "человек за бортом", защиты и аварийно-предупредительной сигнализации, обнаружения пожара;

– судовой (морской) компьютер;

– судовая панель мониторинга и управления;

– оборудование специального назначения.

Анализ показал, что в качестве средств автоматизации на судах применяется отечественное оборудование компаний "ОВЕН" и "RealLab!". Среди

зарубежных производителей судовых средств автоматизации можно выделить компании Winmate, Voening, МОХА, NEXCOM и iEi.

Библиографический список

1. Жук А. А. Судовое оборудование автоматизации: обзор существующих решений и применение в образовательном процессе // Наука и образование – 2019: материалы всероссийской науч.-практ. конф. [электронное издание]. Мурманск, 15 нояб. 2019. Мурманск : МГТУ, 2020. С. 13–18. URL: <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/nio-conf2019-9.pdf>

2. Судовая автоматика : сайт. URL: http://seacomm.ru/catalog/600/?page_size=60.

3. Встраиваемые компьютеры для морского применения // IPC2U : сайт. URL: <http://ipc2u.ru/catalog/vstraiyaemye-sistemy/vstraiyaemye-kompyutery/kompyutery-dlya-transporta/vstraiyaemye-kompyutery-dlya-morskogo-primeneniya-ntuff-mc>.

4. Компьютеры и дисплеи для морских применений // МОХА : сайт. URL: <http://moha.ru/shop/comp/sea>.

5. Панельные компьютеры для морского применения // IPC2U : сайт. URL: <http://ipc2u.ru/catalog/promyshlennye-kompyutery/panelnye-kompyutery/panelnye-kompyutery-dlya-morskogo-primeneniya>.

Исследование метрологических свойств измерительной части системы мониторинга параметров микроклимата модельного объекта "Опытный"

Кайченов А. В., Лукин С. А., Рабынин А. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: kaychenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описан процесс исследования метрологических свойств измерительной части системы мониторинга параметров микроклимата модельного объекта "Опытный", приведены методика и результаты экспериментов по определению метрологических свойств составных частей измерительной системы, сделаны выводы о пригодности системы к использованию на объекте.

Abstract. The article describes the process of studying the metrological properties of the measuring part of the system for monitoring the microclimate parameters of the model object. The methodology and results of experiments to determine the metrological properties measuring system components are presented.

Ключевые слова: метрологические свойства, параметры микроклимата, мониторинг
Key words: metrological properties, microclimate parameters, monitoring

В настоящее время достаточно большую популярность набирают "зеленые" технологии, т. е. технологии, в результате применения которых, по сравнению с аналогичными технологиями, будет снижено потребление ресурсов и/или снижено негативное влияние на окружающую среду.

Одним из направлений "зеленых" технологий является "зеленое" строительство, заключающееся в применении в качестве строительного материала как можно большей доли стройматериалов растительного происхождения с минимальной обработкой. Наиболее перспективной данное направление считается в районах с большим количеством лесов.

С целью реализации технологий строительства в условиях Арктики был запущен международный проект КО-1089 "Green Arctic Building".

Одной из задач проекта является строительство модельных объектов с системой мониторинга параметров микроклимата. Одной из важнейших частей системы является измерительная, т. е. совокупность датчиков и каналов передачи информации. По причине значительной важности данной системы для проекта, необходимо убедиться в достоверности собираемых данных. В статье рассматривается система мониторинга модельного объекта,

расположенного в г. Мурманске на территории Мурманского государственного технического университета.

1. Состав измерительной системы.

Измерительная система состоит из 25 узлов, каждый узел включает в себя 8–9 датчиков измерения температуры и влажности.

Основным типом датчиков, используемых в системе, является GY-SHT31-D, представленный на рисунке 1. Основой датчика является измеритель влажности и температуры "Sensirion" SHT31-DIS. Пределы измеряемой влажности для SHT31: от 0 до 100 %RH. Стандартная погрешность по влажности: ± 2 %RH при температуре 25 °C, максимальная погрешность: $\pm 2,5$ %RH в диапазоне от 0 до 90 %RH, до $\pm 3,5$ %RH вне диапазона при той же температуре. Пределы измеряемой температуры: от минус 40 до плюс 125 °C. Стандартная погрешность по температуре: $\pm 0,2$ °C в диапазоне от 0 до плюс 85 °C, до $\pm 0,3$ °C в диапазоне от минус 40 до 0 °C, до $\pm 0,4$ °C в диапазоне от плюс 90 до плюс 125 °C. Максимальная погрешность: $\pm 0,4$ °C в диапазоне от минус 40 до плюс 90 °C, до $\pm 0,7$ °C в диапазоне от плюс 90 до плюс 125 °C. Графики погрешностей от производителя датчика приведены на рисунке 2.

Производитель рекомендует использовать датчик при температуре в диапазоне от плюс 5 до плюс 60 °C и при относительной влажности от 20 до 80 %RH, так как длительное (более нескольких суток) нахождение датчика в условиях за пределами диапазона, особенно при повышенной влажности, может вызвать изменение выдаваемого сигнала. При возвращении датчика обратно в рекомендуемые условия изменение выходного сигнала прекратится через некоторое время (чем дольше датчик находился вне диапазона рекомендуемых значений, тем дольше восстановление).



Рисунок 1 – Датчик GY-SHT31-D

В качестве эталонных датчиков используются датчики ПО "ОВЕН" ПВТ100 модификации Н5.2.И.2. Датчик представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Датчик "ОВЕН" ПВТ100 Н5.2.И.2

Датчики прошли поверочные испытания, на момент их использования в проекте сроки проведения следующей поверки не наступили. Пределы измеряемой влажности для ПВТ100: от 0 до 100 %RH, рекомендуемые для эксплуатации пределы: от 20 до 80 %RH, абсолютная погрешность: 2,5 %RH в рекомендуемом диапазоне, 3,5 %RH вне диапазона. Пределы измеряемой температуры: от минус 40 до плюс 80 °С, абсолютная погрешность: $\pm 0,5$ °С в рекомендуемом диапазоне по влажности, $\pm 0,7$ °С вне диапазона.

Помимо использования в качестве эталона для проверки правильности выдаваемых датчиками SHT31-DIS данных, ПВТ100 также используются в качестве дополнительной гарантии достоверности работы измерительной системы – в каждый узел включено по одному ПВТ100.

Показания с датчиков снимались при помощи преобразователей интерфейсов I2C и RS-485 ModBus и передавались в программное обеспечение без дополнительных преобразований.

Эксперименты по проверке работоспособности датчиков

Для проверки датчиков SHT31 был проведен ряд экспериментов. Сборка из 7–8 датчиков SHT31 и одного ПВТ100 помещалась в различные условия окружающей среды, и осуществлялся последующий анализ данных. В качестве эталонных данных принимались показания ПВТ100, в качестве максимальных и минимальных допустимых значений принимались показания ПВТ100, увеличенные и уменьшенные соответственно на абсолютную погрешность датчика в рекомендуемом диапазоне.

Эксперименты проводилось в трех разных условиях окружающей среды. Для эксперимента были выбраны среды с уличной и комнатной температурой и среда, где температура значительно ниже нуля. Датчики оставались в средах до того момента, пока значения, считываемые с них, не переставили изменяться более чем на 0,5 градуса Цельсия в течение 30 минут. Датчики SHT31 для защиты от механических воздействий помещались в металлопластиковые гильзы. Для сведения к минимуму влияния на результаты разностей влажности и температуры в пространстве датчики располагались максимально близко друг к другу.

Ниже, на рисунках 3–5, приведены результаты экспериментов с одним из узлов. На верхних графиках представлены значения температуры, на нижних – влажность. Черной сплошной линией выделены показания ПВТ100, черной пунктирной линией – границы допустимых значений. Значения взяты за последние 30 минут опытов. Цвета у значений соответствующих датчиков в течение всех опытов не изменяются.

Проанализировав результаты экспериментов, можно сделать следующие выводы:

- чем дальше параметры внешних условий от оптимального диапазона значений, тем больше разброс данных у датчиков;
- динамика изменений параметров у SHT31 в целом соответствует таковой у ПВТ100, но присутствует инерционность и, в некоторых случаях, колебательность;
- показания температуры SHT31 в условиях окружающей среды, близким к оптимальным для этих датчиков, с высокой точностью соответствуют показаниям ПВТ100, но при выходе за границы оптимального диапазона показания датчиков могут выйти за допустимые пределы;
- при положительной температуре показания влажности у SHT31 превышают аналогичные показатели у ПВТ100, при отрицательной температуре наблюдается занижение показаний.

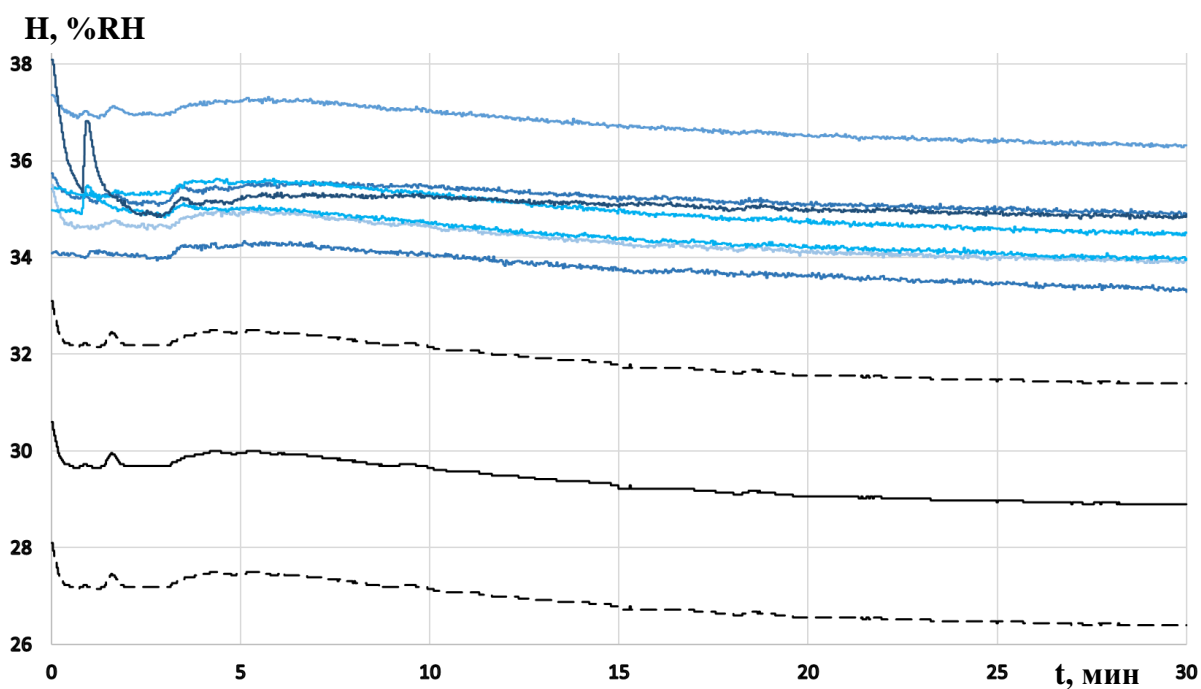
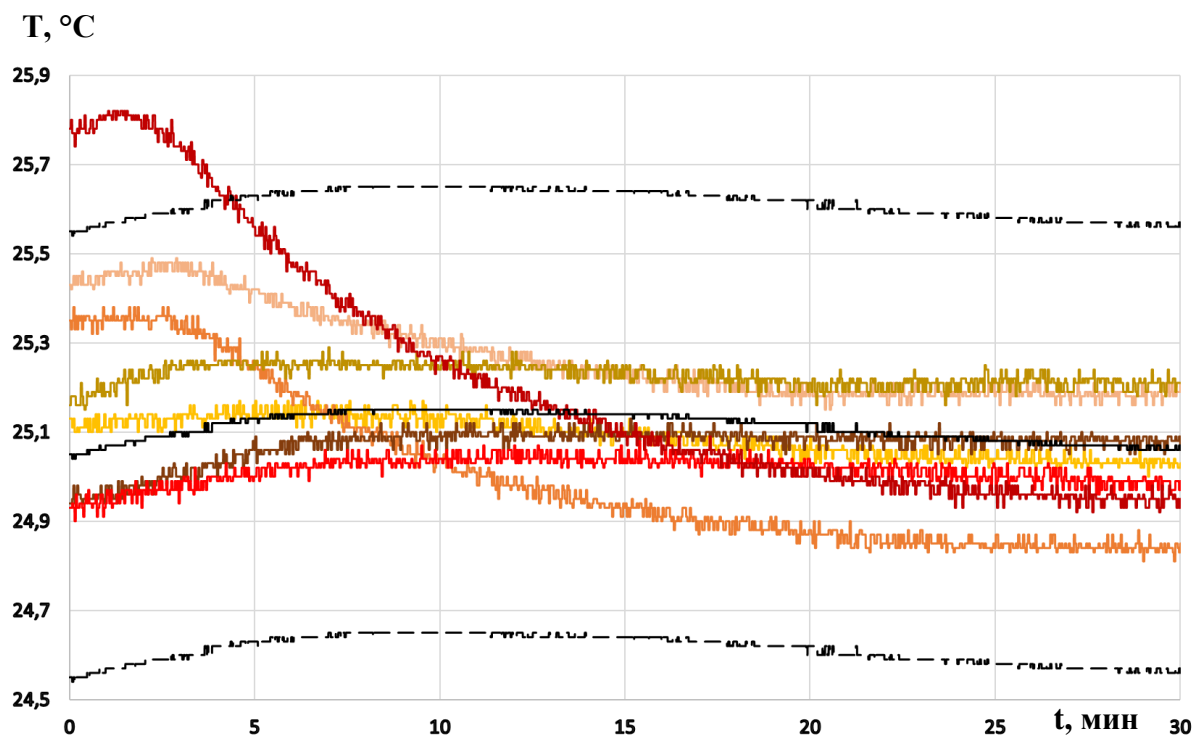


Рисунок 3 – Результат экспериментов при комнатной температуре в помещении

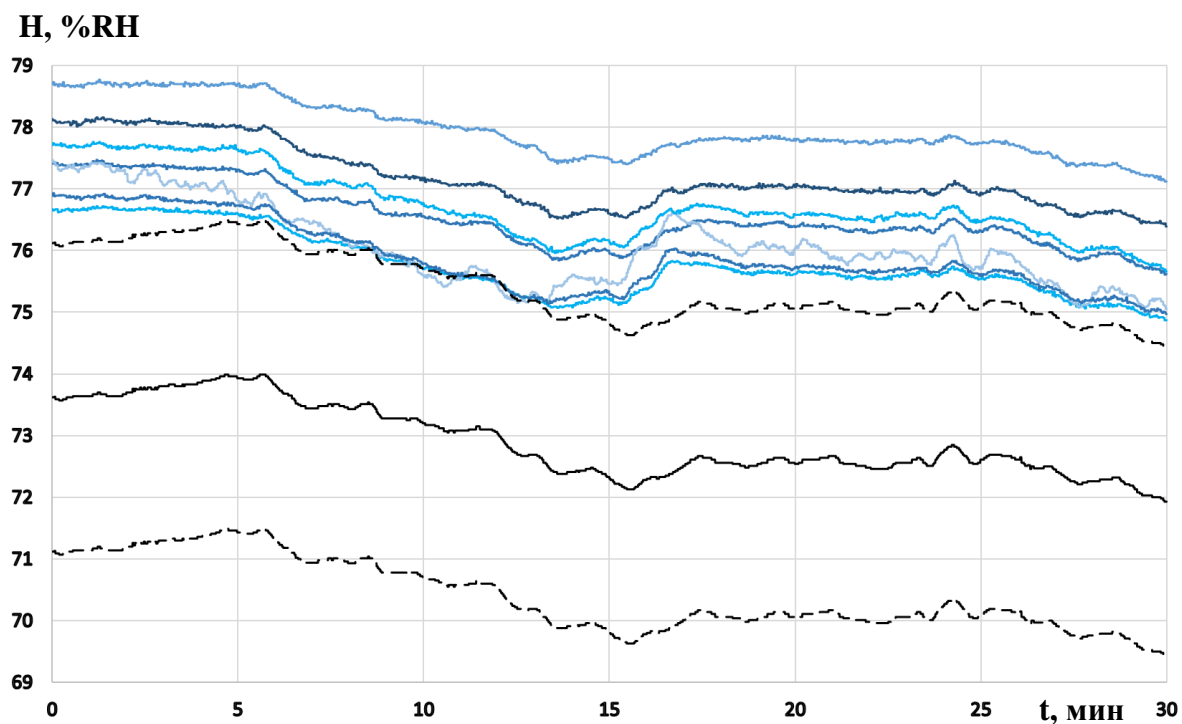
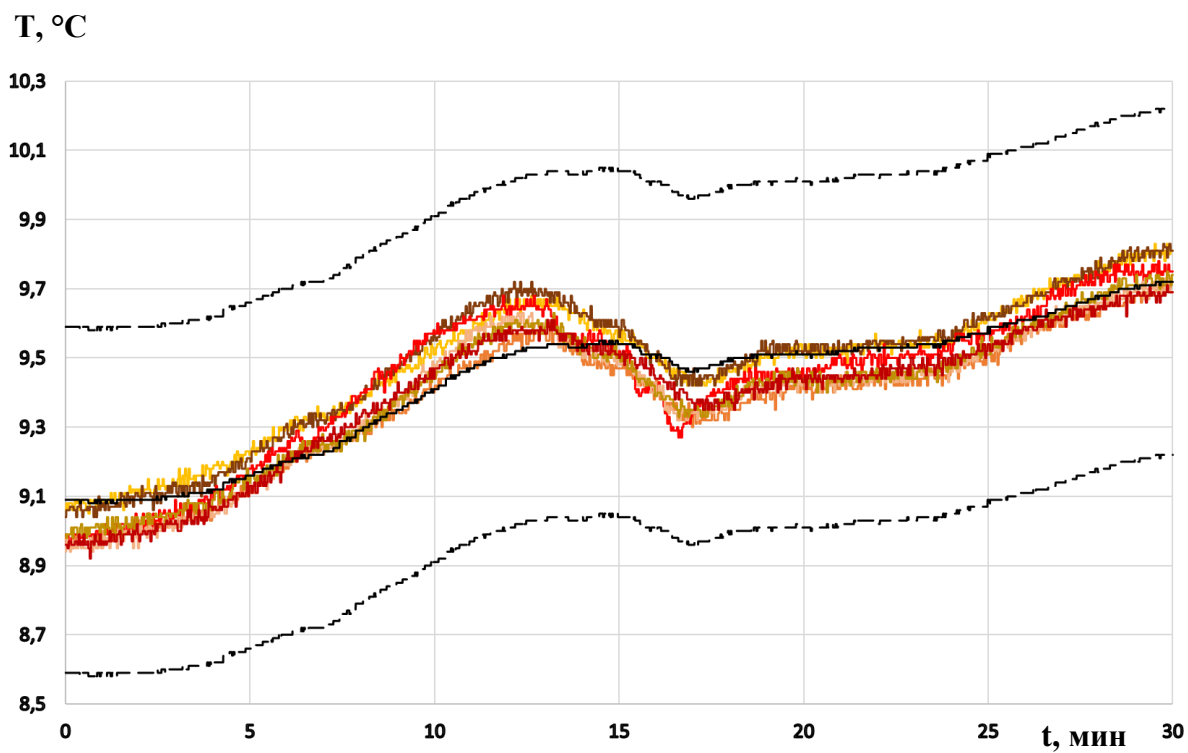


Рисунок 4 – Результат экспериментов при уличной температуре

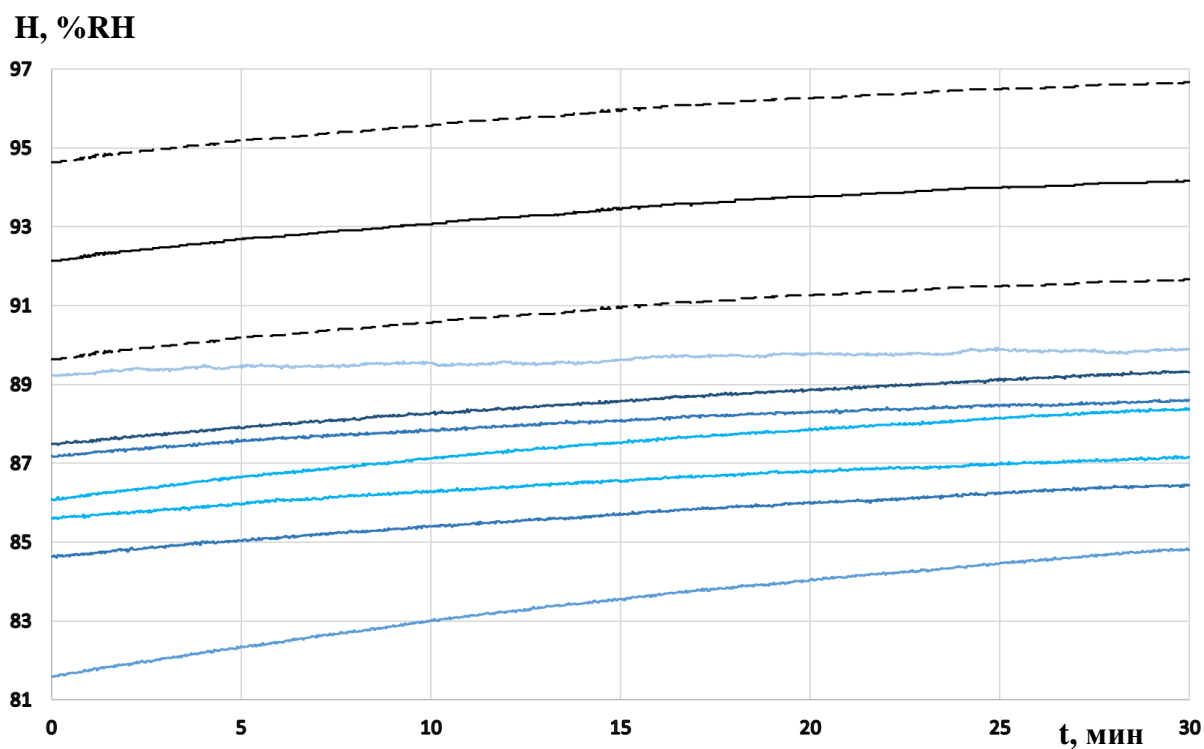
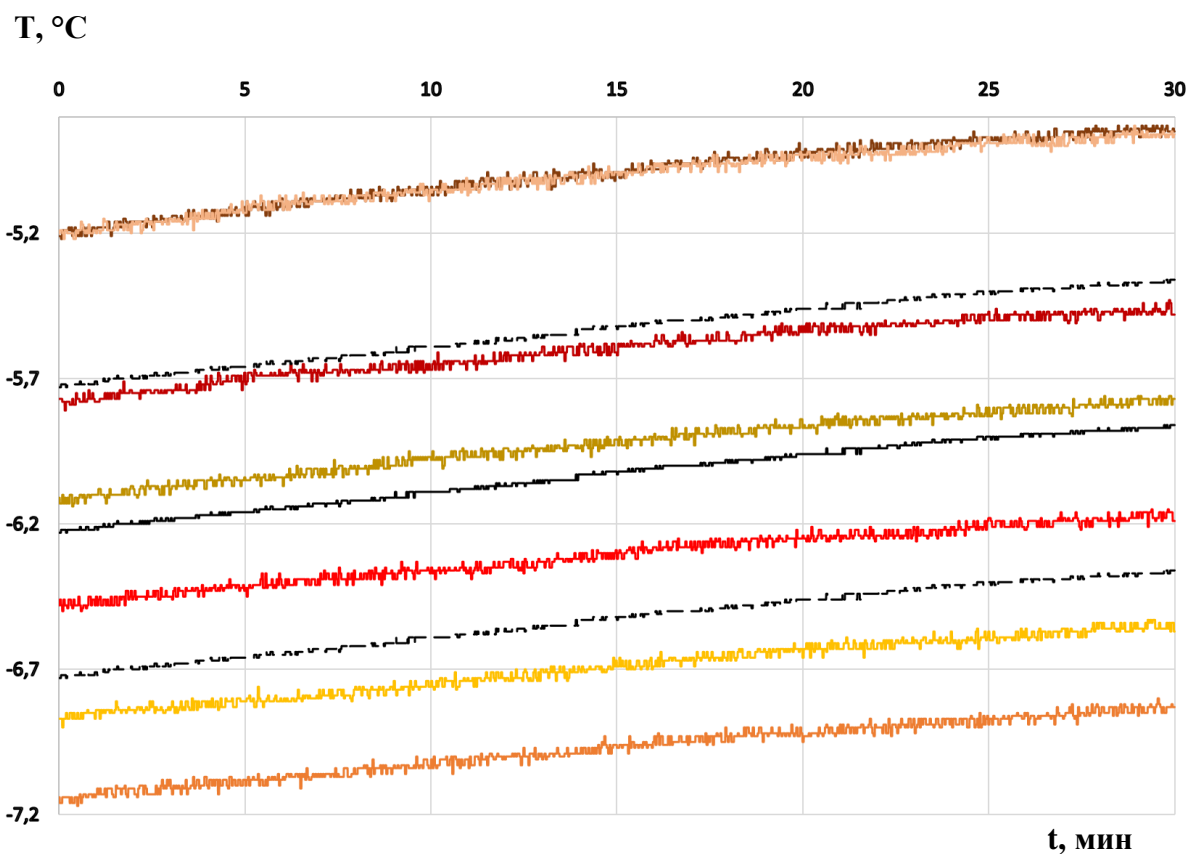


Рисунок 5 – Результат экспериментов при температурах ниже 0 градусов Цельсия

Данные выводы подтверждаются аналогичными экспериментами с другими измерительными узлами. В целом, по результатам экспериментов можно сказать, что датчики SHT31 показывают данные о температуре и влажности, отличающиеся от эталонных, при тех температурно-влажностных режимах работы, которые для них должны стать основными (т. е. низкая температура и высокая влажность).

Длительный статический эксперимент

С целью дополнительного изучения поведения измерительной системы в близких к рабочим для неё условиям, был проведен дополнительный эксперимент, заключающийся в помещении измерительного узла в условия с низкой температурой (значительно ниже 0 градусов Цельсия) на 27 часов работы.

Для проверки работоспособности узла в целом перед длительным статическим экспериментом был проведен сокращенный по времени опыт в помещении. Все датчики узла продемонстрировали свою работоспособность, данные в целом соответствуют полученным ранее. Сокращение времени предварительного опыта было достигнуто путём помещения датчиков на место проведения результата до эксперимента, что позволило датчикам быстрее выйти на статический режим работы.

Результаты длительного статического эксперимента представлены на рисунках 6 (температура) и 7 (влажность).

По результатам длительного статического эксперимента можно сделать следующие выводы:

- полный выход датчиков SHT31 на статический режим происходит только через 8–10 часов после начала работы;
- показания датчиков SHT31 по температуре в статическом режиме с достаточно высокой точностью соответствуют показаниям ПТВ100, у них по-прежнему наблюдаются повышенные колебательность и инерционность, что особенно заметно при резких изменениях температуры (на рисунке особенно заметно в районе 15 часов после начала опыта), также заметна тенденция к уменьшению показаний SHT31 относительно ПТВ100;
- показания SHT31 по влажности, в случае большинства датчиков, входят в допустимые пределы, и, в основном, держатся между эталоном и нижней границей погрешности, как в случае с температурой, заметны тенденции к повышенной колебательности и инерционности.

По результатам экспериментов можно сделать вывод о пригодности измерительной части системы мониторинга параметров микроклимата в помещении к использованию на модельном объекте.

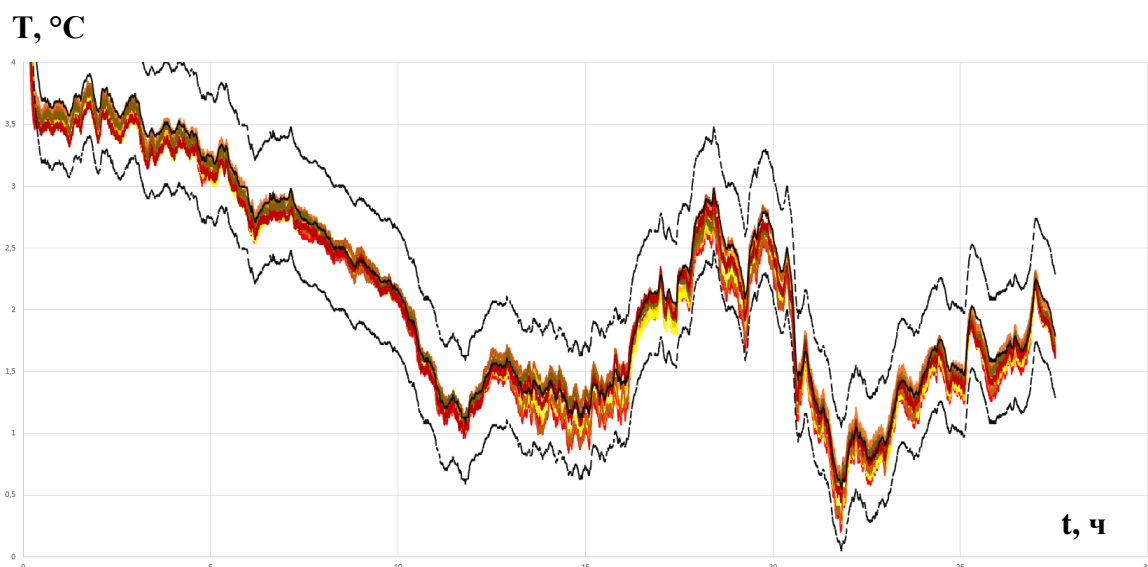


Рисунок 6 – Результат суточного эксперимента, температура

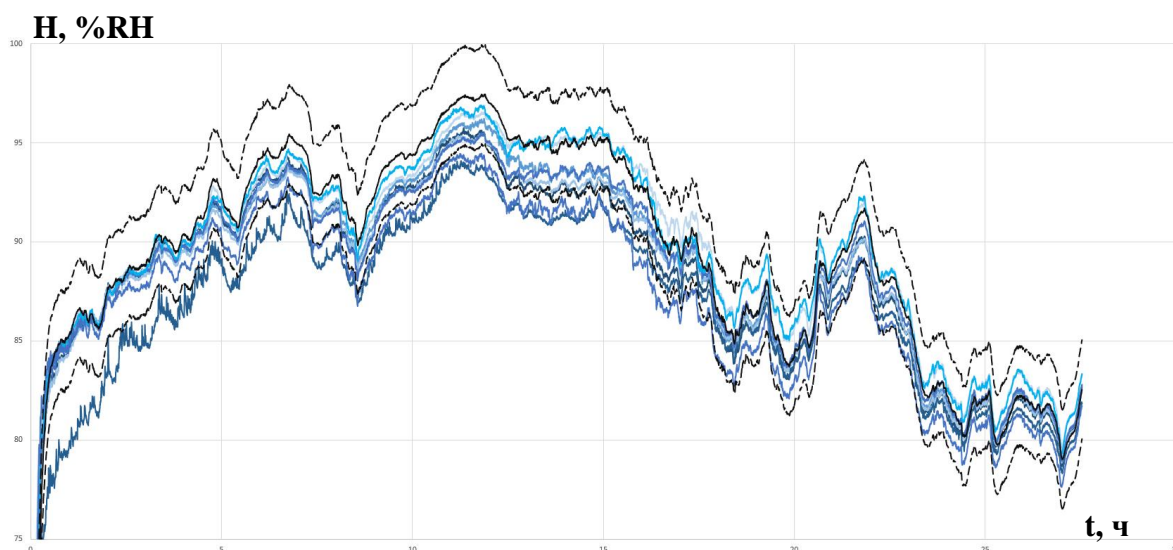


Рисунок 7 – Результат суточного эксперимента, влажность

Применение лабораторных стендов на базе устройств Mitsubishi Electric в учебном процессе

Потапов Н. С., Кайченев А. В. Яценко В. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: potapovns@mstu.edu.ru)

Аннотация: В статье рассматриваются лабораторные стенды на базе устройств компании Mitsubishi Electric. Описывается аппаратное и программное обеспечение стендов. Дается сравнительная характеристика стендов и имеющихся лабораторных комплексов кафедры автоматизации и вычислительной техники. Приводятся примеры лабораторных работ, выполняемых на стенде, а также оценивается эффект при использовании в учебном процессе.

Abstract: A set of laboratory benches based on Mitsubishi Electric devices is reviewed in this paper. Benches' hardware and software is described. A comparison between Mitsubishi benches and available equipment at Automation and Computer Engineering Department is provided. Examples of lab tasks based on aforementioned benches is also provided, along with the estimation of their educational application efficiency.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, панель оператора, частотный преобразователь, лабораторный стенд, учебный процесс

Key words: programmable logic controller, human-machine interfaces, drive inverter, laboratory bench, educational process

Современный уровень развития производства, техники, технологий заметно опережает качественный уровень подготовки студентов по техническим направлениям и специальностям. Формирование профессиональных компетенций невозможно без приведения материально-технического состояния университетов в соответствие требованиям современного промышленного производства. Обновление и модернизация лабораторной базы образовательной организации является необходимым условием для повышения качества подготовки высококвалифицированных кадров. Инновационное учебное оборудование должно соответствовать требованиям надежности, безопасности, соответствующему человеко-машинному интерфейсу, связи с ЭВМ [1], и делать учебный процесс максимально результативным, интересным, повышать интерес студентов к дальнейшему обучению. Такая лабораторная база также положительно сказывается на успеваемости обучающихся и имидже университета в целом.

В рамках сотрудничества ФГАОУ ВО "МГТУ", ООО "Мицубиси Электрик (РУС)" и ООО "РУСНЕДРААВТОМАТИЗАЦИЯ" кафедрой автоматизации и вычислительной техники были получены лабораторные стенды двух

типов. Все стенды изготовлены на базе оборудования промышленной автоматизации фирмы Mitsubishi Electric.

Стенды первого типа (рисунок 1) содержат программируемые логические контроллеры (ПЛК) серии MELSEC iQ-F FX5U [2], панели оператора GT2508-VTBA [3], а также дополнительные электрические компоненты, предназначенные для имитации аналогового и/или дискретного ввода-вывода (тумблеры, потенциометры, светодиоды, индикаторы токовой петли). Стенды первого типа предназначены для отработки навыков программирования ПЛК на языках МЭК 61131-3 и проектирования сопутствующего интерфейса оператора.

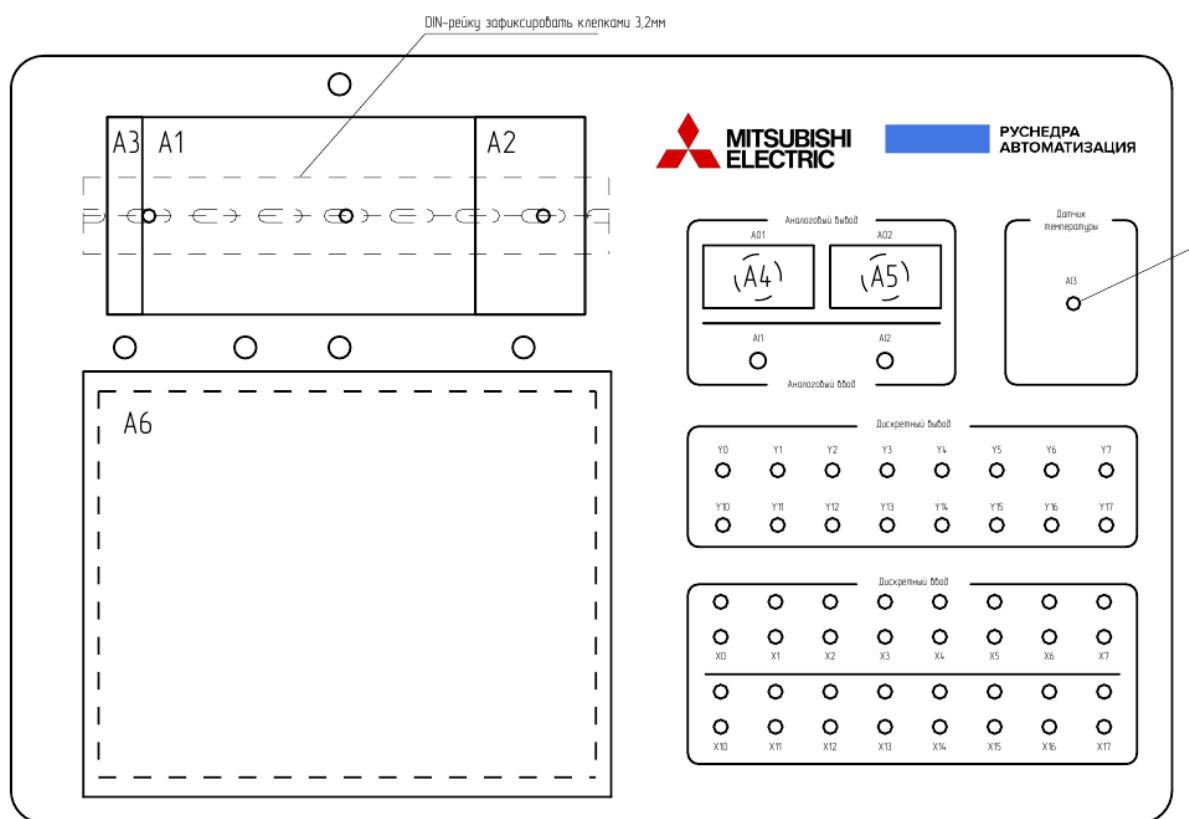


Рисунок 1 – Лабораторный стенд первого типа
(ПЛК MELSEC iQ-F FX5U с панелью оператора GT2508-VTBA)

К модулю контроллера дополнительно подключены периферийные модули для аналогового ввода-вывода (8-канальный модуль АЦП FX5-8AD и 4-канальный адаптер ЦАП FX5-4DA-ADP) [4].

Обмен информацией между ПЛК, панелью оператора и персональным компьютером осуществляется по технологии Ethernet, однако, имеется возможность реализации других видов соединения [5]. Реализация "прозрач-

ного" режима передачи данных (transparent mode), обеспечивающего связку "ПЛК-панель-ПК", упрощает процесс отладки и мониторинга обоих устройств.

Стенды второго типа (рисунок 2) содержат аппаратные комплексы, каждый из которых содержит частотный преобразователь FR-A820 [6], панель оператора GT2103-VTBO [3], двигатель AIP63B4 с энкодером ЛИР-158. Также в стендах предусмотрены разъемы и тумблеры для управления контактами преобразователя. Стенды предназначены для отработки навыков управления электродвигателем в различных режимах работы, задаваемых через преобразователь.

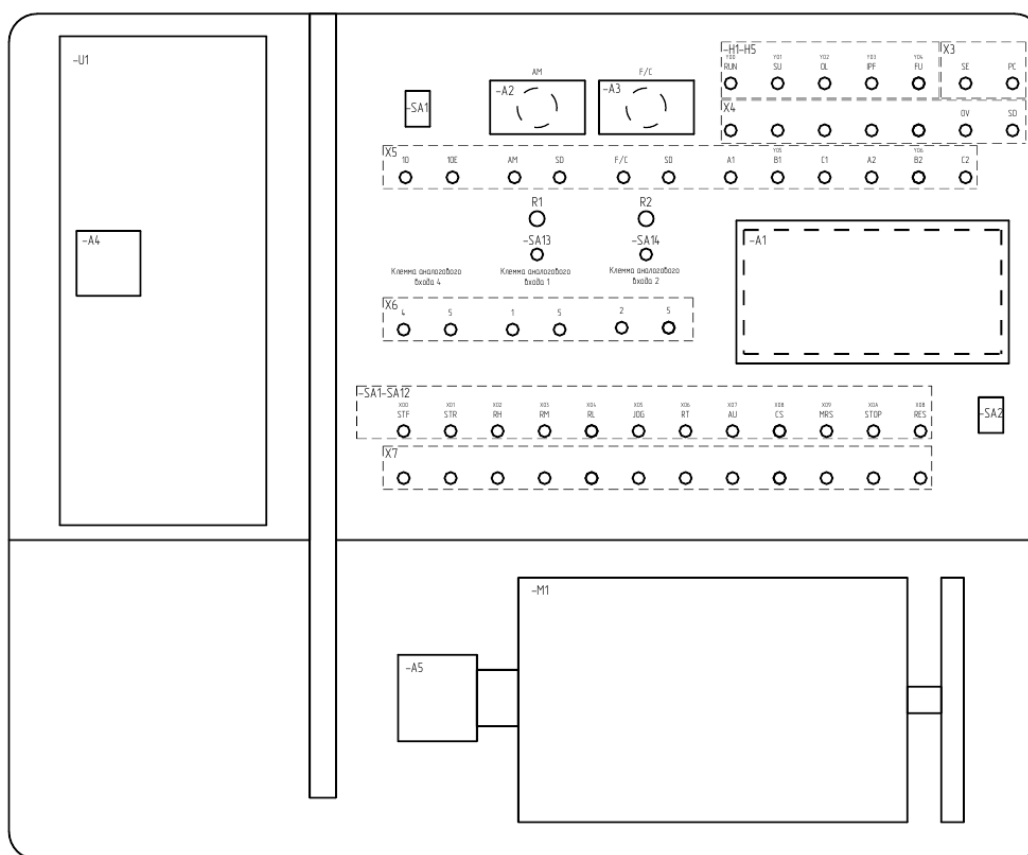


Рисунок 2 – Лабораторный стенд второго типа (частотный преобразователь FR-A820, панель оператора GT2103-VTBO, двигатель AIP63B4)

Связь частотного преобразователя с ПК и панелью оператора также осуществляется через Ethernet.

В комплекте со стендами поставляется специализированное программное обеспечение Mitsubishi Electric, предназначенное для конфигурирования устройств и разработки проектов для них. Среди программных продуктов достаточно выделить следующие:

– GX Works3 [7] – среда разработки, предназначенная для конфигурирования и разработки программ для контроллеров Mitsubishi (в том числе

FX5U). Через среду также реализуется соединение с ПК, мониторинг, а также загрузка/выгрузка прошивки с программой и конфигурацией;

– GT Designer3 [8] – среда разработки, предназначенная для конфигурирования и проектирования человеко-машинного интерфейса панелей серии GOT2000 (в том числе GT2103 и GT2508);

– GX Simulator3, GT Simulator3 – симуляторы ПЛК и панели оператора соответственно, предназначены для отладки системы управления без загрузки прошивок на реальные устройства;

– FR Configurator2 [9] – программа для чтения/записи параметров частотного преобразователя серии FR-A800 с функцией мониторинга;

– eManual Reader – программа для скачивания и чтения документации по устройствам Mitsubishi (руководства по АО и ПО, схемы подключения модулей и т. д.).

Основываясь на функциональных возможностях стендов, сотрудники кафедры автоматике и вычислительной техники разработали лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Работы выстроены таким образом, что каждая последующая работа использует элементы кода и/или интерфейса из предыдущих работ. Это позволяет студенту сократить время на воспроизводство исходного проекта и сосредоточиться на изучении и применении тех элементов, которые рассматриваются в текущей работе.

Перечень лабораторных работ включает работы, связанные с разработкой простейших программ контроллера, изучением принципов работы сенсорной панели оператора, интеллектуального модуля аналогового ввода FX5-8AD, адаптера аналогового вывода FX5-4DA-ADP, дополнительных элементов интерфейса панели.

В начале каждой работы студент должен создать или загрузить проект GX Works3, в котором задается конфигурация устройств. Затем, в соответствии с заданием разрабатывается программа для контроллера. GX Works3 поддерживает языки ST и LD, а также гибридный язык FBD/LD (комбинация функциональных блоков и лестничной диаграммы). После этого создается/открывается проект интерфейса в GT Designer3 и настраивается под контроллер. На экран выводятся графические элементы, отдельные свойства которых привязываются к соответствующим регистрам контроллера и/или модулей расширения. В конце каждой работы производится загрузка про-

шивок в ПЛК и панель, после чего состояние и работоспособность полученной системы проверяется уже на самом стенде, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример выполненной лабораторной работы на стенде с ПЛК

Для внедрения стендов в образовательный процесс были разработаны методические указания с теоретическим материалом и описанием лабораторных работ для лабораторных стендов, а также подготовлен проект образовательной программы для курсов повышения квалификации.

В целом внедрение лабораторных стендов Mitsubishi Electric позволяет интегрировать в учебный процесс современные решения в сфере промышленной автоматизации, проводить научно-методологические работы, осуществлять повышение квалификации технических специалистов и получение опыта работы с оборудованием Mitsubishi Electric работающим инженерам.

Библиографический список

1. Аракчеев П. В., Бурый Е. В., Семеренко Д. А., Шлеменков А. Л. Новые возможности современных учебно-научных лабораторных комплексов // Преподаватель XXI век. 2020. №2–1. С. 35–42. DOI:

<https://doi.org/10.31862/2073-9613-2020-2-35-42>.

2. MELSEC iQ-F FX5U User's Manual (Hardware). URL:

<https://eu3a.mitsubishielectric.com/fa/en/dl/11209/JY997D55301-F.pdf> (дата обращения: 20.11.2020)

3. Graphic Operation Terminal. User's Manual (Hardware) GOT2000 Series. URL: [https://eu3a.mitsubishielectric.com/fa/en/dl/11091/SH\(NA\)-081194ENG-Z.pdf](https://eu3a.mitsubishielectric.com/fa/en/dl/11091/SH(NA)-081194ENG-Z.pdf) (дата обращения: 20.11.2020).

4. MELSEC iQ-F FX5 User's Manual (Analog Control – Intelligent function module). URL: [https://be3a.mitsubishielectric.com/fa/fr/dl/12009/SH\(NA\)-081802ENG-A.pdf](https://be3a.mitsubishielectric.com/fa/fr/dl/12009/SH(NA)-081802ENG-A.pdf) (дата обращения: 20.11.2020).

5. GOT2000 Series Connection Manual (Mitsubishi Electric Products) For GT Works 3 Version 1. URL: <https://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/manual/got/sh081197eng/sh081197engag.pdf> (дата обращения: 20.11.2020)

6. FR-A800 Instruction Manual (Detailed). URL: https://s3.amazonaws.com/Icarus/DOCUMENTS/Mitsubishi_Manuals_3802.pdf (дата обращения: 20.11.2020)

7. GX Works3 Operating Manual. URL: <https://ru3a.mitsubishielectric.com/fa/ru/dl/10994/sh081215.pdf> (дата обращения: 20.11.2020)

8. GT Designer3 (GOT2000) Screen Design Manual. URL: <https://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/manual/got/sh081220eng/sh081220engah.pdf> (дата обращения: 20.11.2020)

9. FR Configurator2 Instruction Manual. URL: https://de3a.mitsubishielectric.com/fa/de/dl/13525/ib0600516engt_FR_Configurator2_INSTRUCTION_MANUAL.pdf

Анализ инструментов программы – цифрового ассистента для морских буровых платформ, способной повысить производственную эффективность

Романов С. Ф. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии материалов и судоремонта, e-mail: romanov_stas@mail.ru*)

Аннотация. Повышение эффективности производства – одна из первоочередных задач при реализации проекта, направленного на освоение Арктического региона. Внедрение новых цифровых технологий представляет собой один из наиболее эффективных способов снижения потерь при разработке, строительстве скважин, извлечении, транспортировке углеводородного сырья.

Abstract. Increase of efficiency is one of the first objectives in project implementation, aimed at developing the Arctic region. Introduction of modern digital technologies is a more efficiency way for reducing losses during development, construction of well, extraction, transportation of oil and gas.

Ключевые слова: ИНС, Арктика, углеводородные ресурсы, арктический шельф, морское бурение, IT – технологии, цифровой ассистент, ОТ и ТБ

Key words: neural networks, Arctic region, oil and gas, Arctic's shelf, sea drilling, IT, digital assistant, Health and Safety Environment (SHE)

Цифровые ассистенты зарекомендовали себя как эффективный инструмент для решения производственных задач. Преимущество их внедрения на типовых проектах заключается в том, что таким образом возможно создать единую рабочую среду, удобную как для персонала самих производственных объектов, так и для сотрудников, находящихся вне производства (работников офиса, представителей заказчика и подрядных организаций). При наличии определенных прав доступа, каждый из, перечисленных выше, работников способен получать доступ к данным и вести непосредственный контроль в режиме реального времени. Обобщение информации позволит создать общую базу данных с возможностью проводить аналитические и статистические исследования, основываясь на внутрикорпоративных наработках.

Главная задача, которая должна быть решена на этапе создания программы – ассистента – грамотный подбор унифицированных функций. Основываясь на собственном производственном опыте и проведя опрос среди компетентных работников, были сделаны выводы о начальном наборе инструментов. На основании информации полученной из книги Терехова В. А.

"Нейросетевые системы управления" [1], IT – инструмент , способный в полном объеме реализовать поставленную задачу – применение алгоритмов искусственных нейронных сетей в области анализа данных и распознавания образов.

Сами по себе инструменты представляют собой набор приложений, ориентированных на разные сферы деятельности и специалистов. Для упрощения классификации, они были поделены на следующие группы: "А" (работающие в области обслуживания и ремонта оборудования), "Б" (штурманский состав (для разведочных платформ) и администрация (для стационарных платформ)) и "В" (инженеры по Охране труда и промышленной безопасности (далее – ОТ и ПБ)). Соответствуя выбранной классификации, для специалистов группы "А" – основным инструментом будет являться информационная платформа (аналога социальной сети). Главное назначение этого инструмента заключается в следующем: во-первых, среда для обмена и получения информации по обслуживанию, ремонту и возможным повреждениям и отказам, связанным с оборудованием, во-вторых, программный аналог графика "Технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов" (далее ТО и ППР), автоматически предоставляющий информацию о текущих работах и заблаговременно извещающий о предстоящих, согласно планов – графиков: еженедельных, месячных, квартальных, полугодовых и годовых, в отдельных случаях по необходимости, в зависимости от специальных требований к обслуживанию оборудования, с предоставлением информации по необходимым СЗЧ и расходным материалам.

Принцип работы инструмента заключается в следующем: во-первых, в рамках применения инструмента, все оборудование разделено по заведованию механиков, для упрощения поиска, во-вторых, после проведения планового технического обслуживания или работ, направленных на устранение возникшей неисправности, каждый, ответственный за проведение данного вида работ, член экипажа указывает порядок выполнения, применяемый инструмент и использованные расходные материалы, в-третьих, в отдельной графе указываются приемы, применяемые при проведении того или иного этапа, а так же свои предположения о возможных причинах, приведших к тем или иным последствиям, в-четвертых, после проведения ТО и ППР отчет о использованных расходных материалах и запасных частях направляется специалисту по снабжению автоматически. Повышение эффективности про-

изводственного процесса достигается за счет: экономии времени на поиск необходимых запасных частей и расходных материалов, информации и рекомендаций о проведении тех или иных видов работ, повышения компетенции работников за счет обмена информацией, повышения уровня осведомленности вновь прибывших и "молодых работников", повышения "прозрачности" процессов обслуживания и ремонта для специалистов офиса, снижение времени технологических простоев из-за неполадок и отказа оборудования, что положительно сказывается на производственном процессе и снижению экономических затрат.

Следующий инструмент представляет из себя цифровой 3 – D сканер, с возможностью автоматического создания отсутствующей или утраченной чертежной документации и работы с 3 – D принтером. Используя материалы изложенные в статье Баевой Л. С. "Современные технологии аддитивного изготовления объектов" [2] можно сделать вывод, что данный инструмент позволит увеличить скорость обработки и заказа изделий, требующих изготовления в заводских условиях, а использование 3 – D печати для изготовления резиновых уплотнений и полимерных деталей решит проблему незапланированного простоя оборудования из-за отсутствия необходимых расходных материалов на борту, в условиях арктического региона, данный аспект особенно актуален.

Следующий инструмент имеет схожие функции для специалистов группы "Б" и "В". и включает: контроль за соблюдением работниками правил ОТ и ПБ, идентификацию вновь прибывших на борт в момент пересадки, фиксацию случаев возникновения внештатных ситуаций, фиксацию попыток несанкционированного проникновения и появление посторонних на борту, контроль за поверхностью воды вокруг платформы. Повышение эффективности труда и оптимизация рабочего времени специалистов достигается за счет: в области ОТ и ПБ, непрерывного контроля и автоматического выявления случаев нарушения работником норм использования средств индивидуальной защиты и правил безопасного проведения технологических операций, а так же выявления факта получения работником травмы, что способствует оперативному оказанию необходимой помощи, автоматической идентификации всех прибывших работников с рассылкой отчетов по каждому из них на предмет проверки наличия соответствующих документов, необходимости проведения инструктажей и т. д., контроля поверхности воды, что позво-

лит пресечь возможность незаметного подхода постороннего плавсредства, выявить случай падения работника за борт, предотвратить факт разлива нефтепродуктов или появления пузырьков воздуха (при строительстве скважины данный факт может являться признаком развития аварийной ситуации). Все вышеперечисленные факторы позволят не только эффективно действовать, но и приведут к повышению трудовой дисциплины работников. Стремление к безаварийной работе – один из способов увеличения экономических показателей производства.

Библиографический список

1. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю. Нейросетевые системы управления. – М. : Высшая школа, 2002. – 184 с.
2. Баева Л. С., Маринин А. А. Современные технологии аддитивного изготовления объектов // Вестник МГТУ. 2014. Т. 17, № 1. С. 7–12.

**БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ
И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ**

К вопросу об изучении морфологии гонад голотурии

Molpadia borealis M. Sars, 1859 Карского моря в осенний период

Гарбуль А. В.¹, Индушко В. В.¹, Гарбуль Е. А.² (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: anna.ciscimaria@yandex.ru; ²Мурманский морской биологический институт)

Аннотация. Изучена морфология гонад голотурии *Molpadia borealis* M. Sars, 1859 Карского моря в осенний период. При обработке гонад выявлено, что самок в пять раз больше, чем самцов. В сентябре-октябре на всех изученных станциях в гонадах отмечен активный процесс оогенеза, свидетельствующий о скором наступлении нереста. Просвет половых трубочек заполняют зрелые ооциты диаметром около 300 мкм, а по их периферии располагаются половые клетки, находящиеся на разных стадиях развития.

Abstract. It has been studied the morphology of gonads of Holothuria *Molpadia borealis* M. Sars, 1959 of Kara Sea in the autumn season. When processing gonads, it was discovered that there are five times more females than males. In September-October there was marked active process of oogenesis in gonads on all studied stations that shows the forthcoming spawning. Sex tube lumen are filled with mature oocytes with the diameter of about 300 mkm, and along their periphery are located germ cells at different stages of development.

Ключевые слова: голотурия, мольпадия, гонада, гонадный индекс, гаметы, Карское море

Key words: holothurian, *Molpadia borealis* M. Sars, 1859, gonads, gonads index, gametes, Kara Sea

Голотурии входят в состав большинства бентосных сообществ и часто играют в них доминирующую роль. Они оказывают значительное влияние на переработку органического материала на дне моря. Во избежание нарушения целостности донных сообществ необходимым аспектом является изучение репродуктивной биологии вида. В литературных источниках большое внимание уделено промысловым тропическим и бореальным видам голотурий, а высокоширотные и глубоководные виды являются малоизученными [1; 2; 4–7]. В настоящее время имеется единственная работа [3], где рассматривается ультраструктура гамет арктической голотурии *Molpadia borealis* M. Sars, 1859 Карского моря.

Мольпадии образуют плотные поселения в северных морях от Северной Атлантики до моря Лаптевых.

Исследуемые образцы *M. borealis* отобраны в научно-промысловом рейсе ММБИ в Карском море с помощью промыслового трала (рисунок 1) на НИС

"Дальние Зеленцы" в сентябре-октябре 2019 г. из шести различных районов (рисунок 2).



Рисунок – 1 Голотурия *M. borealis* в траловой выборке



Рисунок – 2 Карта – схема отбора проб *M. borealis*

Голотурии *M. borealis* раздельнополые животные, гермофродитные особи при отборе проб обнаружены не были. Определить пол особи по внешнему виду не представляется возможным (рис. 1). У мольпадии одиночная гонада, состоящая из многочисленных половых трубочек.

При камеральной обработке у каждой особи определяли длину и массу кожно-мышечного мешка, массу гонад, общее количество половых трубочек.

чек, максимальную и минимальную длину, а так же диаметр половых трубочек.

Гонадный индекс (ГИ, в %) определяли как отношение массы гонад g к массе кожно-мышечного мешка P по формуле: $ГИ = g / P \times 100$.

Масса кожно-мышечных мешков исследуемых образцов находится в диапазоне от 9,8 г до 17,5 г, где самки значительно тяжелее самцов. Количество трубочек в гонадах значительно варьирует (длина кожно-мышечного мешка от 112,00 мм до 163,00 мм, масса половых желез от 1,72 г до 6,47 г) от 29 до 76 штук. Трубочки гонады различаются по диаметру. Мужские – имеют перетяжки различной формы и утолщения, диаметр половых трубочек варьирует от 1,00 до 2,00 мм. Диаметр половых трубочек самок находится в диапазоне от 1,00 до 5,00 мм. Длина трубочек так же варьирует. Короткие трубочки имеют длину от 3,00 до 33,00 мм, длинные – от 47,00 мм до 192,00 мм. Иногда половые трубочки имеют два-три ответвления, которые ветвятся, как от середины, так и от концевых участков.

При обработке гонад выявлено, что самок в пять раз больше, чем самцов.

Клеточный состав половых трубочек самок на различных участках одной трубочки не имеет существенных различий. Просвет половых трубочек заполняют зрелые ооциты диаметром около 250-300 мкм, а по их периферии располагаются половые клетки, находящиеся на разных стадиях развития.

Наши исследования показали, что изменения величины гонадного индекса не имеют закономерного характера (рис. 3) из-за наличия в пробах особей разного размера.

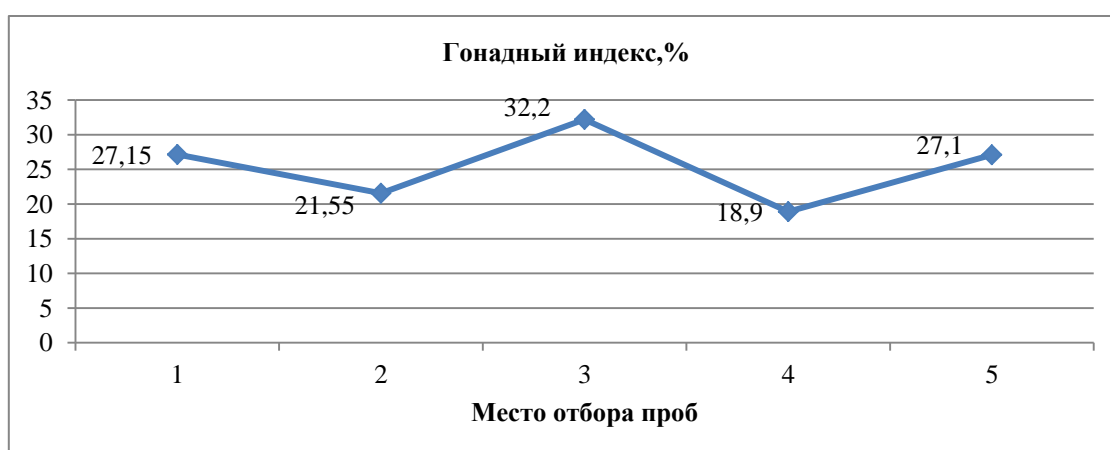


Рисунок – 3 Средние значения гонадного индекса самок *M. borealis*

В сентябре-октябре на всех изученных станциях в гонадах отмечен активный процесс оогенеза, свидетельствующий о скором наступлении нереста.

Библиографический список

1. Анциферова А. В. Репродуктивная биология промысловой голотурии *Cucumaria frondosa* (Gunnerus, 1776) Баренцева моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18. М., 2007. 23 с.
2. Гудимова Е. Н. Голотурия *Cucumaria frondosa* (Gunner, 1776) // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей = Harvesting and perspective alga and invertebrates for uses of the Barents and White seas. Апатиты : КНЦ РАН, 1998. С. 453–528.
3. Дроздов А. Л., Рогачева А. В., Тюрин С. А. Ультраструктура гамет арктической голотурии *M. Sars, 1859* (Holothuroidea: Molpadidae) / Биология моря. 2012. Т. 38, № 3. С. 244–248.
4. Green J. D. The annual reproductive cycle of the apodus holothurian *Leptosynapta tenuis*: a bimodal breeding season // The Biological Bulletin. 1978. Vol. 154, Iss. 1. P. 68–78. DOI: <https://doi.org/10.2307/1540775>.
5. Hamel J.-F., Mercier A. Studies on the Reproductive Biology of the Atlantic Sea Cucumber *Cucumaria Frondosa* : Gonad morphology and gametogenesis of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* // SPC Beche-de-mer Information Bulletin. 1996. Vol.8. P. 22–33.
6. Hamel J.-F., Mercier A. Early development, settlement, growth, and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1996. Vol. 53, Iss. 2. P. 253–271. DOI: <https://doi.org/10.1139/f95-186>.
7. Tanaka, Y. Seasonal changes occurring in the gonad of *Stichopus japonicus* // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 1958. Vol. 9. P. 29–36.

Перспективы отечественного промысла в Карском море

Долгов А. В.^{1,2,3} (¹г. Мурманск, Полярный филиал ВНИРО (ПИНРО им. Н. М. Климовича), ²г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии и водных биоресурсов, ³г. Томск, ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", e-mail: dolgov@pinro.ru)

Аннотация. Приведена современная информация по ихтиофауне и отечественному промыслу в Карском море. Рассмотрены потенциальные объекты промысла и перспективы их освоения. Показано, что в настоящее время, наиболее реальными объектами промысла могут быть краб-стригун опилио и сайка.

Abstract. Recent information on ichthyofauna and fisheries in the Kara Sea is provided. Potential fisheries species and perspectives of their using by Russian fleet are considered. It is shown that recently snow crab and polar cod can be considered as the most real object for fishery.

Ключевые слова: Карское море, промысел, рыбы, краб-стригун

Key words: Kara Sea, fisheries, fishes, snow crab

Карское море является одним из арктических морей России, которое из-за тяжелых ледовых условий в течение всего прошедшего столетия было труднодоступным для промысла и рыбохозяйственных исследований [1]. Промышленное рыболовство в открытой части Карском море практически не велось, промысел был сосредоточен в прибрежных водах (распресненные губы и заливы). В последние годы основными объектами промыслового и любительского лова здесь являются навага и сиговые (арктический омуль, чир, пелядь, сиг-пыжьян, сибирская ряпушка и тугун) [2].

В 2000-е гг. в связи с общим потеплением Арктики были проведены рыбохозяйственные исследования в Карском море. Уже первые экспедиции ПИНРО в Карское море 2006–2007 г. выявили довольно плотные скопления молоди черного палтуса в северной части моря, а также относительно высокую биомассу сайки [3]. Было выявлено, что в настоящее время в Карском море встречается 105 морских и пресноводных видов рыб [2]. Из морских видов 15 видов являются промысловыми или потенциально промысловыми, однако численность большинства таких видов (мойва, треска, пикша, окунь-клювач, синяя и пятнистая зубатки, звездчатый скат, камбала-ерш, лиманда) в Карском море крайне незначительная для ведения промышленного лова. Промысел чёшско-печорской сельди в настоящее время не ведется.

Три вида морских рыб добываются при прибрежном промысле Навага является в настоящее время наиболее важным промысловым объектом в Карском море и ведется ее специализированный промысел, однако ее годовой вылов в последние годы не превышает 100 т. Азиатская зубастая корюшка и полярная камбала добываются в качестве прилова на промысле наваги, их уловы не превышают нескольких тонн.

Черный палтус встречается только в северной глубоководной части Карского моря (в желобах Воронина и Св. Анны), однако несмотря на относительно высокую численность в этом районе представлен преимущественно неполовозрелыми особями длиной до 40–50 см [3]. В связи с этим промысел этого вида нецелесообразен.

Наиболее перспективным объектом промышленного лова в Карском море является сайка. Оценки ее промыслового запаса, выполненные в 2013 и 2019 гг., составили 128–287 тыс. т [4], что при щадящем режиме эксплуатации может обеспечить вылов в 9–44 тыс. т. Несмотря на рекомендации ученых ПИНРО, промысел этого вида в Карском море не ведется, что связано со слабой заинтересованностью рыбаков, низкой стоимостью сайки и удаленностью районов промысла в Карском море.

В 2010-х гг. в Карском море был обнаружен новый ценный промысловый вид – краб-стригун опилио. Данные, полученные в Карском море в 2019 г. в рамках трансарктической экспедиции ВНИРО с участием сотрудников Полярного филиала [4], позволили оценить биомассу промыслового запаса на уровне 9–10 тыс. т. Это дало основание к введению популяции этого вида в Карском море в промысел. В дальнейшем можно ожидать рост запаса краба-стригуна и его вылова.

Таким образом, в настоящее время отечественное промышленное рыболовство в Карском море находится на крайне низком уровне, несмотря на наличие промысловых ресурсов (сайка, краб-стригун). Для увеличения отечественного вылова и рационального ведения промысла в Карском море необходимы организация такого промысла и, вероятно, предоставление определенных льгот для промысловиков, участвующих в промысле в этом районе.

Библиографический список

1. Есипов В. К. Рыбы Карского моря. М. : Изд-во АН СССР. 1952. 145 с.
2. Долгов А. В., Новоселов А. П., Прохорова Т. А., [и др.]. Атлас-определитель рыб Карского моря = Atlas of the Kara sea fish. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2018. 271 с.
3. Экосистема Карского моря / под общ. ред. Б. Ф. Прищепы. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2008. 261 с.
4. Орлов А. М., Савин А. Б., Горбатенко К. М. [и др.]. Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в транс-арктической экспедиции ВНИРО // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 102–143. DOI: <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-102-143>.

Морфометрические характеристики жабр черноморской скорпены

Зозуль А. Ю., Кузьмина Н. С. (г. Севастополь, ГБОУДО "Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи")

Аннотация. Авторы предлагают результаты проведенных исследований морфометрических параметров жабр черноморской скорпены – *Scorpaena porcus*, из разных бухт г. Севастополя: Карантинной, Александровской, Балаклавской, Стрелецкой, осуществленных в течение 2019–2020 годов.

Abstract. The authors offer the results of the research of morphometric parameters of the gills of the black sea Scorpion – *Scorpaena porcus*, from different bays of Sevastopol: Quarantine, Alexander, Balaklava, Streletskaaya, carried out during 2019-2020.

Ключевые слова: черноморские рыбы, *Scorpaena porcus*, прибрежная ихтиофауна, биомониторинг, морфометрические параметры жабр

Key words: black sea fish, *Scorpaena porcus*, coastal ichthyofauna, biomonitoring, morphometric parameters of gills

В настоящее время трудностей с диагностикой состояния рыб крайне мало. Широкий спектр апробированных параметров позволяет выбрать исследователю удобный/доступный метод анализа функционирования разных представителей ихтиофауны. Вместе с тем, не все из них отличаются высокой чувствительностью.

Многие черноморские рыбы представляют значимость как с позиции биомониторинга, так и по причине высоких вкусовых качеств. Этим требованиям отвечают массовые виды прибрежной ихтиофауны г. Севастополя: ставрида, спикара, султанка и ерш. Последний был нами рассмотрен при характеристике величин индекса жабр у особей из бухт с разным уровнем загрязнения.

В связи с этим, после анализа данного морфофизиологического параметра ерша (черноморской скорпены), мы решили продолжить изучение этого важного органа рыб.

Цель настоящего научного проекта – исследование морфометрических параметров жабр черноморской скорпены из разных бухт.

Оценку состояния жабр рыб проводили на особях *Scorpaena porcus*, отловленных в бухтах г. Севастополя (б. Карантинная, б. Александровская, б. Балаклавская, б. Стрелецкая) с 2019 по 2020 гг. Биоанализ рыб включал определение размеров, пола, возраста рыб. Анализировали морфометрические параметры жабр: длину (а) и ширину (в) жаберных филоментов, их плотность распределения (N) на жаберной дуге. Для этого исследования рассмат-

ривали средний участок только на внешних дугах. Результаты этого анализа выражали в мм (для параметров а и в) и шт/мм (для N) соответственно. Результаты измерения показателей жабр обрабатывали статистически. Все расчеты изучаемых параметров проводили с помощью стандартной программы "EXCEL".

Известно, что при хроническом загрязнении водоемов жаберные филаменты оказываются весьма чувствительной структурой организма рыб. Наиболее часто встречающимися патологиями на примере леща из Саратовского водохранилища оказались дисплазия (некроз) ламелл – жаберных лепестков второго порядка, инфильтрация и отслоение их эпителия, их искривления, раздвоение, сращивание, и даже отсутствие ламелл [2].

В отношении показателя количества жаберных филаментов не было найдено достоверных отличий между одновозрастными особями обоих полов (рисунок 1).

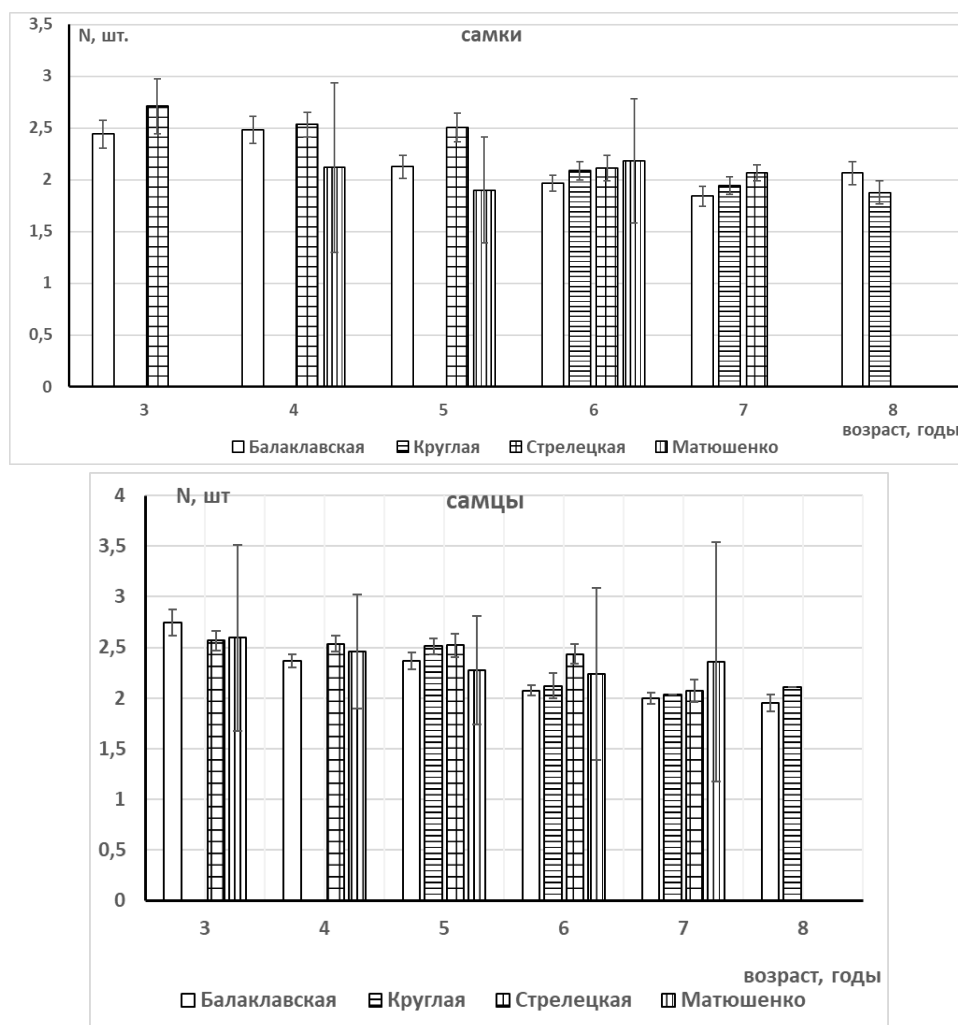


Рисунок 1 – Плотность распределения жаберных филаментов у самок и самцов морского ерша из бухт г. Севастополя в современный период

Сходная ситуация наблюдалась и в отношении параметров ширины и длины жаберных филламентов (рисунок 2, рисунок 3). Интересно отметить, что у самцов с 4 до 8 лет показатель длины жаберного лепестка в б. Балаклавской бухте выше чем в других бухтах.

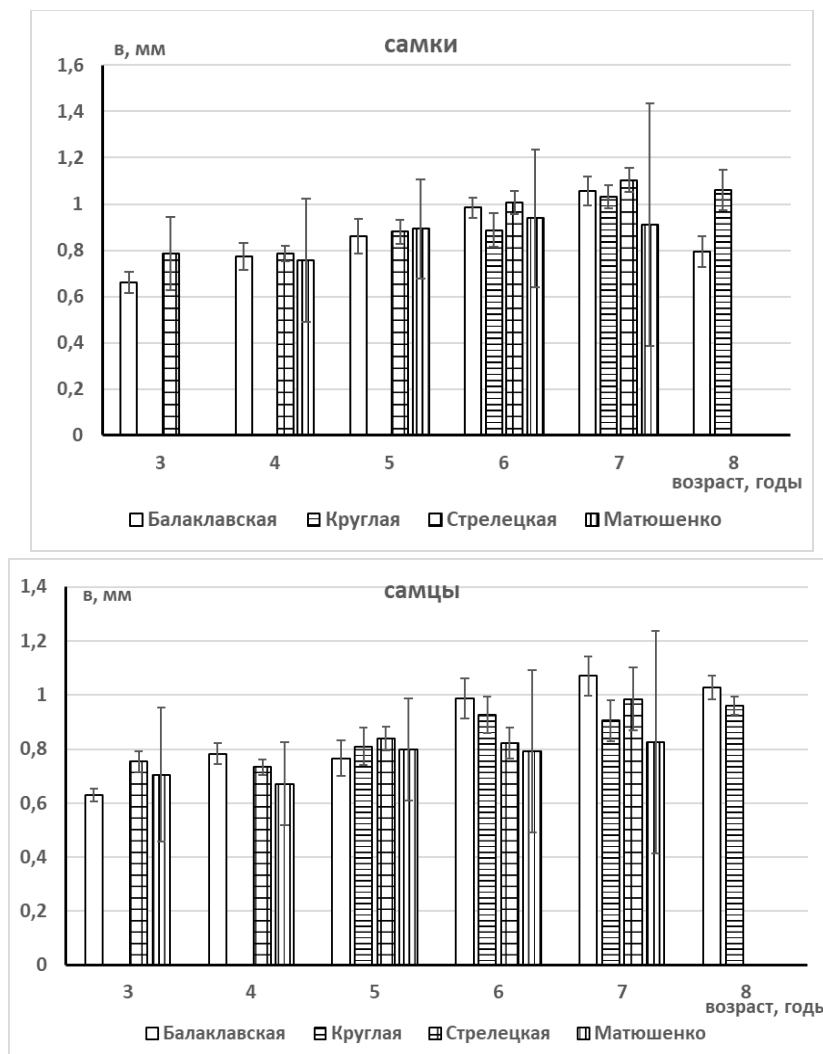


Рисунок 2 – Ширина жаберного филламенты у самок и самцов морского ерша из бухт г. Севастополя в современный период

Несмотря на отсутствие достоверных отличий по исследованным показателям у рыб из разных бухт, информативность выбранных морфометрических параметров не вызывает сомнений [1; 3]. Так, например, при воздействии тяжелых металлов на щуку, были выявлены выраженные различия в длине и ширине ламелл [1].

Аналогичные нашим результаты по плотности распределения филламентов получены и для жаберного аппарата декапод: в условиях загрязнения их количество возрастает [3]. На основании наших результатов, можно предположить, что морской ерш, обитающий в бухте Балаклавской, испы-

тывает меньшую нагрузку на органы дыхания, что, возможно, связано с лучшим водообменом в акватории, а значит и меньшим уровнем загрязнения.

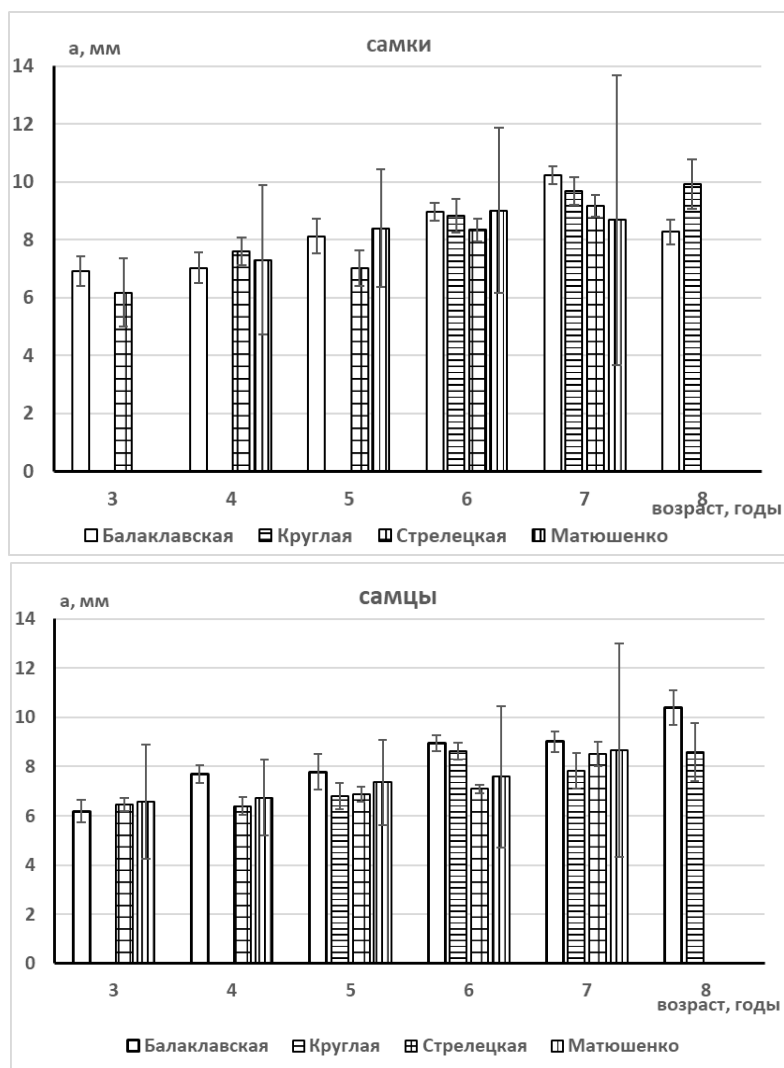


Рисунок 3 – Длина жаберного филамента у самок и самцов морского ерша из бухт г. Севастополя в современный период

Библиографический список

1. Клишин А. Ю. Морффункциональные изменения ламелл и филamentos жабр щуки (*Esox lucius*) // Общество и цивилизация в XXI веке: тенденции и перспективы развития : сб. ст. по материалам II междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 27 мая 2014 г. Воронеж, 2014. № 8 (12). С. 25–29.
2. Минеев А. К. Морфофункциональные изменения у леща *Abramis brama* Саратовского водохранилища // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, № 3. С. 332–350.
3. Тимофеев В. А., Копытов Ю. П., Самышев Э. З. Морфология жаберного аппарата двустворчатых моллюсков в связи с загрязнением донных осадков // Морской экологический журнал. 2009. Т. 8, № 3. С. 41–52.

Некоторые сведения о голубях в разных районах города Севастополя

Мартемьянова К. Ю., Кузьминова Н. С., Мишина Э. В. (г. Севастополь, ГБОУДО "Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи")

Аннотация. Авторами предлагаются результаты проведенного исследования прикормленных стай голубей в разных районах города Севастополя, с дифференциацией особей по фенотипу, состоянию здоровья и причин заболеваемости.

Abstract. The authors propose the results of a study of lured flocks of pigeons in different districts of the city of Sevastopol, with the differentiation of individuals by phenotype, health status and causes of disease.

Ключевые слова: городские голуби, аберрантные городские голуби, меланисты, состояние здоровья особи

Key words: city doves, city pigeons aberrant, melanin, the health status of individuals

Птиц на планете существует много, но голуби, пожалуй, являются самыми распространёнными из членов пернатого царства, потому что не только многочисленны, но и обитают на всех пригодных для жизни континентах. С человеком они соседствуют издревле, всегда были ему полезны и получали в ответ от людей симпатию, заботу и благожелательное отношение.

Актуальность: ознакомившись с литературными источниками по исследованию городских голубей, мы поняли, что акцент в этих публикациях приходится на анализ полиморфизма окраски птиц. Работ на эту тему не проводилось в нашем регионе. Кроме этого, вопросы о состоянии и причинах болезней этого массового вида птиц в городской среде также плохо освещены в научных статьях. В связи с этим, целью нашего проекта стало изучение некоторых аспектов встречаемости и здоровья городского голубя.

Задачи:

- установить процентное соотношение разных форм городского голубя;
- определить визуальный характер повреждения конечностей птиц.

В течение недели весной 2020 года были осуществлены наблюдения и записи количества голубей в прикормленной стае с дифференциацией особей по фенотипу. Отмечали число сизых, аберрантных городских голубей, а также меланистов. Фиксировали также больных особей, записывали, фотографировали характер повреждений на нижних конечностях. Проект выполняли в 6 районах города Севастополя: центр города (набережная), пл. Захарова, пр. ген. Острякова, ул. Т. Шевченко, пр. Окт. Революции, пр. Гагарина.

Установлено, что как в целом по городу, так и по отдельным районам наибольшее количество городского голубя приходится на меланистов, а минимальное – на аберрантов (рисунок 1). Интересно, что и в других регионах России количество меланистов (чёрночеканных) среди городских голубей является максимальным [1; 2].

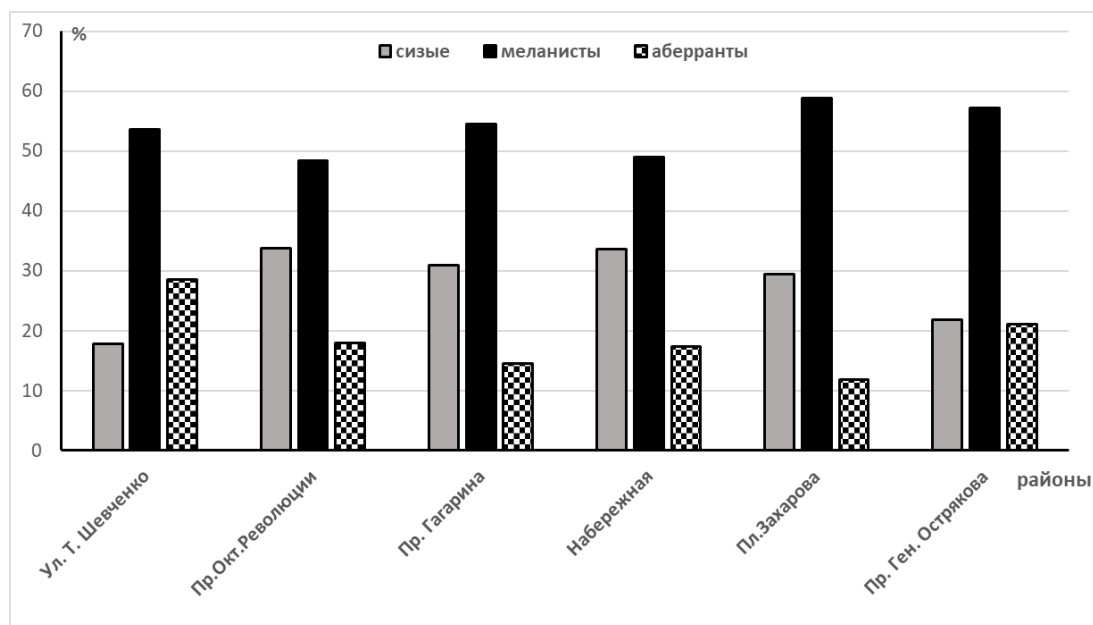


Рисунок 1 – Разные фенотипы голубей в некоторых районах г. Севастополя в 2020 году

Отмечено, что доля птиц с признаками болезней почти во всех изучаемых районах схожа, кроме площади Захарова (рисунок 2). Можно предположить, что именно в этом районе голуби по своему типу питания являются "собирателями", что связано с тем, что в этом районе много зелёных насаждений. Известно, что грязное и слипшееся оперение характерно для голубей – "мусорщиков" [2]. Это характерно для районов разных городов, в которых много мест продажи продовольствия (рынки, магазины и др.) [3].

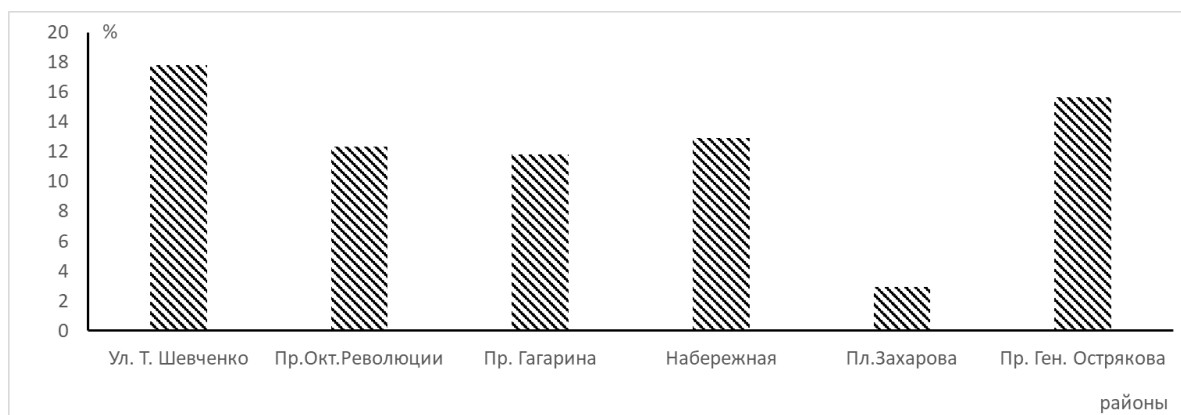


Рисунок 2 – Количество голубей в вялом состоянии с признаками нарушений качества перьевого покрова

В ходе работы мы обнаружили, что количество голубей с повреждёнными нижними конечностями (отсутствие целой или половины лапы, поврежденные пальцы или их отсутствие, сильные перетяжки нитками) низкое во всех районах, а в зоне исследования на Пр. Окт. Революции таковых птиц не было (рисунок 3).

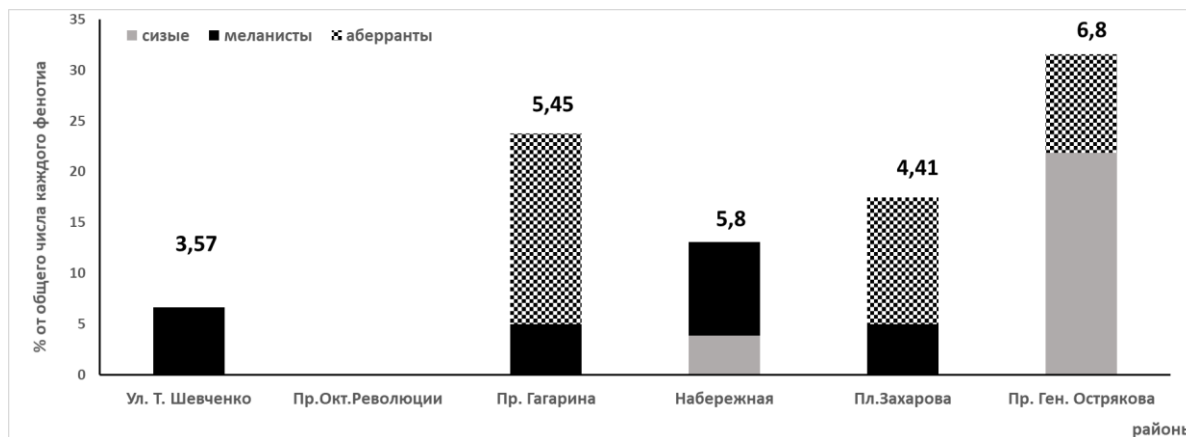


Рисунок 3 – Количество голубей разных фенотипов с повреждениями нижних конечностей

Важно отметить, что в трёх районах аберранты имели достаточно высокий процент повреждений лап или даже отсутствие одной из них. Возможно, что, отчасти, бóльшая поврежденность конечностей у аберрантов связана с их уязвимостью (в частности, перед хищниками) из-за окраски, что было показано на примере г. Минска [3].

Библиографический список

1. Глущенко, Ю. Н. [и др.]. Материалы к изучению окрасочного полиморфизма сизого голубя *Columba livia* на востоке Азии // Русский орнитологический журнал. 2019. Т. 28. С. 1603–1616. (Экспресс-выпуск 1755).
2. Салимов Р. М. Окрасочный полиморфизм синантропных сизых голубей Урала и сопредельных территорий : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16. Екатеринбург, 2008. 23 с.
3. Хандогий И. М., Кулеш В. Ф., Хандогий Д. А. Эколого-биологические адаптации синантропного сизого голубя (*Columba livia* L.) в г. Минске // Экологический вестник. 2017. № 1 (39). С. 26–34.

Разработка методов и орудий рыболовства для рациональной добычи ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое

Недоступ А. А., Ражев А. О., Макаров В. В., Шибяев С. В., Алдушин А. В.
(г. Калининград, ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет", e-mail: nedostup@klgtu.ru)

Аннотация. В статье приводятся методы и орудия рыболовства для рациональной добычи ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое. При разработке методов добычи ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое выполнен анализ состояния запасов ряпушки и ее промысла. Предложен траловый лов ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое, который является приоритетной задачей для Калининградской области, с точки зрения обоснования общего допустимого улова (ОДУ) для ее вылова, так как трал для лова ряпушки будет эксплуатироваться и окажет существенное приращение улова ценного вида гидробионтов.

Abstract. The article provides methods and fishing tools for the rational catch of *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoje. When developing methods for catching *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoje, an analysis of the state of vendace stocks and its fishery was carried out. Trawl fishing for *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoje has been proposed, which is a priority task for the Kaliningrad region, in terms of substantiating the total allowable catch for its catch, since the trawl for fishing *Coregonus albula* will be operated and will have a significant increase in the catch of a valuable species of aquatic organisms.

Ключевые слова: методы, орудия рыболовства, разноглубинный трал, *Coregonus albula*, ряпушка, озеро Виштынецкое

Key words: methods, fishing tools, midwater trawl, *Coregonus albula*, Lake Vishtynetskoje

Озеро Виштынецкое является самым крупным водоемом, расположенным на территории Калининградской области, в котором обитают жилые формы сиговых – ряпушка и сиг. Внушительная площадь зеркальной поверхности водоема (1,8 тыс. га), его большая глубина (54 м) со сложным рельефом дна делают данный олиготрофный водоем уникальным по своей природе (рисунок 1).

В 70–80 годы прошлого столетия ряпушка была основным объектом промысла, уловы данного вида достигали 28 т. [1]. Однако с начала 90-х годов наблюдалось резкое снижение уловов, обусловленное, прежде всего, социально-экономическими причинами. Несмотря на возрождение промысла на озере и предпринимаемые попытки увеличения вылова ряпушки, ее уловы оказались на порядок ниже по сравнению с периодом интенсивного рыболовства. Проводимые с 2006 года кафедрой ихтиологии и экологии исследования показали, что произошло не резкое снижение численности ряпушки, а ее мельчание, вызванное перенаселенностью и распространением парази-

тов [2; 3]. Это же подтверждают результаты проведенных гидроакустических съемок, которые позволили не только оценить численность и плотность рыбных скоплений данного вида в озере, что в пересчете на биомассу показало сопоставимые значения с уловами ряпушки в 70–80-е годы прошлого столетия (рисунок 2), но и дать оценку ее пространственного распределения как по акватории водоема, так и в толще воды.

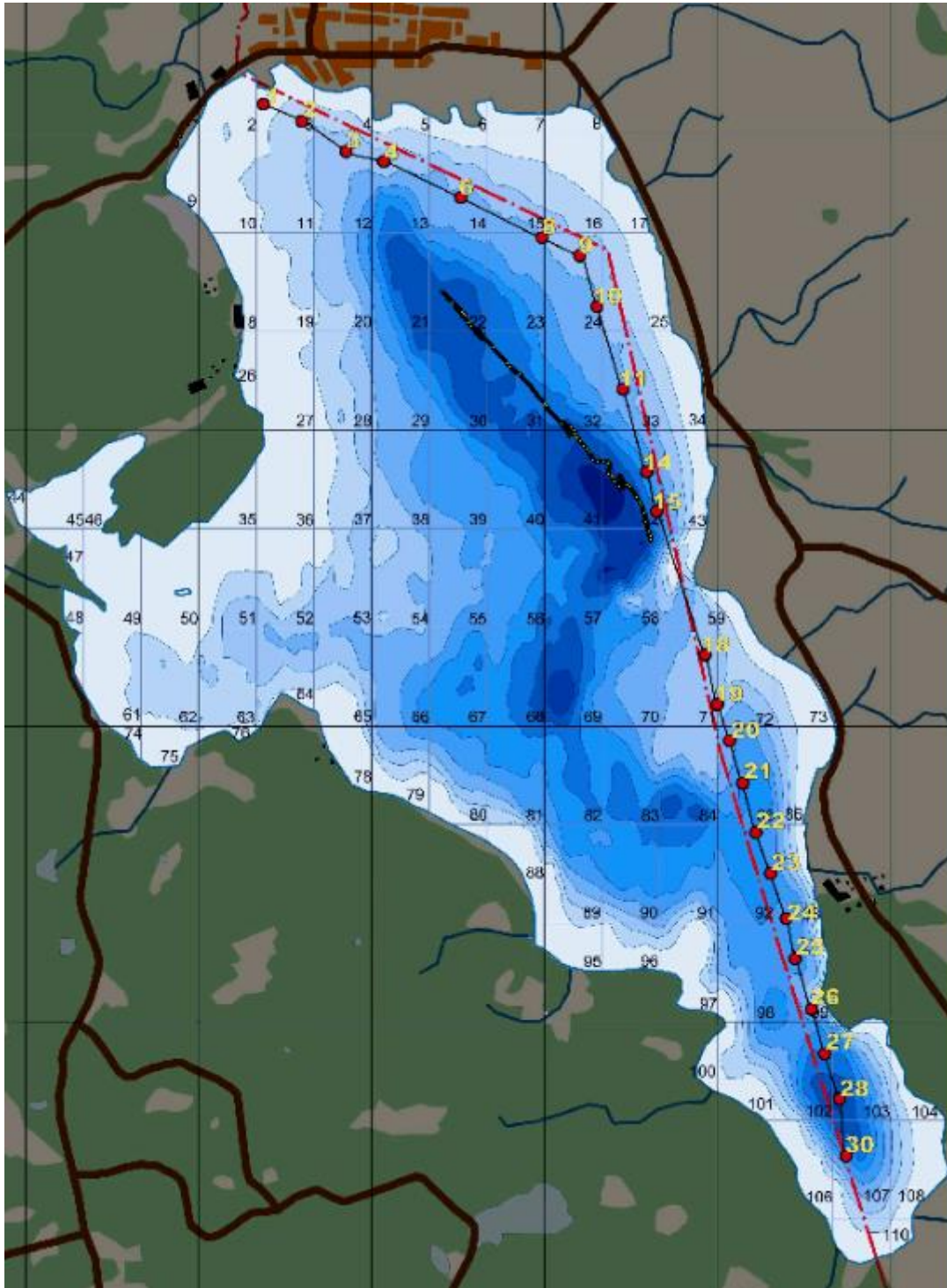


Рисунок 1 – Озеро Виштынецкое

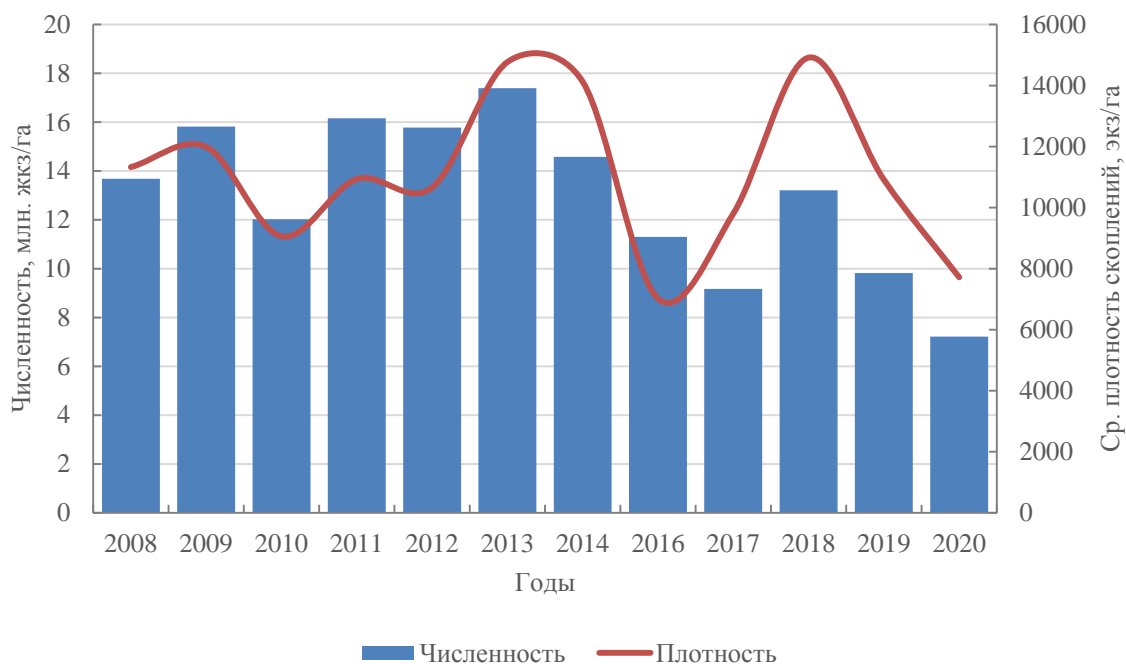


Рисунок 2 – Динамика численности и средней плотности скоплений ряпушки озера Виштынецкое

На рисунке 3 изображены эхозаписи распространения ряпушки (*Coregonus albula*) в июле 2012 года.

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о необходимости интенсификации промысла ряпушки в оз. Виштынецком. Принимая во внимание тот факт, что рекомендованный способ организации промысла ряпушки с использованием сетей с шагом ячеи 14 мм. оказался достаточно трудоемким в связи с необходимостью выпутывания мелкой рыбы [4], то было бы желательно применить отцеживающее орудие, лишенное этого недостатка. Более того, введение тралового лова в рамках научных работ (наряду с гидроакустическим методом) позволит использовать указанные сведения для достоверной оценки состояния популяции ряпушки и управлению ее запасами.

Основной задачей разработки методов и орудий рыболовства для рациональной добычи ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое является обоснование тралового лова, так как трал для лова ряпушки будет эксплуатироваться и окажет существенное приращение улова ценного вида гидробионтов.

На основании компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства" (рисунок 2) теории динамического

подобия Недоступа А. А. [5] получены масштабы подобия траловых конструкций и электрических лебедок для выполнения нестационарных процессов тралового лова.

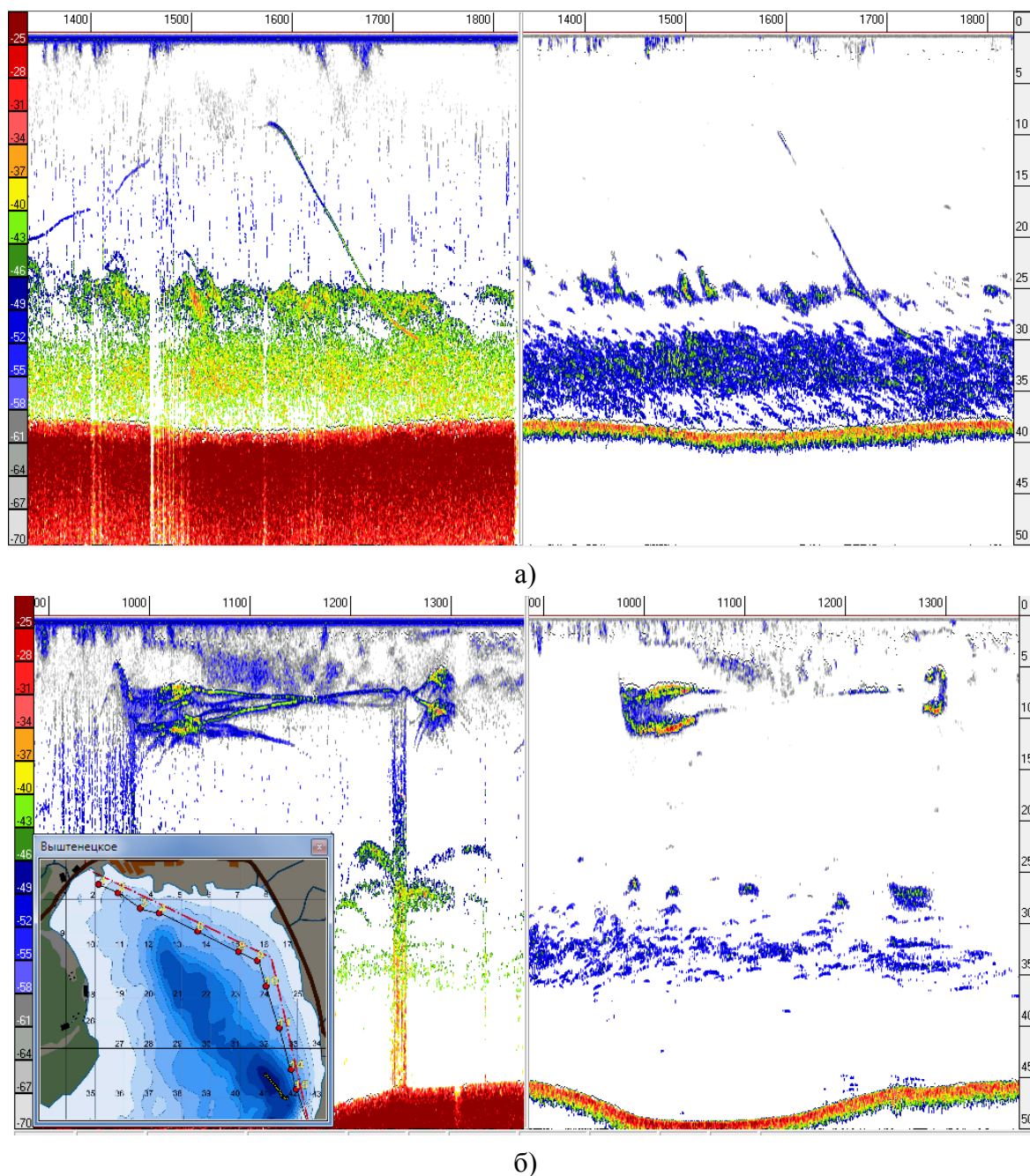


Рисунок 3 – Эхозаписи распространения ряпушки (*Coregonus albula*) в июле 2012 года

Таким образом будут проведены учетные траловые съемки ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое разноглубинным тралом (рисунок 4).

Таким образом, разработка методов и орудий рыболовства для рациональной добычи ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое позволит не только провести учетные траловые съемки, а также изучить возмож-

ность использования разноглубинного трала на промысле и повысить уловы промысловиков, но и наряду с гидроакустическим методом позволит дать более достоверную оценку состояния популяции и управления запасами.

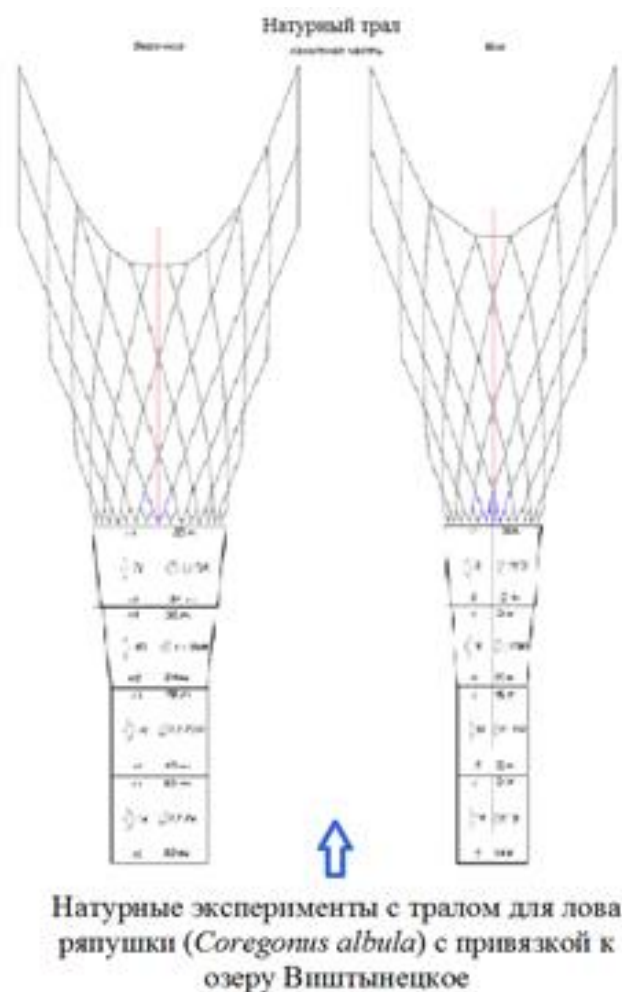


Рисунок 4 – Натурный трал для лова ряпушки (*Coregonus albula*) с привязкой к озеру Виштынецкое

Библиографический список

1. Шibaев С. В., Алдушин А. В. Пространственно-временная динамика ихтиоценоза пелагиали оз. Виштынецкого Калининградской области // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов : материалы докл. I Всероссийской конф. с междунар. участием, 12–16 сентября 2011 г., Борок, Россия : в 2 т. Москва : Акварос, 2011. Т.2. – С. 852–859.

2. Евдокимова Е. Б., Заостровцева С. К., Шibaев С. В. О возможном влиянии некоторых паразитов ряпушки (*Coregonus albula* L.) на численность ее популяции в озере Виштынецком Калининградской области // Известия КГТУ. 2010. №19. С. 180–188.

3. Shibaev S. V. [et al.]. Current Status of the Lake Vistytis in Kaliningrad Region // Terrestrial and Inland Water Environment of the Kaliningrad Region. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer, 2017. Vol. 65. DOI: https://doi.org/10.1007/698_2017_112.

4. Алдушин А. В., Шибяев С. В. Гидроакустические исследования пелагического ихтиоценоза озера Виштынецкого Калининградской области // Биология внутренних вод. 2016. № 4. С. 54–63. DOI: <https://doi.org/10.7868/s0320965216040033>.

5. Недоступ А. А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2012. №. 3(19). С. 55–67.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

Гарантированный результат оценки параметра компетенции судового специалиста

Березенко С. Д., Пеньковская К. В., Удалов О. П., Меньшиков В. И.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения, e-mail: *BerezenkoSD@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Обсуждаются особенности применения метода наилучшего гарантированного результата в задачах оценки параметра состояния компетенции судового специалиста. Рассматривается случай, когда у судового специалиста действует только на один оцениваемый параметр состояния компетенций. При оценке параметра компетенции психофизические факторы судового специалиста неизвестны, а известно только множество возможных реализаций такого фактора. Для того чтобы оценка параметра состояния компетенции приобретала гарантирующий характер было принято, что параметр компетенции определяет текущий наихудший психофизический фактор "человеческого элемента".

Abstract. The features of the application of the best guaranteed result method in the problems of assessing the state of competence of a ship specialist are discussed. We consider the case when a ship specialist has only one estimated parameter of the state of competence. When evaluating the competence parameter, the psychophysical factors of the ship's specialist are unknown, and only a set of possible implementations of such a factor is known. In order for the assessment of the competence state parameter to acquire a guaranteeing character, it was assumed that the competence parameter determines the current worst psychophysical factor of the "human element".

Ключевые слова: компетенции судового специалиста, гарантированная оценка, неопределенность психофизического состояния

Key words: competence of the ship's specialist, guaranteed assessment, uncertainty of the psychophysical state

При выборе оптимальной оценки параметра компетенции судового специалиста в условиях неполной информированности можно рекомендовать к использованию, например, метод наилучшего гарантированного результата. Четкое определение этого метода было дано в литературе [1].

В принципе этот метод сводится к тому, что всякий недостаток информации может быть восполнен предположениями, наихудшими с точки зрения контролирующей стороны, а получаемая при этом гарантированная оценка параметра компетенции судового специалиста экстремизируется за счет выбора нечетких тестовых вопросов, имеющих в распоряжении контролирующей стороны. Выбор неопределенных факторов, о которых делаются упомянутые выше наихудшие предположения, следует приписывать только подконтрольному судовому специалисту. Кроме того, для единообразия тер-

минологии при оценке параметра компетенции в процессе выполнения оценки состояния подконтрольного судебного специалиста, так и контролируемую сторону, следует считать активной стороной процесса оценки (даже тогда когда речь идет о субъективных особенностях человека).

Чаще всего в рамках принципа гарантированного результата такую задачу необходимо решать, используя очевидное допущение при котором множества параметра состояний компетенции X и множество факторов сопутствующих процессу оценки Y при возможных выборах x и констатации факторов y каждой из сторон процесса оценки не зависят от реализации выбора другой стороны (X от y , а Y от x). При этом реализация неопределённых субъективных факторов судебного специалиста влияет только на критерий качества стороны процедуры оценки $F(x,y)$. Иногда в процедуру оценки могут добавляться еще смешанные ограничения вида $\varphi(x,y) > 0$, выполнение которых обязательно для обеих сторон этой процедуры (процедура при наличии запрещенных ситуаций). В отличие от такой процедуры в этом докладе рассматриваются несимметричные ситуации, а именно когда о соблюдении смешанных ограничений $\varphi(x,y) > 0$ должна заботиться сторона, выбирающая и оценивающая параметр x .

Такие ситуации обусловлены тем, что факторы сопутствующие процессу оценки состояния компетенции судебного специалиста y , включают только субъективные неопределенности. Вторая особенность, на которую следует обращать внимание, состоит в том, что один и тот же неопределенный фактор может влиять на несколько ограничений, но и на величину критерия качества оценки. И, наконец, может оказаться, что выбор параметра состояния компетенции судебного специалиста x должен быть сделан до того, как поступит информация о факторах y , сопутствующих процессу оценки.

Рассмотрим простейшую статическую задачу, которая содержит все упомянутые выше черты. Пусть в этой системе требуется выбрать параметр состояния компетенции x из множества X так, чтобы соблюдалось неравенство $\varphi(x,y) > 0$, где y – неопределенный заранее параметр из множества Y . Качество выбора параметра будем оценивать по критерию $F(x,y)$ (чем больше F , тем лучше). Множества X и Y не зависят от реализаций y и x соответственно. При выборе параметра состояния компетенции судебного специалиста x известны множества X , Y и функции $\varphi(x,y)$, $F(x,y)$, реализация вопросов оперирующей стороны в диалоге y неизвестна.

Принцип наилучшего гарантированного результата при оценке компетенции судебного специалиста будет выглядеть следующим образом.

Найти такое значение параметра x_0 и назначить такую априорную оценку критерия F_0 , чтобы:

– для любой возможной реализации заданий $y \in Y$ выполнялось бы неравенство $\varphi(x_0, y) \geq 0$;

– для любой реализации заданий $y \in Y$ значение критерия было бы не хуже априорной оценки $F(x_0, y) \geq F_0$;

– априорная оценка F_0 была бы максимальной по x_0 и F_0 .

Коротко оценку компетентности судебного специалиста по данным диалога можно записать так:

$$F_0 \Rightarrow \max_{x_0 \in X} \text{при } \varphi(x_0, y) \geq 0 \text{ и } F_0 \text{ при } F(x_0, y) \geq F_0 \text{ для } \forall y \in Y. \quad (1)$$

Задача (1) эквивалентна классической задаче поиска макс-мина на независимых от реализаций y и x множествах X_0 и Y

$$F_0 = \inf_{y \in Y} F(x_0, y) = \max_{x \in X_0} [\inf_{y \in Y} F(x, y)], \quad (2)$$

где множество X_0 сужено по сравнению с исходным

$$X_0 = \{x : x \in X, \inf_{y \in Y} \varphi(x, y) > 0\}. \quad (3)$$

Если множество X_0 , пусто, то задачи (1) и (2) не имеют решения (ни при каких значениях x нельзя гарантировать выполнение ограничения $\varphi(x, y) > 0$ для всех $y \in Y$).

Другая возможная причина отсутствия ограниченного решения связана со свойствами критерия F (первая определяется только φ , X и Y): если для любого $x \in X$, критерий F как функция от y не ограничен снизу на Y , то $F_0 = -\infty$.

Можно по-другому свести задачу (1) к задаче вида (2): не сужать множество X , а вместо F ввести новую функцию $\Phi(x, y) = F(x, y)$, если $\varphi(x, y) \geq 0$, и $\Phi(x, y) = -\infty$, если $\varphi(x, y) < 0$. Однако такой способ неудобен по трем причинам. Во-первых, новая функция Φ разрывна (даже когда F непрерывна). Во-вторых, функция $F(x, y)$ должна быть ограничена снизу для всех $x \in X$ и $y \in Y$, на которых $\varphi(x, y) \geq 0$ (в первом способе этого не требуется). В-третьих, новый критерий Φ не удастся записать явно, если задача динамическая.

В заключение следует обратить внимание на одно кажущееся неожиданным обстоятельство. Точные нижние грани в выражениях (2) и (3) реализуются, вообще говоря, на различных элементах (или последовательно-

стях) из множества Y . Иными словами, наихудшие значения возмущения u для критерия F и для ограничения $\varphi \geq 0$ различны. Одновременно оба эти значения реализоваться не могут, поскольку реализация предполагается однократной. Почему же при выборе x приходится рассчитывать на такую, заведомо невозможную, ситуацию? Это объясняется тем, что при выборе x неизвестно, на чем "сосредоточится" возмущение, на критерии или на ограничении, и потому приходится предполагать независимость возмущений в F и φ , т. е. считать вторые аргументы этих функций различными: $F(x, u)$, $u \in Y$ и $\varphi(x, z)$, $z \in Y$. В противном случае нельзя гарантировать одновременное выполнение условий и по ограничению, и по критерию.

Проиллюстрируем сказанное линейным примером.

Пусть $\varphi(x, u) = 1 - x - u \geq 0$ и $X = \{x: x \geq 0\}$, $Y = \{u: 1 \geq u \geq 0\}$, $F(x, u) = x + 2u$. Наихудшее для ограничения $\varphi \geq 0$ возмущение здесь будет $u_{экстр} = 1$ (множество (3) состоит из одной точки $x = 0$), а наихудшее возмущение для критерия – $u_{экстр} = 0$. Решение задачи (1) очевидно: $x_0 = 0$, $F_0 = 0$. Далее для простоты ограничимся в диалоге подачей судовому специалисту одного задания u' . Тогда $0 \leq x \leq 1 - u'$; максимум критерия достигается при $x' = 1 - u'$ и равен $F' = 1 + u'$. Но при этом для всех $u > u'$ нарушается неравенство $\varphi(x', u) \geq 0$, а для всех $u < u'$ оказывается несправедливой оценка критерия $F(x', u) \geq F'$. Следовательно, ни при каких значениях контрольного задания u' , если оно одно, не удастся соблюсти оба условия.

Библиографический список

1. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. М. : Наука, 1971. 383 с.

Составление плана размещения ресурса в судовой ключевой операции по матрице "риски – выделенные ресурсы"

Бобрович М. С., Пеньковский Д. В., Матонин А. В., Меньшиков В. И.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения, e-mail: bobrovich.maks@yandex.ru)

Аннотация. Рассматривается задача размещения ресурса в ходе реализации судовой ключевой операции по матрице "риски – ресурсы". Формулируется постановка этой задачи как задачи дискретного программирования и составляется алгоритм ее решения, основанный на методе ветвей и границ.

Abstract. The problem of resource allocation during the implementation of a ship's key operation according to the "risks – resources" matrix is considered. The formulation of this problem as a discrete programming problem is formulated and an algorithm for its solution is drawn up, based on the branch and bound method.

Ключевые слова: судовой ключевой операция, размещение ресурсов, постановка задачи, алгоритм решения, метод ветвей и границ

Key words: ship key operation, resource allocation, problem statement, solution algorithm, branch and bound method

Значительное количество ресурсов, применяемых в системах управления состоянием безопасности судов компаний (СУБ) придает актуальность проблеме назначения эффективного размещения такого ресурса при выполнении ключевых операций. Капитан судна, назначающий распределение и реализацию ресурса, очень часто оказывается перед необходимостью выбора определенного ресурса из очень большого списка потенциально возможных рисков. Выбор осложняется еще и тем, что капитан не знает в достаточной степени качества используемого ресурса.

Иначе говоря, капитан при выборе и реализации ресурса оказывается в ситуации выбора в условиях существенной неопределенности. Поскольку окончательное решение всегда остается за капитаном судна, задача исследователя состоит в уменьшении уровня неопределенности путем предоставления капитану информации, облегчающей выбор. При этом следует учитывать большой объем данных о потенциальных рисках, целесообразность применения формализованных подходов, ориентированных на судовые экспертные системы [1].

Одним из таких подходов является предложенная ниже матричная модель выбора распределения ресурса, обеспечивающего безопасное выполнение судовой операции по матрице вида "риск – выделяемый ресурс". Для некоторых судовых операций и даже групп операций такая матрица может состав-

ляться по столбцам, в которых записываются возможные риски, а по строкам – необходимые ресурсы (в общем случае – технические, организационные и человеческие ресурсы), применяемые на практике для обеспечения безопасной эксплуатации судов компании. Элемент матрицы выражает в той или иной форме эффективность влияния данного ресурса на определенный риск. Это влияние может быть как положительным, так и отрицательным или даже нейтральным. При больших размерностях матрицы "риск – выделяемый ресурс" формализованная задача выбора ресурсов, обеспечивающих безопасность действий в судовой операции, может быть эффективно решена только при помощи вычислительных средств, представленных в виде экспертной системы.

В данном докладе предлагаются один из подходов к формализации задачи выбора последовательности использования ресурсов, нивелирующих риски при выполнении отдельных действий в судовой ключевой операции и составлению алгоритма ее решения, основанного на модификации метода направленного перебора типа ветвей и границ [2]. Предполагаемый подход исходит из следующего представления о динамизме выполнения судовой операции. Имеется судовая операция, состояние которой описывается набором рисков. На первом шаге выбирается начальный набор ресурсов. Поскольку идеального ресурса, нивелирующего полностью риск, не существует, то такой начальный ресурс может вызвать отрицательные эффекты, которые приводят к появлению в системе управления безопасностью рисков, не входящих в рассматриваемый первоначальный набор. Поэтому их надо нивелировать, т. е. выбрать ресурс, положительно действующие уже на эти новые риски. Но и этот ресурс, выбранный на втором шаге, могут привести к появлению новых рисков и т. д.

Пусть имеется матрица "риск – выделяемый ресурс". Реальная судовая операция описывается определенным набором рисков-столбцов матрицы. Задача выбора ресурсов будет заключаться в том, чтобы из всего множества ресурсов – строк матрицы выбрать подмножество, наиболее эффективное распределение ресурсов для нивелирования заданного набора рисков в судовой операции, т. е. оптимальное по тому или иному критерию.

В качестве таких критериев можно указать следующие: суммарное число назначенных для нивелирования ресурсов и общее число появляющихся в процессе управления состоянием операции побочных отрицательных рисков всех выделяемых ресурсов. Оба эти критерия предполагается минимизировать.

Введение первого критерия можно объяснить тем, что при большом числе использованных ресурсов практически трудно обеспечить их целенаправленное воздействие на состояние судовой операции и уменьшить возможные косвенные отрицательные эффекты. По второму критерию непосредственно минимизируется число побочных рисков, что для современных методов управления эксплуатацией судов зачастую не менее важно, чем максимизация основного эффекта. Кроме того, для формальной постановки задачи очень важен характер имеющихся данных об эффективности ресурсов, определяющих элементы матрицы "риск – выделяемый ресурс". Заметим, что получение количественных оценок степени действия ресурсов, как правило, затруднительно. Между тем на практике часто достаточно иметь грубые, но более надежные оценки типа: "ресурс положительно действует", "ресурс отрицательно действует", "ресурс не оказывает действия". Именно такую информацию будем иметь в виду далее.

Далее введем следующие обозначения: $A = \|a_{ij}\|$ – основная матрица "риск – выделяемый ресурс", $a_{ij} = 1$, если i -й ресурс обеспечивает нивелирование j -го риска (оказывает на риск положительное действие); $a_{ij} = -1$, если i -й ресурс противопоказан для нивелирования j -го риска (оказывает отрицательное действие); $a_{ij} = 0$, если i -й ресурс не оказывает влияния на j -ресурс; $B = \|b_j\|$ – матрица рисков; $b_j = 1$, если j -й риск является объектом нивелирования, т. е. имеется в данной операции; $b_j = 0$, если j -й риск не является объектом нивелирования; m_i – число отрицательных единиц у i -го ресурса.

$$m_i = \sum_j \|a_{ij}\| [\text{sign}(a_{ij} - 1)]^2, \quad (1)$$

где $x_i = 1$, если для нивелирования выбирается i -й риск;

$x_i = 0$ в противном случае.

Тогда с учетом введенных обозначений будем иметь следующую задачу. Необходимо определить матрицу неизвестных $X = \|x_i\|$, причем такую, чтобы выполнялась система ограничений

$$\text{sign}\left\{\sum_i \|a_{ij}x_i\| \text{sign}(a_{ij}x_i - 1) - b_j\right\} + \text{sign}\left\{\sum_i \|a_{ij}x_i\| \text{sign}(a_{ij}x_i + 1)\right\} \geq 0, \quad \forall j \quad (2)$$

и один из выбранных функционалов цели был минимален:

$$F_1 = \sum_i x_i \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$F_2 = \sum_i m_i x_i \rightarrow \min. \quad (4)$$

Эти функционалы минимизируют соответственно общее число ресурсов F_1 и общее число побочных рисков F_2 .

Очевидно, что если выбор осуществлять среди рисков, не имеющих побочных отрицательных результатов или если ими можно пренебречь, то более приемлемым является функционал цели F_1 . В противном случае может оказаться лучшим функционал F_2 . Окончательный выбор функционала индивидуален, и выбирать его целесообразно с учетом мнения назначенного лица компании. Рассматриваемые задачи с системой ограничений и функционалами (3) и (4) представляют собой задачи целочисленного программирования с нелинейной системой ограничений. Для такого класса задач в общем случае не существует эффективного метода решения. Поэтому в данном докладе предлагается алгоритм направленного перебора.

Для описания алгоритма введем матрицу текущего состояния $D = \|d_j\|$, которая будет отражать состояние судовой операции после использования очередного ресурса. Пусть первоначально $D = -B$. По мере конструирования решения на матрицах D будем "накладывать" ресурсы, т. е. строки основной матрицы A . Перед выбором очередного ресурса для всех рисков будем находить следующие характеристики: число полезных положительных единиц P_i и число отрицательных единиц m_i . Полезными будем считать такие положительные единицы a_{ij} , для которых в текущей матрице состояния есть соответствующий отрицательный элемент d_j . Заметим, что

$$P_i = \sum |d_j a_{ij} | \text{sign}(1 - d_j) \{1 - [\text{sign}(a_{ij} + d_j)]^2\}. \quad (5)$$

Кроме того, будем считать, что d_j могут принимать три значения: 1, -1 и 0, т. е. если d_j и a_{ij} оба равны -1 или 1, то в результате наложения будем получать значения d_j , равные -1 или 1 соответственно. В противном случае будем складывать значения d_j и a_{ij} , и присваивать полученный результат d_j . Выбор лучших ресурсов для текущей матрицы состояния D из всего множества ресурсов I будем осуществлять следующим образом. Очевидно, что максимальное подмножество таких ресурсов $I^1 \subseteq I$ – это ресурсы, которые имеют хотя бы одну полезную положительную единицу, т. е. I^1 такое, что $\forall i \in I^1, P_i > 0$.

Выделенное подмножество разобьем в свою очередь на r непересекающихся подмножеств

$$\bigcup_{i=1}^r I_i^1 = I^1$$

так, чтобы в каждом были ресурсы с одинаковым числом побочных отрицательных свойств t_i и упорядочим все подмножества так, чтобы $m_1 < m_2 < \dots < m_r$. Внутри каждого такого подмножества упорядочим ресурсы в порядке

убывания "полезных" положительных единиц. После этого лучший ресурс q выбирается из подмножества I_k^1 такого, что

$$m_k = \min_{i=1}^r m$$

итак, что

$$P_q = \max_{i \in I_k^1} P_i.$$

Схема ветвления представляет собой следующее. На каждом ярусе дерева ветвлений для текущей матрицы состояния D будем выбирать W лучших в описанном выше смысле ресурсов. Эту величину будем называть шириной поиска. После воздействия лучшего ресурса опять будем анализировать D , и выбирать следующие W лучших ресурсов уже на следующем ярусе дерева поиска и т. д. Кроме того, определим глубину поиска τ , т. е. максимально возможное число ресурсов в предложении. Это обусловлено тем, что, во-первых, может возникнуть ситуация, при которой для данного набора входных рисков нельзя найти набор ресурсов, способный их нивелировать. В этом случае должны быть предусмотрены вмешательство в схему ветвления капитана, корректировка направления поиска и выдача промежуточных результатов. Во-вторых, поиск множества вариантов с большим числом ресурсов может потребовать слишком большого времени счета.

Таким образом, если после шагов вниз по дереву ветвлений вариант распределения ресурсов по последовательности действий в судовой операции не будет найден или если при спуске число ресурсов в текущем перечне больше, чем в ранее найденном, то переходим на предыдущий ярус и "воздействуем" на D следующим лучшим ресурсом этого яруса. Если все ресурсы яруса исчерпаны, то переходим на предыдущий ярус. Так поступаем до тех пор, пока все направления не будут исследованы. Кроме того, при очередном спуске или подъеме по дереву поиска возможна промежуточная выдача результатов и изменение направления поиска, а также ширины и глубины перебора.

Библиографический список

1. Юдин Д. Б. Математические основы управления в условиях неполной информации. М. : Советское радио, 1974. 400 с.
2. Ларичев О. И. Наука и искусство принятия решений. М. : Наука, 1979. 200 с.

Проверка электродвигателя по тепловому режиму и перегрузочной способности

Кучеренко В. В., Буев С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: kucherenkovv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Выбор электродвигателя зависит от многих факторов, таких как характер окружающей среды (влажная, нормальная или щелочная, с повышенной или пониженной температурой), требования к вентиляции и охлаждению, типа конструкции, крепежу и управлению, требования к регулированию, напряжению и частота электрической сети, стоимость оборудования, закладываемый срок службы. В настоящей работе предлагается математический способ проверки выбора электродвигателя по тепловому режиму и перегрузочной способности.

Abstract. The choice of an electric motor depends on many factors, such as the nature of the environment (humid, normal or alkaline, high or low temperature), ventilation and cooling requirements, type of construction, fasteners and controls, regulation requirements, voltage and frequency of the electrical network, cost of equipment, service life. In this paper, we propose a mathematical method for checking the choice of an electric motor for thermal conditions and overload capacity.

Ключевые слова: электродвигатель, срок службы, тепловой режим, перегрузочная способность

Key words: Electric motor, service life, thermal conditions, overload capacity

Выбор электрического двигателя для определенной машины – это важная и сложная инженерная задача. Одним из определяющих факторов для этого выбора является мощность и характер нагрузки [3]. Так одни двигатели пригодны для металлорежущих станков, а другие для подъемно-транспортных механизмов. В процессе работы приходится менять частоту вращения двигателя, выбор мощности зависит от характера его нагрузки.

Проверку выбранного электродвигателя по тепловому режиму рекомендуется проводить с помощью метода средних потерь, как наиболее универсального и пригодного для любого электродвигателя:

1) значения моментов сопротивления на входном валу механизма пересчитываются к валу электродвигателя (ЭД) и строится нагрузочная диаграмма электродвигателя $M_c = f(t)$

$$M_{cj} = M_j / (i \eta_{\text{мех}}), \quad (1)$$

где M_j – значение j -ого момента на валу механизма соответствующего времени нагрузки t_j ;

i – передаточное отношение редуктора;

$\eta_{\text{мех}}$ – механический КПД передачи ($\eta_{\text{мех}} = 0,96 \dots 0,98$);

2) для каждого значения M_{cj} определяется степень загрузки $\beta_j = M_{cj}/M_n$;

3) для каждого значения M_{cj} определяется значение частоты вращения

$$\omega_j = \omega_0 - (\omega_0 - \omega_n) \beta_j, \quad (2)$$

где ω_0 – обороты идеального холостого хода электродвигателя:

Для электродвигателя постоянного тока:

$$\omega_0 = U_n / C\Phi_0. \quad (3)$$

Для асинхронного двигателя:

$$\omega_0 = 2\pi f_1 / P. \quad (4)$$

4) для каждого β_j необходимо найти значение мощности

$$P_j = M_{cj} \omega_j. \quad (5)$$

5) определить значения КПД для каждого β_j по каталожной зависимости $\eta = f(\beta)$ или по приближенной формуле

$$\eta_j = \frac{2}{2 + \left(\frac{1}{\eta_n} - 1 \right) \left(\beta_j + \frac{1}{\beta_j} \right)} \quad (6)$$

6) для каждого β_j определяем мощность потерь

$$\Delta P_j = P_j \frac{1 - \eta_j}{\eta_j}. \quad (7)$$

7) находим средние потери за рабочий период привода

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta P_j \cdot t_j}{\sum_{j=1}^n t_j}. \quad (8)$$

8) Для продолжительного режима работы электрического привода сравнить расчетное значение средних потерь с номинальными потерями выбранного электродвигателя по условию

$$\Delta P_{cp} \leq \Delta P_n = P_n (1 - \eta_n) / \eta_n. \quad (9)$$

Если $\Delta P_{cp} > \Delta P_n$ то следует выбрать ЭД большей мощности. Если ΔP_n больше ΔP_{cp} более чем на 10 %, то следует выбрать электродвигатель меньшей мощности.

При проверке работоспособности электродвигателя в кратковременном режиме работы или повторно кратковременном по условиям нагрева необходимо учитывать коэффициент перерасчета мощности с одного режима на другой. Например: $P_{15} = 1,3 \cdot P_{30}$, тогда и $\Delta P_{cp15} = 1,3 \cdot \Delta P_{cp30}$.

При выборе ЭД продолжительного режима для работы в повторно кратковременном режиме работы принимать $P_{вст} = 100$ %.

При выборе электродвигателя продолжительного режима для работы в кратковременном режиме его номинальная мощность выбирается меньше расчетной мощности. Проверка работоспособности ЭД по нагреву проводится по условию

$$K_P = \frac{\Delta P_{CP}}{\Delta P_H} < K_T = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_p}{T_H}}}, \quad (10)$$

где K_P – расчетный коэффициент тепловой перегрузки;

K_T – допустимый коэффициент тепловой перегрузки;

t_p – время кратковременной работы электродвигателя;

T_H – постоянная нагрева электродвигателя.

9) проверить ЭД переменного тока по условиям:

– пуска при возможном понижении напряжения на 10 % – $M_{c1} < 0,81 M_{П}$;

– механической перегрузки при снижении напряжения на 5 % – $M_{сjmax} < 0,9 M_K$;

10) проверить ЭД постоянного тока по механической перегрузке, исходя из условия, что 75 % перегрузка за время рабочего периода не должна превышать по времени 60 с.

Если условие допустимой механической перегрузки не выполняется, то следует выбрать ЭД большей мощности.

Минимальные требования к системе управления ЭД:

– автоматизированный многоступенчатый пуск электродвигателя постоянного тока в функции ЭДС, тока или времени;

– автоматизированный прямой пуск многоскоростных асинхронных двигателей и многоступенчатый пуск асинхронных двигателей с фазным ротором;

– наличие электромеханического торможения для электродвигателей динамических режимов работы;

– реверсирование электродвигателей;

– автоматизированное динамическое торможение при остановке электродвигателей;

– для продолжительного режима работы электропривода должен быть предусмотрен кнопочный пост управления;

– для кратковременного и повторно-кратковременного режима работы электропривода должен быть предусмотрен проект командо-контроллерной схемы управления, обеспечивающей минимум две частоты вращения для мно-

госкоростных асинхронных двигателей и обеспечивающей минимум три частоты вращения для асинхронных двигателей с фазным ротором.

Виды защит:

- от токов короткого замыкания;
- нулевая защита;
- тепловая защита для асинхронных двигателей;
- защита по максимальному току якорной цепи и по минимальному току цепи возбуждения для электродвигателей постоянного тока;

Так как количество ступеней пускорегулировочных реостатов определяется в процессе расчета статических характеристик электродвигателей, то предварительно разработанная принципиальная электрическая схема уточняется после расчета всех характеристик электродвигателя.

Разработанная принципиальная электрическая схема должна обеспечивать минимальное потребление энергии электрическими цепями управления и сигнализации. В качестве аналогов можно использовать действующие электрические схемы судовых электроприводов: насосов, вентиляторов, компрессоров, лифтов, брашпилей, грузовых лебедок различного назначения.

Современные электрические системы на морских судах

В настоящее время во всём мире преобладает тенденция к переходу на электродвигатели. Так производители катеров-катамаранов предлагают гибридные или электрические системы для применения на однокорпусных и многокорпусных лодках (рис. 1). По сравнению с традиционными дизельными двигателями, применение этих систем позволяет судовладельцам уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу, уменьшить шумность плавания и сэкономить на покупке топлива и техническом обслуживании.

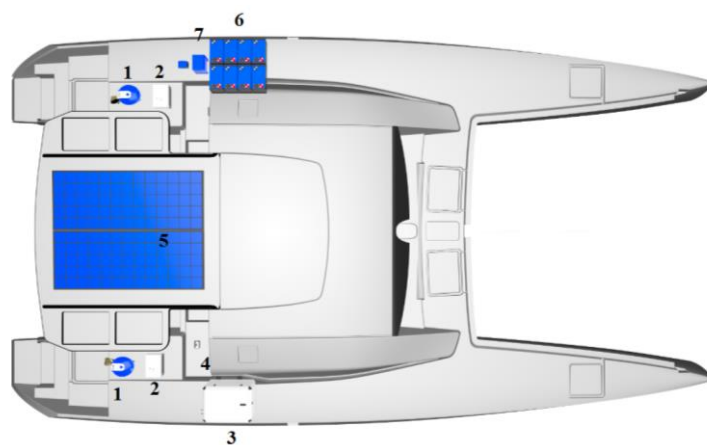


Рисунок 1 – Схема электрической системы катера – катамарана. 1 – подвесные лодочные моторы, 2 – инверторы, 3 – генератор постоянного тока, 4 – пост управления моторами, 5 – солнечные батареи, 6 – аккумуляторы, 7 – зарядное устройство

Библиографический список

1. Анненков Е. А. Определение оптимальных параметров электродвигателя в разомкнутой системе электродвигатель – механизм // Вестник науки и образования. 2017. № 1 (25). С 24–27.

2. Башарин А. В., Новикова В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами. Л. : Энергоиздат, 1982. 392 с.

3. Волынский Б. А., Зейн Е. Н., Шатерников В. Е. Электротехника. М. : Энергоатомиздат, 1987. 528 с.

4. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода. М. : Энергия, 1971. 320 с.

5. Москаленко В. В. Электрический привод. 4-е изд., стер. М. : Академия, 2007. 365 с.

Высокопрочные конструкционные материалы как гарант надежной эксплуатации флота в условиях Арктики

Пашеева Т. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии материалов и судоремонта, e-mail: pasheevatyu@mstu.edu.ru)

Аннотация. Новые достижения материаловедческой науки привели к созданию материалов нового поколения, которые используются для строительства морской и инженерной техники, эксплуатирующихся в арктических условиях.

Abstract. New advances in materials science have led to the creation of a new generation of materials that are used for the construction of marine and engineering equipment operating in Arctic conditions.

Ключевые слова: освоение Арктики, экстремальные условия, судостроительная и судоремонтная промышленность, конструкционные материалы нового поколения, физико-механические свойства

Key words: Arctic development, extreme conditions, shipbuilding and ship repair industry, new generation construction materials, physical and mechanical properties

Когда мы слышим о новых достижениях современной техники, следует помнить, что одной из основных предпосылок успешного решения этих задач было создание необходимых материалов, обладающих определенными заданными и притом самыми разнообразными свойствами. В одних устройствах может потребоваться исключительная твердость, сохраняющаяся при высоких температурах, в других – способность следовать за быстрыми изменениями электромагнитного поля, в третьих – устойчивость против самых агрессивных химических сред.

Создание новых технических объектов, отвечающих современным требованиям, наряду с соответствующей конструктивной проработкой определяется выбором материалов и технологий изготовления. Например, для постройки и оборудования современного судна требуется обширная номенклатура различных материалов. Выбор материалов в значительной мере влияет на качество и надежность судов, их материалоемкость, энергопотребление, себестоимость. Неправильный выбор материала или технологии влечет за собой преждевременный износ и разрушение.

Степень важности материалов для освоения Арктики требует обобщающего анализа, понимания специфики арктического материаловедения и выявления перспектив его развития. Современная судостроительная и судоре-

монтажная промышленность ставит перед материаловедением основные задачи, а именно: конструирование и создание материалов нового поколения с комплексом свойств, отвечающим все возрастающим требованиям по физико-химическим и механическим, эксплуатационным и экологическим характеристикам.

Целью материаловедения с учетом современного развития является выработка единых универсальных подходов к научному прогнозированию и конструированию структуры и свойств материалов любой природы. Это необходимо для рационального решения прикладных задач с последующим определением областей их рационального практического использования, а также методов и технологий обработки и переработки материалов в конкретные изделия и конструкции с комплексом заданных свойств. Создание новых уникальных материалов со специальными свойствами определяет темп развития судостроительных технологий.

Требования к набору необходимых свойств, предъявляемых современной судостроительной промышленностью к конструкционным материалам постоянно растут. Причем по ряду физико-химических свойств металлы уже практически достигли своего потолка, а некоторые не могут обеспечить их в принципе [1].

Материаловедение как традиционно прикладная наука вступает в новый этап своего развития. Автор О. С. Сироткин в монографии "Основы инновационного материаловедения" утверждает, что новые достижения материаловедческой науки привели к созданию материалов нового поколения, которые обладают свойствами или их комплексом не присущим традиционным материалам. Новый этап связан со становлением ее индивидуальных особенностей, позволяющих рассматривать ее уже не просто как "механический" симбиоз достижений химии, физики, механики и технологии, а как науку, характеризующую качественно новой совокупностью признаков, отличающих материаловедение от каждой из вышперечисленных дисциплин [1].

В России одним из крупнейших многопрофильных материаловедческих центров, разработки которого направлены на развитие ключевых отраслей промышленности и в том числе судостроение, является НИЦ "Курчатовский институт" – ЦНИИ КМ "Прометей".

В 2017 году изданы книги "Высокопрочные стеклопластики для арктического машиностроения" и "Углепластики для деталей и узлов трения оборудования, работающего в условиях Арктики и Крайнего Севера". Авторы

книг Бахарева В. Е., доктор технических наук, профессор и Орыщенко А. С., доктор технических наук, профессор, генеральный директор ЦНИИ КМ "Прометей". В этих работах убедительно доказано, что для современной российской науки и техники важнейшей задачей является разработка высокопрочных материалов, адаптированных к природно-климатическим условиям Арктики, внедрение изготовленных на их основе новых изделий и конструкций, предназначенных для многолетней интенсивной работы. В условиях низкой температуры атмосферного воздуха ухудшаются основные физико-механические свойства металлических конструкций, повышается вероятность их разрушения. Ежегодно ущерб от использования техники и конструкций, не соответствующих условиям эксплуатации при пониженных температурах, составляет с учетом косвенных потерь до 4 млрд руб. [2].

Арктические материалы должны сохранять эксплуатационные и физико-химические качества при низких температурах, высокой влажности и повышенных механических нагрузках и обеспечивать высокую надёжность техники и сооружений. Надёжная эксплуатация при низких климатических температурах – основной критерий к конструкциям, предназначенным для эксплуатации в полярных регионах. Это относится к корпусам судов ледового плавания, конструкциям нефтегазового комплекса, для которых характерны уникальные климатические условия эксплуатации, включая помимо предельно низких климатических температур, интенсивную ветровую и волновую ледовую нагрузку, вечную мерзлоту, возможную сейсмическую нагрузку; возможность интенсивного обледенения; трудности осмотра ремонта большинства несущих конструкций; отсутствие опыта эксплуатации в экстремальных условиях; повышенная экологическая ответственность, связанная с крайне высокой экологической уязвимостью полярных районов [2].

Современное материаловедение опирается на три основных типа конструкционных и функциональных материалов: металлы, керамику и полимеры, а также их симбиоз в виде композиционных материалов или промежуточных между ними соответствующих гибридных соединений и материалов на их основе. Исторически сложилось так, что с давних пор металлические материалы используются в судостроении более широко, чем неметаллические. Несмотря на успехи, достигнутые в создании новых неметаллических материалов, на сегодняшний день основными конструкционными материалами в судостроении остаются металлы и сплавы. Основные физико-химические, технологические и служебные свойства металлов и сплавов определяются

прежде всего их внутренним строением, которое зависит от химического состава и характера внешних воздействий в процессе обработки и эксплуатации деталей и конструкций. В статье "Создание хладостойких конструкционных материалов для Арктики. История, опыт, современное состояние" авторы Е. И. Хлусова и О. В. Сыч указывают на то, что создание материалов для арктических конструкций сопряжено с решением целого ряда технических проблем, связанных с экстремальными условиями работы материалов: низкие температуры до $-40...-50^{\circ}\text{C}$, статические, циклические и динамические нагрузки от ветра, волн, возможных землетрясений и воздействий ледовых полей, коррозионно-механическое и эрозионное воздействие морской воды и льда, воздействие нагрузок, в том числе вибрационных, вызванных эксплуатацией нефтебурового оборудования самих платформ и примыкающих трубопроводов. Авторы указывают, что в 2012 г. Российским морским регистром судоходства помимо требований к сталям, работающим при низких температурах (категории хладостойкости F), введены в действие требования к новым сталям с индексом "Arc". Рядом с индексом "Arc" указывается расчетная (минимальная) температура эксплуатации материала T_d (без знака "-"), до которой сталь может быть использована для любых конструкционных элементов без ограничений. Стали без индекса "Arc" категорий хладостойкости D, E, F, широко освоенные на российских заводах, обеспечивают гарантированное отсутствие хрупких разрушений по результатам испытаний на ударный изгиб (KV) при $-20, -40, -60^{\circ}\text{C}$ в ограниченной области температур и толщин. Новые стали с индексом "Arc" могут применяться без ограничений в условиях Арктики для любых конструктивных элементов до минимальной расчетной температуры эксплуатации T_d и не имеют аналогов в мире. Эти стали отражены в Национальном стандарте РФ ГОСТ Р 52927–2015, который заменил старый стандарт на поставку судостроительной стали ГОСТ 5521–93 [3].

Разработанные материалы в настоящее время используются для строительства ледокольного флота, морской и инженерной техники (в том числе, судов ледового плавания, ледостойких морских платформ, а также подъемно-транспортного оборудования, обеспечивающего разведку и освоение нефтегазовых месторождений, территорий береговой линии), которые эксплуатируются в арктических условиях. За период 2010÷2018 гг. осуществлены поставки порядка 500 тыс. т высококачественного металлопроката из хладо-

стойких марок стали с гарантированным пределом текучести от 315 до 690 МПа по различным заказам ведущих судостроительных предприятий РФ [6].

Освоены новые рецептуры высококачественных сталей и сварочных материалов в рамках импортозамещения, предназначенных для плавающих и стационарных нефтегазовых буровых платформ в экстремальных условиях шельфа Северных морей, морских трубопроводов высокого давления, арктических ледовых танкеров, строительных конструкций [7].

На сегодняшний день огромное значение имеет устранение отставания нашей страны в области использования новых материалов взамен традиционных (металлических) – пластмасс, керамики, изделий, изготавливаемых методом порошковой металлургии, особенно композиционных материалов, что экономит дефицитные металлы, снижает затраты энергии на производство материалов, уменьшает массу изделий. Можно с уверенностью сказать, что нет ни одной отрасли промышленности, а судостроение не исключение, где не использовались бы или не могли быть использованы порошковые и композиционные материалы. Порошковая металлургия как метод получения изделий является одним из действенных средств оптимизации использования металлов, повышения технического уровня и эффективности производства. Развитие и масштабы применения порошковых материалов определяются не только экономией или заменой дефицитных металлов, но во многих случаях и более низкой себестоимостью производства готовых изделий, особенно при их массовом потреблении, например в судостроении.

В судостроении наступает новый этап, с заменой обычных материалов на композитные. Основное преимущество композитных материалов заключается в том, что они не подвержены коррозии и старению. ЦНИИ КМ "Прометей" успешно развивает новое направление в материаловедении – создание экологически чистых высокопрочных антифрикционных полимерных композиционных материалов, углепластиков и стеклопластиков. Углепластики превосходят традиционные антифрикционные полимерные материалы по прочности, износостойкости, а высокие эксплуатационные характеристики обусловили их широкое применение для изготовления подшипников скольжения. Стеклопластики обладают высокой прочностью и хорошими диэлектрическими свойствами, стабильными в течение длительных сроков эксплуатации в условиях широкого интервала температур, воздействия воды или высокой влажности. В настоящее время в мире эксплуатируются сотни тысяч малых пассажирских и прогулочных судов и рыболовецких судов с корпусами из стекло-

пластика, который обладает высокой прочностью, хорошими диэлектрическими свойствами, стабильными в течении длительных сроков эксплуатации в условиях широкого интервала температур, воздействия воды, давления или высокой влажности.

Учитывая современные тенденции в развитии материаловедения, основной его целью является выработка единых подходов к научному прогнозированию и конструированию структуры и свойств материалов любой природы. Особое значение в современном материаловедении имеет выработка практических рекомендаций по применению конкретных материалов в различных изделиях и конструкциях, технологиям их обработки, переработки в изделия и последующему ремонту последних.

Библиографический список

1. Бахарева В. Е., Орыщенко А. С. Высокопрочные стеклопластики для арктического машиностроения. СПб. : Професионал, 2017. 224 с.
2. Бахарева В. Е., Орыщенко А. С. Углепластики для деталей и узлов трения оборудования, работающего в условиях Арктики и Крайнего Севера. СПб. : Професионал, 2017. 264 с.
3. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения. М: ИНФРА-М, 2011. 157 с.
4. Хлусова Е. И., Сыч О. В. Создание хладостойких конструкционных материалов для Арктики. История, опыт, современное состояние // Инновации. 2018. №11 (241). С. 85–92.
5. ГОСТ на прокат для судостроения изменен в пользу Арктики // Металлургический бюллетень : сайт. URL: <https://www.metaltorg.ru/n/9AE853> (дата обращения 14.11.2020).
6. Бузник В. М., Каблов Е. Н. Состояние и перспективы арктического материаловедения // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87, № 9. С. 827–839.
7. Балашов Е. Б. Важнейшие инновационные проекты государственного значения как пример успешного механизма реализации инновационной политики Российской Федерации // Инновации. 2007. №3 (101) С. 6–12.

Требования конструкций корпусов судов, эксплуатируемых в полярных водах

Петров А. Л. Баева Л. С. Петрова Н. Е. Кумова Ж. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии материалов и судоремонта, e-mail: artpetrov@yandex.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены требования конструкции корпуса судна в Полярных водах как обеспечение того, что материалы и размеры элементов конструкций будут достаточными для обеспечения целостности корпуса при действии общих и местных нагрузок вследствие воздействия внешней среды и условий.

Abstract. The article considers the requirements of the hull design in Polar waters as ensuring that the materials and dimensions of structural elements will be sufficient to ensure the integrity of the hull under the action of General and local loads due to the influence of the external environment and conditions.

Ключевые слова: Полярный кодекс, корпус судна, полярные воды

Key words: Polar code, ship's hull, polar waters

Международный кодекс для судов, плавающих в полярных водах

Международная морская организация (ИМО) приняла Международный кодекс для судов, плавающих в полярных водах (Полярный кодекс, (МПК)) и соответствующие поправки, чтобы сделать его обязательным в рамках как Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС), так и Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ) [1].

Положения Полярного кодекса, касающиеся СОЛАС были приняты в ходе 94-й сессии Комитета ИМО по безопасности на море (MSC), в ноябре 2014 года; экологические положения, касающиеся МАРПОЛ, были приняты в ходе 68-й сессии Комитета по защите морской среды (КЗМС) в мае 2015 года. Требования Кодекса вступают в силу 01 января 2017 года [2].

Цель Кодекса состоит в том, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию судов и защиту полярной среды от характерных для полярных вод рисков, снижение которых не рассматривается в достаточной степени в других руководящих документах.

Кодекс применяется к судам, которые эксплуатируются в Арктических и Антарктических (Полярных) водах.

Потенциальные опасности для судов, эксплуатируемых в полярных водах

1. Ледовые условия влияют на конструкцию, остойчивость, судовые системы, навигационное оборудование, обстановку за бортом, повышенные требования технического обслуживания, а также может вызвать неисправность оборудования и систем безопасности.

2. Обледенение верхней части судна потенциально снижает остойчивость судна и функциональность оборудования.

3. Низкая температура влияет на рабочую обстановку и провоцирует повышенную усталость членов экипажа, свойства материалов, эффективность оборудования, время выживания и производительность оборудования и систем безопасности.

4. Длительные периоды темноты или дневного света влияют на навигационную обстановку и повышают возможные риски.

5. Ограничение спутникового покрытия влияет на навигационные системы, системы связи и качество информации о ледовой обстановке.

6. Отсутствие опыта работы экипажа судна в полярных операциях чревато человеческими ошибками.

7. Возможность эскалации инцидентов из-за быстро меняющихся суровых погодных условий.

8. Чувствительность окружающей среды к вредным веществам и другим воздействиям на окружающую среду, вследствие чего – более жесткие требования к защите окружающей среды [3].

Требования конструкций корпусов судов, эксплуатируемых в полярных водах

Целью требований конструкции корпуса является обеспечение того, что материалы и размеры элементов конструкций будут достаточными для обеспечения целостности корпуса при действии общих и местных нагрузок вследствие воздействия внешней среды и условий.

Для судов, предназначенных для эксплуатации при низких температурах воздуха, используемые материалы должны быть пригодными для эксплуатации в условиях рабочей полярной температуры.

Для судов с ледовыми подкреплениями конструкции судна должны быть рассчитаны на восприятие как общих, так и местных нагрузок, ожидаемых в предусматриваемых ледовых условиях.

Суда должны иметь достаточную остойчивость в неповрежденном состоянии, если они подвержены обледенению.

Суда категорий "А" и "В", построенные 1 января 2017 года и после этой даты, должны иметь надлежащий резерв остаточной остойчивости с тем, чтобы выдержать повреждения от льда.

Судно категории "А" означает судно, предназначенное для эксплуатации в полярных водах как минимум в среднем однолетнем льду, который может содержать включения старого льда.

Судно категории "В" означает судно, не включенное в категорию "А", предназначенное для эксплуатации по меньшей мере в тонком однолетнем льду, который может содержать включения старого льда.

Суда, предназначенные для эксплуатации в районах, где можно ожидать обледенения, должны быть спроектированы таким образом, чтобы сводить обледенение к минимуму, и снабжены средствами для удаления льда в соответствии с требованиями Администрации; например, электрическими и пневматическими устройствами и/или специальными инструментами, такими как топоры или деревянные молотки для удаления льда с фальшборта, лееров и надстроек.

С целью удостовериться в том, что масштабы обледенения не превосшли пределов, за обледенением должно осуществляться постоянное слежение.

Все средства закрытия, двери и лацпорты, обеспечивающие водо- и брызгонепроницаемость судна, должны сохранять свою работоспособность. Для судов, эксплуатирующихся в районах и в течение периодов, где и когда можно ожидать обледенения, должны быть предусмотрены средства удаления или предотвращения образования льда вдоль проемов для люков, дверей и лацпортов, в местах сбора, местах посадки в спасательные средства, на спасательных средствах, устройствах их спуска и в местах доступа к спасательным средствам [4].

Кроме этого, для судов, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур, применяется требования, при которых если крышки люков, двери или лацпорты управляются гидравлическим способом, должны быть предусмотрены средства предотвращения замерзания или чрезмерной вязкости рабочих жидкостей. Водонепроницаемые и брызгонепроницаемые двери, лацпорты, крышки люков и устройства их закрытия, располагающиеся вне района жилых и рабочих помещений и требующие доступа в ходе рейса, должны быть сконструированы таким образом, чтобы они могли управляться персоналом, одетым в плотную зимнюю одежду, включая толстые рабочие рукавицы.

На судах, построенных 1 января 2017 года и после этой даты, открытые пути выхода наружу должны иметь устройство, не затрудняющее прохода по ним людей, одетых в соответствующую полярную одежду.

Кроме того, для судов, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур воздуха, должна быть осуществлена оценка соответствия устройств посадки, с полным учетом любого влияния дополнительной надеваемой людьми полярной одежды [5].

Библиографический список

1. Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс) // Резолюция MSC. 385(94) : принята 21 ноября 2014 года. СПб. : АО "ЦНИИМФ", 2016.

2. НД N 2-020101-124. Правила классификации и постройки морских судов. Часть I. Классификация // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564153317>.

3. НД No2-030101-031. Руководство по применению положений Международного кодекса для судов, эксплуатирующихся в Полярных водах (Полярного кодекса). СПб. : РМРС, 2017.

4. Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года. СОЛАС 74 (с изменениями на 24 мая 2018 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901765675?marker=7E60KE>.

5. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 ГОДА (МАРПОЛ 73/78) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901764502?marker=7E40KE>.

Актуальность применения цифровых технологий диагностирования судовых систем

Тимонина Т. М. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии материалов и судоремонта, e-mail: TimoninaTM@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Достижения в области беспроводных технологий и облачного сбора данных, а также применение цифровых технологий диагностирования уменьшают риски и способствуют своевременному реагированию. Однако оснащение судов, позволяющее осуществлять высокоскоростное подключение к Интернету во время нахождения в море, является дорогостоящим и трудным, что требует постоянного его совершенствования и развития.

Abstract. Advances in wireless technology and cloud data collection, as well as the use of digital diagnostic technologies, reduce risks and facilitate timely responses. However, equipping ships with a high-speed Internet connection while at sea is costly and difficult, which requires constant improvement and development.

Ключевые слова: беспроводные технологии сбора данных, облачные системы, безопасность экипажа, цифровые технологии, эксплуатационная надежность судна

Key words: wireless data collection technologies, cloud systems, crew safety, digital technologies, ship operational reliability

По мере совершенствования новых технологических разработок на судах они становятся постоянно меняющейся и усложняющейся средой, представляющей постоянно колеблющийся набор потенциальных угроз и опасных ситуаций. Такой высокий уровень технической оснащенности судов требует постоянного совершенствования средств диагностики отказоустойчивости всех систем судна.

Достижения в области беспроводных технологий и облачного сбора данных, а также применение цифровых технологий диагностирования уменьшают риски и способствуют своевременному реагированию. Применение подобных технологий привело к увеличению видимости всех, кто работает на судне и вокруг него, чем существенно повысили уровень безопасности операторов верфи. Новейшие беспроводные технологии, способны проходить через наиболее часто используемые материалы судна, что позволяет масштабировать объекты, чтобы охватить любой размер судна. Таким образом, беспроводная связь с использованием Интернета и приложений быстро становится неотъемлемой частью арсенала для улучшения здоровья и безопасности экипажа [1]. Использование беспроводной технологии с облач-

ными системами сбора данных позволяет верфям внедрить полностью интегрированную систему пожарной безопасности, охраны и медицинского реагирования, а также отслеживать изменение показателей отказоустойчивости оборудования. Это поддерживается приложением, которое может интерпретировать и реагировать на полученные данные. В этом случае специалисты управления оборудованием или охраны здоровья могут получать в режиме реального времени информацию о чрезвычайных ситуациях на площадке и мгновенно отправлять оповещения соответствующему персоналу. Сигналы могут быть переданы через любое подключенное к Интернету устройство, например, беспроводные пункты вызова пожарной сигнализации или защитные двери, в то время как приложение позволяет принимать мгновенные решения от руководства с любого мобильного устройства. Если одна из этих точек вызова активируется во время пожара, она оповещает все судно или определенные зоны внутри судна, облегчая безопасную эвакуацию. В случае медицинского предупреждения или нарушения безопасности, технология позволяет респондентам точно определить, какая точка вызова активирована, после чего немедленно следует развертывание группы реагирования. Подобные технологии могут быть интегрированы на более широком объекте, включая возможность оповещения групп аварийного реагирования при необходимости [2].

Данные, собранные из пунктов вызова, расположенных на судах, когда они находятся в порту, могут регулярно сопоставляться с помощью приложений через Интернет и беспроводной технологии в сочетании с облачными сервисными приложениями. Эти данные могут храниться, обрабатываться и передаваться с помощью приложений облачных технологий назначенному персоналу, предоставляя ценную информацию сотрудникам служб безопасности.

Цифровые технологии, предоставляют возможность удаленного контроля и управления судовыми системами с использованием глобальной сети 4G. Серия встроенных камер и датчиков обеспечивает обратную связь для удаленного оператора, которая помогает с навигацией и управлением объектами, что существенно сокращает время принятия решения и соответственно количество дней простоя. Повышение эксплуатационной надежности и эффективности каждого судна достигается за счет мониторинга состояния и предотвращения развития ситуаций способных существенно повлиять на работоспособность [3].

Меры по борьбе с загрязнением и стандарты энергоэффективности могут быть достигнуты путем поэтапного изменения конструкции судна с растущим использованием цифровых технологий управления данными. К примеру мониторинг работы двигателя предотвращает внеплановое техническое обслуживание и длительные периоды простоя, а также является еще одним потенциальным преимуществом как с точки зрения безопасности, так и экономии средств.

Главное назначение современного диагностирования состоит в непрерывном автоматическом контроле технического состояния объекта, своевременном обнаружении отклонений контролируемых параметров от нормативных значений, идентификации и локализации дефектов, выработке стратегии последующих действий и прогнозирования ресурса. Системы автоматического контроля и диагностирования создаются на базе новейших информационно-вычислительных средств, программная часть которых опирается на фундаментальные и прикладные математические методы [4]. Однако оснащение судов, позволяющее осуществлять высокоскоростное подключение к Интернету во время нахождения в море, является дорогостоящим и трудным, что требует постоянного его совершенствования и развития. Повышение уровня использования цифровизации заключается не только в сокращении человеческих нагрузок, но и в повышении эксплуатационной надежности судна при сокращении затрат.

Библиографический список

1. Mil.Press FlotProm : сайт. URL: <https://flotprom.ru/2020/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8/> (дата обращения: 17.11.2020).
2. Шурпяк В. К. Анализ аварийности на судах и технология технического наблюдения // PRo Атом : сайт. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2395> (дата обращения: 18.11.2020).
3. Дмитриев В. И., Каретников В. В. Методы обеспечения безопасности мореплавания при внедрении беспилотных технологий // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2017. Т. 9, № 6. С. 1149–1158. DOI: <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2017-9-6-1149-1158>.
4. Морские вести России : сайт. URL: <http://www.morvesti.ru/themes/1699/73980/> (дата обращения: 17.11.2020).

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

Геохронологические и геохимические характеристики гранитов с вольфрамовой минерализацией (Мурманский блок, Кольский регион)

Галеева Е. В. Кудряшов Н. М. (*г. Апатиты, Апатитский филиал ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", e-mail: uthg@mail.ru*)

Аннотация. Вольфрамовая минерализация определяется по находкам шеелита в гранитах Мурманского блока. Геохимические характеристики указывают на обогащение Rb, Li и U, деплетированием редкими элементами и Ba. U-Pb (SHRIMP-RG) возраст магматического циркона из аплитовидных гранитов составил 2739 ± 82 млн. лет, что свидетельствует о неогархейском времени кристаллизации циркона.

Abstract. The tungsten mineralization is determined from scheelite finds in granites of the Murmansk block. Geochemical characteristics of the granites indicate enrichment in Rb, Li and U, depletion of rare elements and Ba. The U-Pb (SHRIMP-RG) age of magmatic zircon from aplite-like granites is 2739 ± 82 Ma, which indicates the Neoproterozoic time of zircon crystallization.

Ключевые слова: вольфрамовая минерализация, U-Pb возраст циркона, Кольский регион
Key words: tungsten mineralization, U-Pb age of zircon, Kola region

Район исследования располагается в северо-восточной части Кольского региона в районе верхнего течения реки Ачерйок, где обнажаются гранитоиды, несущие шеелитовую и сподуменовую минерализацию [1]. Участок сложен двумя главными типами гранитоидов: микроклинизированными амфиболовыми гранито-гнейсами и прорывающими их интрузиями аплитовидных гранитов (рисунок 1). Микроклинизированные гранито-гнейсы имеют среднезернистую, гнейсовидную структуру и состоят из олигоклаза по которому развивается серицит, амфибола, представленного роговой обманкой, а также из микроклина и биотита. Акцессорные минералы: титанит, циркон, апатит, сподумен. Аплитовидные граниты характеризуются мелкозернистой структурой и массивной текстурой. Минеральный состав: плагиоклаз (альбит-андезин), микроклин и биотит. Акцессорные минералы: циркон, апатит, гранат, шеелит.

Для геохимического и изотопно-геохронологического изучения аплитовидных гранитов были отобраны представительные пробы из коренных обнажений. На диаграмме (рисунок 2) распределение РЗЭ для гранитах, нормированных на верхнюю кору, характерно обогащение Rb, Li и U, а также деплетирование редкими элементами и Ba.

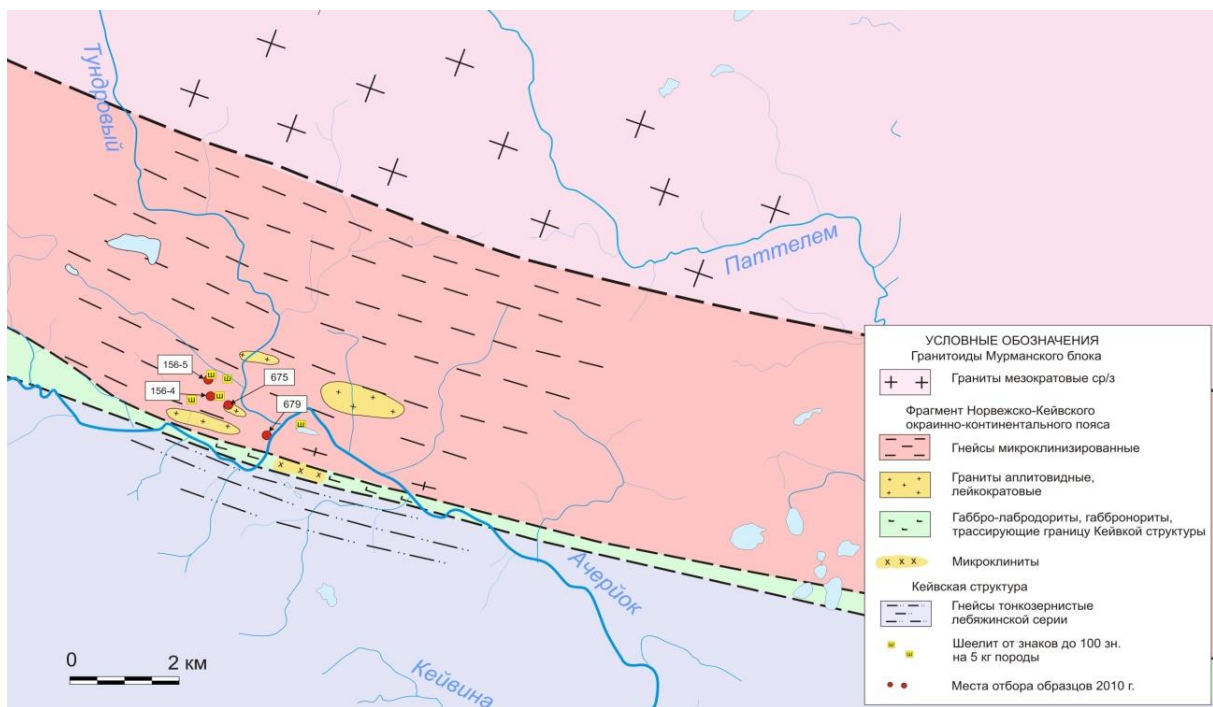


Рисунок 1 – Геологическая схема района исследований [1]

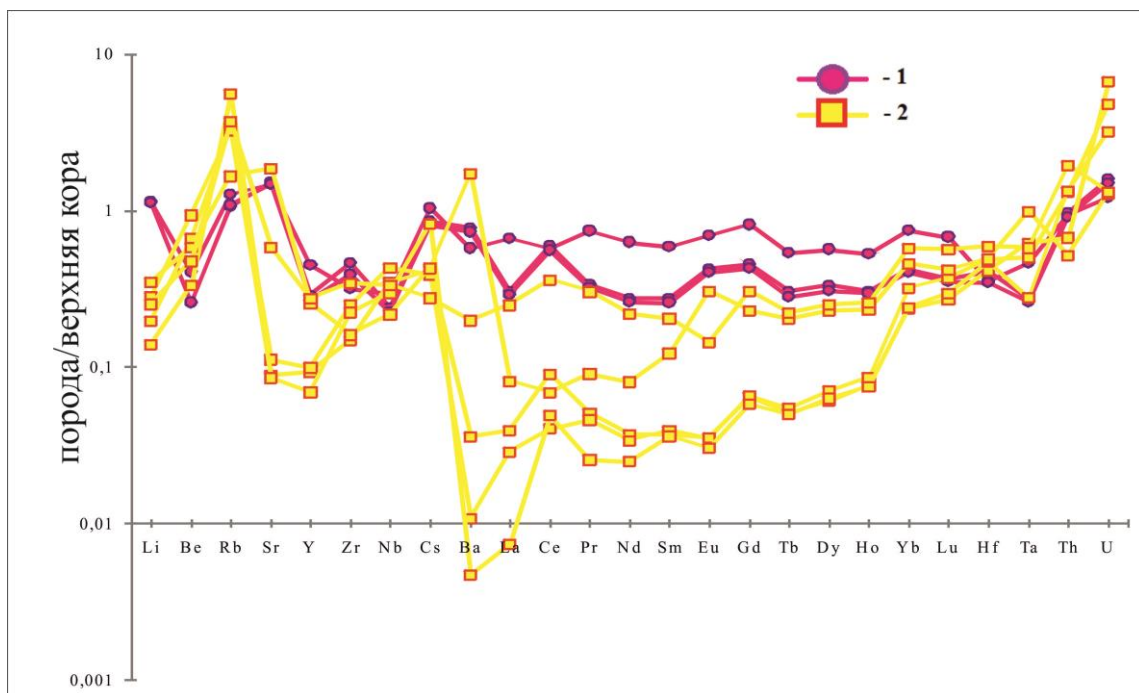


Рисунок 2 – Распределение РЗЭ в гранитоидах, нормализованное по [2];
 1 – микроклинизированный амфиболовый гранито-гнейс; 2 – аплитовидный гранит

Циркон, выделенный из аплитовидных гранитов (обр. АТ156), характеризуется кристаллами дипирамидально-призматической формой светло-коричневого цвета. $K_u=2-3$. В катодолюминесценции наблюдается внутри-

фазовая неоднородность, выраженная чередованием темных и светлых зон в краевых и центральных частях кристаллов (рисунок 3).

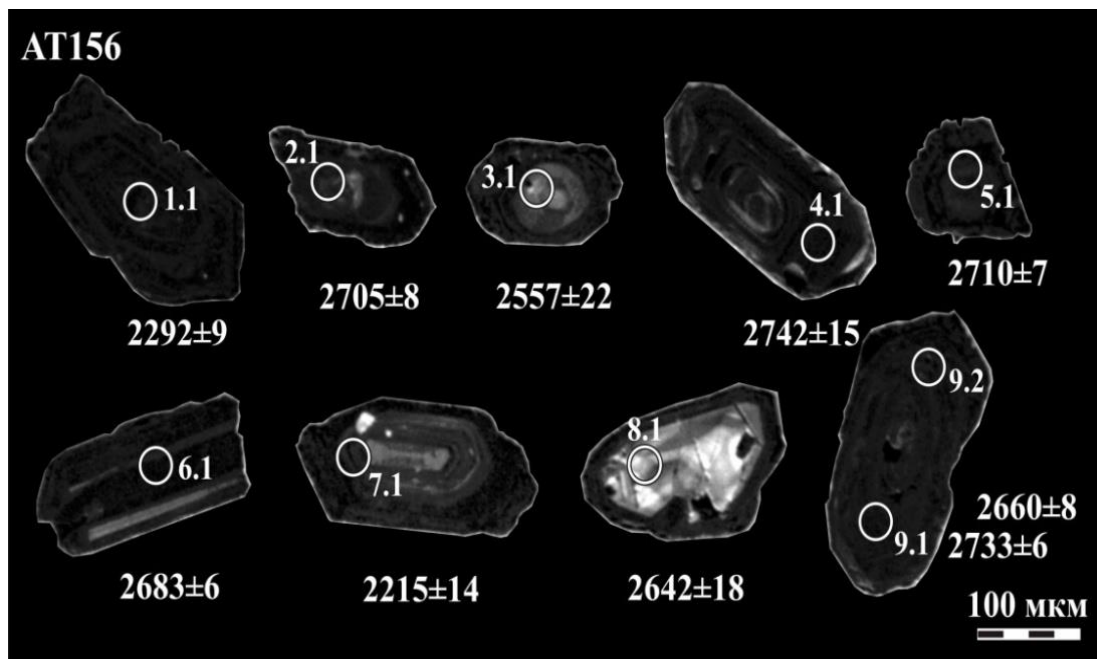


Рисунок 3 – Микрофотографии циркона в катодоллюминисценции из аплитовидного гранита (Кружками отмечены анализируемые участки зерен)

Результаты изотопно-геохронологического изучения циркона из аплитовидных гранитов приведены в табл. 1 и на рис. 4. Для пяти проанализируемых точек изотопного состава циркона была построена дискордия, верхнее пересечение которой с дискордией отвечает возрасту 2739 ± 82 млн. лет, СКВО = 5.7 (рис. 4).

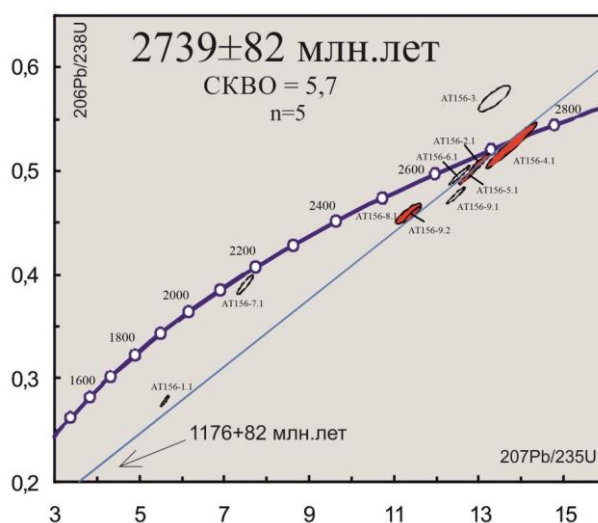


Рисунок 4 – Диаграмма с конкордией для аплитовидного гранита. Красные эллипсы – аналитические данные, включенные в расчет дискордии; прозрачные эллипсы – не включенные в расчет дискордии

Таблица 1 – Результаты U-Pb изотопного исследования циркона из аплитовидного гранита

Кристалл, пятно	$^{206}\text{Pb}_c$, %	Содержания, мкг/г			$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	Изотопные отношения \pm %			RhO	Возраст, млн. лет		D, %
		$^{206}\text{Pb}^*$	U	Th		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
AT156-7.1	0.31	542	1614	1208	0.77	0.139 \pm 0.8	7.5 \pm 2.1	0.391 \pm 2.0	0.92	2127 \pm 41	2215 \pm 14	+5
AT156-1.1	0.31	393	1642	207	0.13	0.145 \pm 0.5	5.6 \pm 1.5	0.279 \pm 1.4	0.94	1519 \pm 21	2292 \pm 9	+35
AT156-3.1	1.02	55	113	104	0.95	0.170 \pm 1.3	13.4 \pm 2.3	0.570 \pm 1.9	0.82	2802 \pm 50	2557 \pm 22	-17
AT156-8.1	0.68	42	105	129	1.26	0.179 \pm 1.1	11.3 \pm 2.1	0.460 \pm 1.8	0.85	2405 \pm 44	2642 \pm 18	+9
AT156-9.2	0.25	208	527	291	0.57	0.181 \pm 0.5	11.4 \pm 1.5	0.459 \pm 1.4	0.94	2413 \pm 31	2660 \pm 8	+10
AT156-6.1	0.07	286	671	21	0.03	0.183 \pm 0.4	12.5 \pm 1.6	0.495 \pm 1.5	0.97	2597 \pm 33	2683 \pm 6	+4
AT156-2.1	0.13	152	348	197	0.58	0.186 \pm 0.5	13.0 \pm 1.6	0.508 \pm 1.5	0.94	2652 \pm 34	2705 \pm 8	+3
AT156-5.1	0.14	214	502	373	0.77	0.186 \pm 0.4	12.7 \pm 1.5	0.496 \pm 1.4	0.96	2587 \pm 33	2710 \pm 7	+5
AT156-9.1	0.11	252	615	368	0.62	0.189 \pm 0.4	12.4 \pm 1.4	0.477 \pm 1.4	0.97	2499 \pm 31	2733 \pm 6	+10
AT156-4.1	0.14	234	519	395	0.79	0.190 \pm 0.9	13.8 \pm 3.6	0.525 \pm 3.5	0.97	2712 \pm 84	2742 \pm 15	+1

Примечание. Ошибка в калибровке стандарта соответствовала 0.29%. Погрешности даны на уровне 1 σ . $^{206}\text{Pb}_c$ и $^{206}\text{Pb}^*$ указывают содержания обыкновенного и радиогенного свинца, соответственно. Измеренные отношения скорректированы на ^{204}Pb . D – дискордантность: $D=100*[\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$. RhO - коэффициент корреляции между ошибками определения отношений $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ и $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$. Значения исправлены на масс-фракционирование, холостое загрязнение и обыкновенный свинец по модели (Stacey, Kramers, 1975). В расчете не учитывались значения точек AT156-7.1, AT156-1.1, AT156-3.1, AT156-6.1, AT156-9.1

Исследованные граниты по своим петрографическим и петрохимическим характеристикам относятся к гранитам субщелочной серии, в которых проявлены наложенные процессы грейзенизации и микроклинизации.

Изученный циркон по своим характеристикам имеет магматический генезис. Полученный возраст циркона 2739 ± 82 млн. лет, вероятно, отражает время кристаллизации циркона из расплава при формировании изученных гранитов. Сподуменовая и шеелитовая минерализация, по имеющимся геолого-петрографическим данным, скорее всего, связана с наложенными на гранитоиды метасоматическими процессами, которые были проявлены лишь в отдельных измененных участках циркона.

Библиографический список

1. Костин В. А., Костина Н. А. Отчет по результатам ревизионно-рекогносцировочных работ, проведенных в пределах восточной части Мурманского блока гранитоидов (по работам за 1967–69 гг.). Апатиты, 1970.

2. Wedepohl K. H. The composition of the continental crust // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1995. Vol. 59, Iss. 7. P. 1217–1232. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(95\)00038-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(95)00038-2).

3. Stacey J. S., Kramers J. D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // *Earth and Planetary Science Letters*. 1975. Vol. 26, Iss. 2. P. 207–221. DOI: [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(75\)90088-6](https://doi.org/10.1016/0012-821X(75)90088-6).

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

Разработка Python-библиотеки для доступа к модели продольных токов ионосферы Земли: постановка задачи

Золотов О. В.¹, Романовская Ю. В.², Гостева А. Д.² (г. Мурманск, ¹ФГБОУ ВО "Мурманский арктический государственный университет", НИЛ "КМФ ПОС"; ²ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: y-romanovskaya@yandex.ru)

Аннотация. В работе приведены наиболее известные модели продольных токов ионосферы Земли. На основе анализа доступности их исходных кодов предложено осуществить перенос модели MFACE в экосистему Python, рассмотрены проблемы портирования исходного кода модели MFACE и сформулированы основные требования к ее Python-реализации.

Abstract. The paper highlights widely used models of the Earth's ionosphere field aligned currents. Basing on the source codes availability we propose to port MFACE model to Python ecosystem. We also discuss principal problems on the way to perform the Python-port and formulate main (mandatory) requirements for the resulting Python-package.

Ключевые слова: ионосфера Земли, продольные токи, MFACE, модель, Python

Key words: Earth's ionosphere, field aligned currents, MFACE, model, Python

Адекватное воспроизведение ряда параметров ионосферы Земли требует задания продольных токов, посредством которых осуществляется связь в системе магнитосфера-ионосфера. Во многих ионосферных моделях характеристики продольных токов, в частности их пространственное распределение и амплитуды, являются входными параметрами. Значения этих характеристик могут быть получены либо как результаты расчетов соответствующих магнитосферных моделей, либо путем подбора так, чтобы удовлетворить известным моделям электрического потенциала, либо из результатов расчетов моделей продольных токов, построенных на основе статистического обобщения имеющихся данных спутниковых наблюдений.

Исторически первая публично доступная модель продольных токов, основанная на данных спутниковых наблюдений, была построена на основе анализа наблюдений спутников Triad и представлена в работах Iijima & Potemra [1–2]. Указанная модель достаточно долгое время оставалась практически единственной и поставлялась в виде "картин" распределений токов, упорядоченных по значениям k_p -индекса и местному магнитному времени MLT. В дальнейшем достаточную известность получили модели Papitashvili et. al. [3], Lukianova & Christiansen [4], MFACE [5–7], AMPS [8], EW-FAC [9].

Из перечисленных моделей вместе с исходным кодом поставляются только MFACE (реализована в среде MATLAB), AMPS (реализована в виде библиотеки на языке Python) и EW-FAC (реализована в среде IDL). Таким образом, в качестве кандидатов на создание Python-библиотеки мы отобрали модели MFACE и EW-FAC. В качестве первичной модели для включения в экосистему Python была выбрана модель MFACE.

До начала выполнения работ по включению модели MFACE в Python-экосистему мы связались с разработчиком модели (Dr. Maosheng He) и получили согласие на создание Python-версии модели и публикацию планируемых результатов под пермиссивной лицензией Apache 2.0. Затем были рассмотрены следующие подходы к реализации Python-библиотеки для обеспечения доступа к модели MFACE: 1) создание адаптера, который непосредственно для расчета будет вызывать имеющуюся реализацию модели на языке MATLAB; 2) портирование модели MFACE на Python с исключением любых зависимостей, недоступных в экосистеме Python.

Первый вариант почти гарантированно сохраняет особенности поведения имеющейся MATLAB-реализации модели MFACE, но при этом обладает следующими недостатками: 1) требование наличия установленного MATLAB или MATLAB Compiler Runtime (MCR); 2) зависимость от конкретной версии MCR – R2013a; 3) негарантированная работоспособность сборок для MCR, отличных от R2013a, или необходимость формирования (обновления) сборок для других версий MCR; 4) необходимость формирования отдельных сборок для 32- и 64-разрядных архитектур; 5) снижение производительности выполнения расчетов из-за использования файлового ввода-вывода для передачи входных параметров в модель и возврата результатов моделирования пользователю; 6) внесение дополнительной погрешности в результаты моделирования из-за текстового представления входных и выходных данных.

Вариант портирования MATLAB-кода модели MFACE в Python-экосистему потребует 1) дополнительной валидации получившейся Python-реализации модели; 2) реализации функций, требуемых для модели, но отсутствующих в Python; 3) обеспечения чтения файлов с коэффициентами модели из проприетарного бинарного MATLAB-формата с использованием Python-средств, либо конвертацию этих файлов в один из свободных кроссплатформенных форматов. Основным преимуществом данного подхода является

полное исключение не-Python зависимостей и обеспечение возможности использования модели в экосистеме Python.

Мы считаем второй подход более предпочтительным, так как по сравнению с созданием адаптера к существующему MATLAB-решению он позволяет существенно расширить потенциальную аудиторию пользователей модели и снизить порог вхождения, сложность первичной установки, настройки и дальнейшего сопровождения кода и исполняемого модуля модели MFACE, хотя он и потребует более тщательного тестирования. Для обеспечения "бесшовной" интеграции планируемого порта модели MFACE (PyMFACE) в существующую Python-экосистему PyMFACE должен удовлетворять следующим требованиям:

1. реализация в виде стандартного Python-пакета;
2. распространение через публично доступные репозитории;
3. включение (индексирование) пакета PyMFACE в стандартный каталог пакетов PyPI (Python Package Index);
4. обеспечение возможности установки пакета с использованием стандартных средств установки пакетов в Python, в т.ч. pip / pip3 (Package Installer for Python);
5. гарантированное отсутствие зависимостей, установка которых с использованием стандартных средств установки пакетов в Python невозможна или затруднена;
6. сокращение (насколько возможно) количества и объема зависимостей;
7. обеспечение (насколько возможно) единообразного формирования сборок для различных операционных систем и аппаратных архитектур.

Проектирование и реализация пакета PyMFACE будут выполнены с учетом изложенных выше требований. Таким образом, к доступной в настоящее время в экосистеме Python модели продольных токов AMPS будет добавлена модель MFACE. С точки зрения исследователей в области геофизики (космической геофизики) и наук о Земле целесообразно также сделать доступными и остальные модели. Поскольку из оставшихся моделей только EW-FAC доступна в исходных кодах (на языке IDL), возможность ее портирования с учетом сформулированных выше требований будет обсуждаться после и на основе опыта реализации Python-пакета PyMFACE.

Библиографический список

1. Iijima T., Potemra T. A. The amplitude distribution of field-aligned currents at northern high latitudes observed by Triad // *Journal of Geophysical Research*. 1976. Vol. 81, Iss. 13. P. 2165–2174. DOI: <https://doi.org/10.1029/JA081i013p02165>.
2. Iijima T., Potemra T. A. Field-aligned currents in the dayside cusp observed by Triad // *Journal of Geophysical Research*. 1976. Vol. 81, Iss. 34. P. 5971–5979. DOI: <https://doi.org/10.1029/JA081i034p05971>.
3. Papitashvili V. O., Christiansen F., Neubert T. A new model of field-aligned currents derived from high-precision satellite magnetic field data // *Geophysical Research Letters*. 2002. Vol. 29, Iss. 14. P. 28-1–28-4. DOI: <https://doi.org/10.1029/2001GL014207>.
4. Lukianova R., Christiansen F. Modeling of the global distribution of ionospheric electric fields based on realistic maps of field-aligned currents // *Journal of Geophysical Research. Space Physics*. 2006. V. 111, Iss. A3. DOI: <https://doi.org/10.1029/2005JA011465>.
5. He M. [et al.]. A high-resolution model of field-aligned currents through empirical orthogonal functions analysis (MFACE) // *Geophysical Research Letters*. 2012. Vol. 39, Iss. 18. DOI: <https://doi.org/10.1029/2012GL053168>.
6. He M., Vogt J., Lühr H., Sorbalo E. Local time resolved dynamics of field-aligned currents and their response to solar wind variability // *Journal of Geophysical Research. Space Physics*. 2014. Vol. 119, Iss. 7. P. 5305–5315. DOI: <https://doi.org/10.1002/2014JA019776>.
7. He M., Vogt J. Empirical Modeling of Planetary Magnetospheres in Response to Solar Wind Dynamics Using EOF Analysis and Multivariate Linear Regression // *Magnetic Fields in the Solar System* / eds.: H.Lühr, J. Wicht, S. A. Gilder, M. Holschneider. *Astrophysics and Space Science Library* : Springer, 2018. Vol. 448. P. 183–200. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64292-5_7.
8. Laundal K. M., Finlay C. C., Olsen N., Reistad J. P. Solar Wind and Seasonal Influence on Ionospheric Currents From Swarm and CHAMP Measurements // *Journal of Geophysical Research. Space Physics*. 2018. Vol. 123, Iss. 5. P. 4402–4429. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018JA025387>.
9. Edwards T. R. [et al.]. A Third Generation Field-Aligned Current Model // *Journal of Geophysical Research. Space Physics*. 2020. Vol. 125, Iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019JA027249>.

Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния спускаемой колонны труб через акваторию

Миронов Д. Р., Морозов А. Н., Коротаев Б. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела, e-mail: korotaevba@mstu.edu.ru)

Главной особенностью бурения скважин на шельфе и на море является применение водоотделяющей колонны (райзера). Райзер, элемент подводного устьевого оборудования скважины, который служит для соединения подводного устья с буровым судном, а также изолирует от толщи воды направляемую в устье бурильную колонну, инструменты и позволяет вести морское бурение с замкнутой циркуляцией бурового раствора внутри райзера. Кроме этого через акваторию спускаются различные по диаметру обсадные трубы.

Схема положения райзера после перемещения бурового судна представлена на рисунке 1. В общем, судно может получить линейное и угловое перемещение относительно оси скважины. Верхняя точка водоотделительной колонны связана с буровым судном, и, следовательно, перемещения судна передаются райзеру, а также бурильной колонне и спускаемой колонне обсадных труб (ОТ), при условии, что идет операция по спуску ОТ [1; 2].

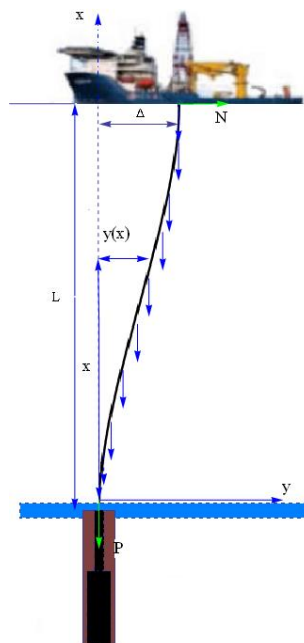


Рисунок 1 – Схема положения спускаемой трубы после перемещения бурового судна

Проведем математическое исследование труб различного диаметра используемых при той или иной операции на буровой на предмет определения горизонтального усилия при сходе бурового судна на заданное расстояние.

Пусть $\Delta = 10$ м. Для решения данного вопроса будем применять уравнение А. Е. Сарояна [2]:

$$EJ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - (P + qx)\varphi + N = 0 \quad (1)$$

где EJ – жесткость трубы, q – весовая характеристика погонного метра трубы, Н/м; N – горизонтально усилие, прикладываемое к трубе при сходе бурового судна с точки бурения на заданное расстояние Δ . Для рассмотрения вопроса зададимся трубами различного диаметра для которых и будем определять горизонтальное усилие N . В таблице 1 приведены характеристики рассматриваемых труб.

Таблица 1 – Характеристики труб

Технические характеристики труб	q , Н/м
127/108 мм	240
178/080 мм	1360
340/320 мм	710
508/488 мм	1072
610/590 мм	1291
762/722 мм	3193

На следующем рисунке 1 приведен график совмещенных решений уравнения (1) для различных диаметров труб.

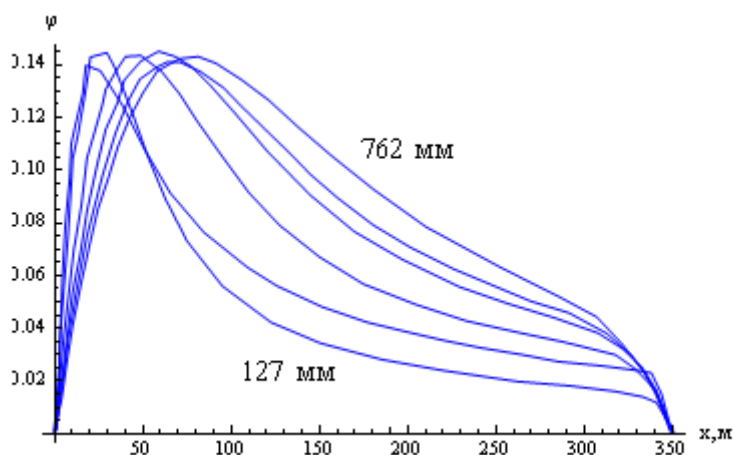


Рисунок 1 – Совмещенный график решений

Тогда прогиб будет представляться следующим образом:

$$y = \int_0^x \varphi(x) dx + C$$

где C некоторая константа интегрирования.

Приведем график прогиба бурильной колонны труб. Форма прогиба 127 мм (рисунок 2).

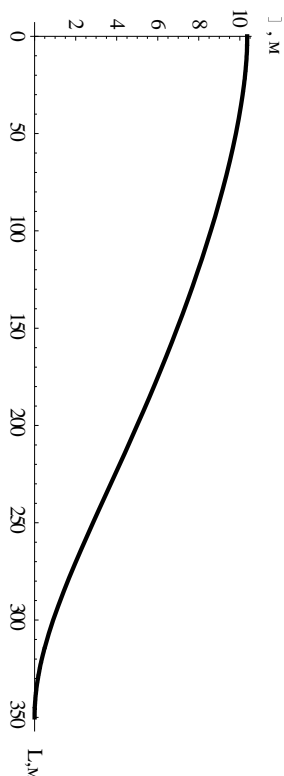


Рисунок 2 – Профиль прогиба 610 мм обсадной колонны

Приведем график изгибающего момента для данной 127 мм ОК

$$M = EJ y$$

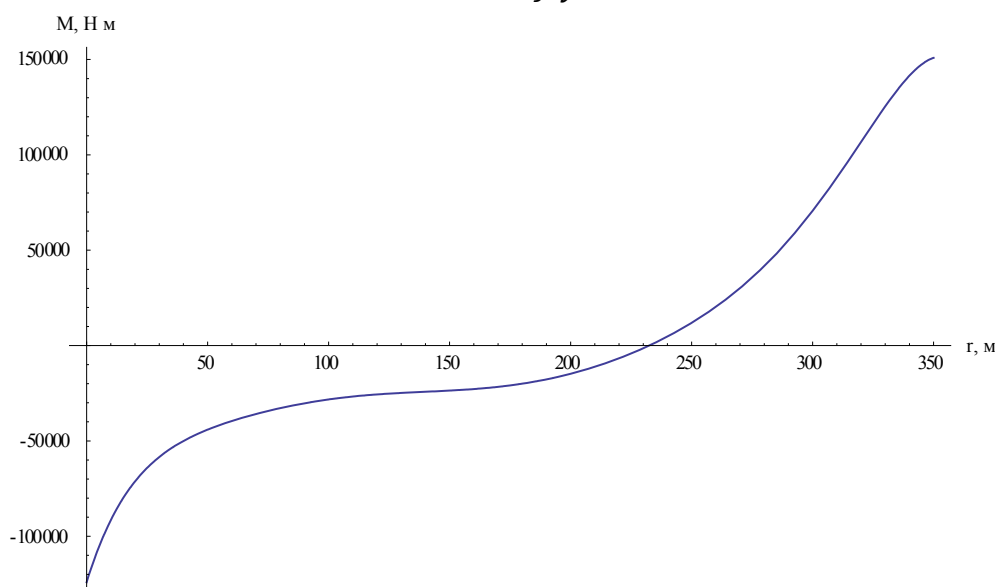


Рисунок 3 – График изгибающего момента действующего в трубе диаметром 610 мм

И в заключение приведем график действующего напряжения в теле данной трубы.

$$\sigma = \frac{Md}{2J}$$

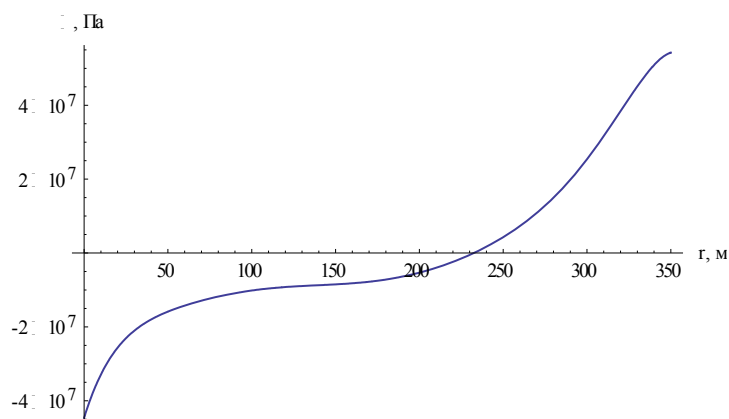


Рисунок 4 – Напряжение действующие в теле трубы 610 мм

Для разных спускаемых труб через акваторию, при отклонении от точки бурения на заданное расстояние, необходимо и разное горизонтальное усилие. Кроме этого, форма прогиба может и совпадать, но изгибающие моменты и напряжения у всех труб будут разные. Например, у 127 мм трубы, изгибающий момент на устье 4 кН м, а у 610 мм – 40 кН м [3].

Библиографический список

1. Котов А. А., Коротаев Б. А. Расчет бурильной колонны для бурения на акватории // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. 2017. № 1. С. 112–119.
2. Сароян А. Е. Проектирование бурильных колонн. М. : Недра, 1971. 182 с.
3. Коротаев Б. А., Дарбинян А. З. Математика шельфа частный случай решения уравнения А. Е. Сарояна по прогибу бурильной колонны при бурении на акватории // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2018. № 1 (73). С. 70–72.

**Использование компьютерной программы
"Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства"
для проектирования разноглубинного трала
для вылова ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое**

Недоступ А. А., Ражев А. О., Макаров В. В. (г. Калининград, ФГБОУ ВО
"Калининградский государственный технический университет,
e-mail: nedostup@klgtu.ru)

Аннотация. В статье приводится методика и правила использования компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства" для проектирования разноглубинного трала для вылова ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое. При выполнении проекта трала предложено создать две физические модели разноглубинного трала для испытаний в гидроканале ОАО "МариНПО" – ООО "Фишеринг Сервис". На основании данных с экспериментов будет создан проект разноглубинного трала для вылова ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое. Траловый лов ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое является приоритетной задачей для Калининградской области, с точки зрения обоснования общего допустимого улова (ОДУ) для ее вылова, так как трал для лова ряпушки будет эксплуатироваться и окажет существенное приращение улова ценного вида гидробионтов.

Abstract. The article presents the methodology and rules for using the computer program "Scales of multiphysical similarity of fishing processes" for designing a mid-water trawl for catching *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoye. When carrying out the trawl project, it was proposed to create two physical models of a mid-water trawl for testing in the flume tank of MariNPO – Fishing Service. Based on the data from the experiments, a project of a mid-depth trawl for catching *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoye will be created. Trawl fishing for *Coregonus albula* in Lake Vishtynetskoye is a priority task for the Kaliningrad region in terms of *s Coregonus albula* will be used and will significantly increase the catch of a valuable species of aquatic organisms.

Ключевые слова: компьютерная программа, теория подобия, масштабы подобия, разноглубинный трал, гидроканал, ряпушка

Key words: computer program, theory of similarity, scale of similarity, mid-water trawl, flume tank, *Coregonus albula*

Необходимость систематизации, анализа и синтеза большого объема данных, полученных с различных экспериментов приводит к разработке компьютерной программы, способной численно рассчитывать масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства. Так на основе данных по масштабам подобия, привела к необходимости разработке компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыбо-

ловства". Разработанная компьютерная программа предназначена для анализа таких данных как: силовые, форма-определяющие, временные и другие мультифизические процессы рыболовства. Данная программа позволяет рассчитывать масштабы подобия для конкретного значения масштаба линейных размеров C_l , который задается исходя из размеров экспериментальной установки или механизма, схемы и т. д. [1–6]. На рисунке 1 приведена визуализация компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства".

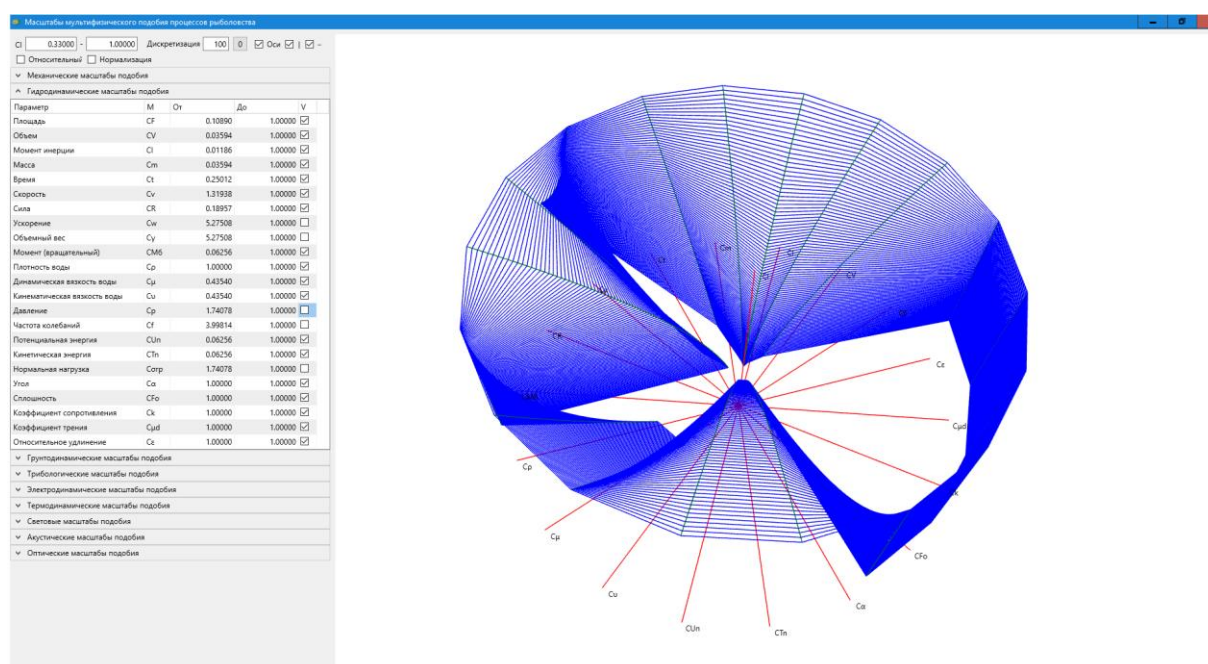


Рисунок 1 – Компьютерная программа "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства"

На рисунке 2 изображена панель компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства" в которой задается значение масштаба C_l и рассчитываются масштабы подобия процессов (рисунок 3): механических величин; гидродинамических величин; грунтодинамиических величин; трибологических величин; электродинамических величин; термодинамических величин; световых величин; акустических величин; оптических величин.

На рисунке 3 изображена панель компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства" с открытой вкладкой "Гидродинамические масштабы подобия".

CI - Дискретизация Оси | -

Относительный Нормализация

▼ Механические масштабы подобия

▲ Гидродинамические масштабы подобия

Параметр	M	От	До	V
Площадь	CF		0.10890	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Объем	CV		0.03594	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Момент инерции	CI		0.01186	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Масса	Cm		0.03594	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Время	Ct		0.25012	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Скорость	Cv		1.31938	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Сила	CR		0.18957	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Ускорение	Cw		5.27508	1.00000 <input type="checkbox"/>
Объемный вес	Cy		5.27508	1.00000 <input type="checkbox"/>
Момент (вращательный)	CMб		0.06256	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Плотность воды	Cp		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Динамическая вязкость воды	Cμ		0.43540	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Кинематическая вязкость воды	Cν		0.43540	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Давление	Cp		1.74078	1.00000 <input type="checkbox"/>
Частота колебаний	Cf		3.99814	1.00000 <input type="checkbox"/>
Потенциальная энергия	CUp		0.06256	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Кинетическая энергия	CTn		0.06256	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Нормальная нагрузка	Cσnp		1.74078	1.00000 <input type="checkbox"/>
Угол	Cα		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Сплошность	CFo		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Коэффициент сопротивления	Ck		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Коэффициент трения	Cμd		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>
Относительное удлинение	Cε		1.00000	1.00000 <input checked="" type="checkbox"/>

▼ Грунтодинамические масштабы подобия

▼ Трибологические масштабы подобия

▼ Электродинамические масштабы подобия

▼ Термодинамические масштабы подобия

▼ Световые масштабы подобия

▼ Акустические масштабы подобия

▼ Оптические масштабы подобия

Рисунок 2 – Панель компьютерной программы "Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства" с открытой вкладкой "Гидродинамические масштабы подобия"

▼ Механические масштабы подобия

▼ Гидродинамические масштабы подобия

▼ Грунтодинамические масштабы подобия

▼ Трибологические масштабы подобия

▼ Электродинамические масштабы подобия

▼ Термодинамические масштабы подобия

▼ Световые масштабы подобия

▼ Акустические масштабы подобия

▼ Оптические масштабы подобия

Рисунок 3 – Вкладка "Масштабы мультифизического подобия"

На рисунке 4 изображена цилиндрическая система координат, которая является трёхмерной системой координат, являющаяся расширением полярной системы координат путём добавления третьей координаты, которая задаёт высоту точки над плоскостью.

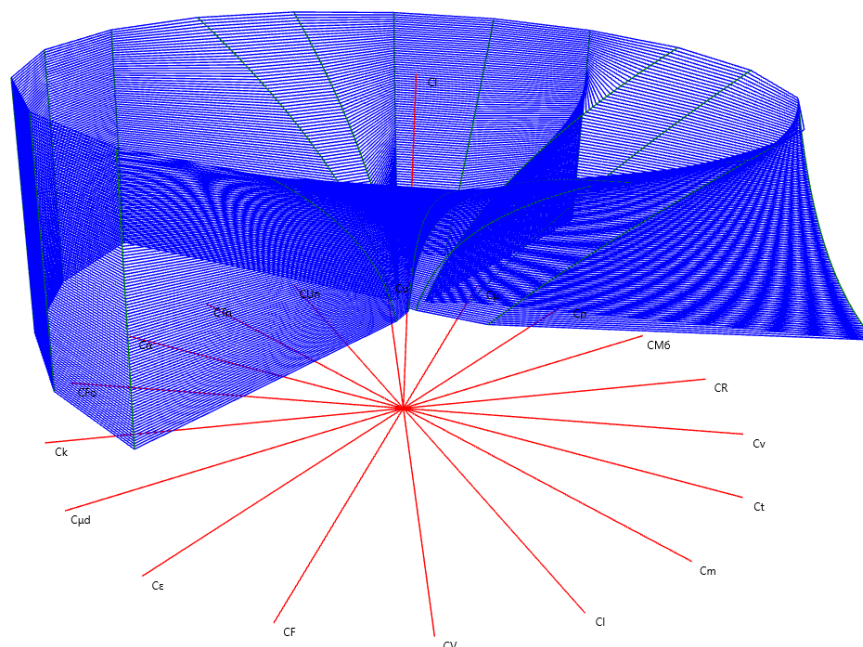


Рисунок 4. Цилиндрическая система координат мультифизического подобия процессов рыболовства

На основании рабочего участка гидроканала ОАО "МариНПО" – ООО "Фишеринг Сервис" будут созданы две физические модели разноглубинного трала для вылова ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое. Экспериментальные данные позволят создать натурный трал с учетом предсказательного моделирования для вылова ряпушки (*Coregonus albula*). Траловый лов ряпушки (*Coregonus albula*) в озере Виштынецкое является приоритетной задачей для Калининградской области, с точки зрения обоснования общего допустимого улова (ОДУ) для ее вылова, так как трал для лова ряпушки будет эксплуатироваться и окажет существенное приращение улова ценного вида гидробионтов.

Библиографический список

1. Недоступ А. А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2012. №. 3(19). С. 55–67.

2. Недоступ А. А., Ражев А. О. К теории электродинамического подобия промышленных механизмов // Известия КГТУ. №56. 2020. С. 61–70.

3. Недоступ А. А., Ражев А. О. К теории термодинамического подобия установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Известия КГТУ. 2020. № 57. С. 40–53.

4. Недоступ А. А., Насенков П. В., Ражев А. О., Коновалова К. В. [и др.]. Обоснование правил подобия разрывной нагрузки рыболовных крученых изделий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2020. № 1. С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2020-1-38-45>.

5. Недоступ А. А., Коновалова К. В., Насенков П. В., Ражев А. О. [и др.]. Обоснование правил подобия изгибной жесткости рыболовных крученых изделий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2020. № 1. С. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2020-1-77-85>.

6. Недоступ А. А., Ражев А. О., Хрусталеv Е. И. Обоснование масштабов подобия световых величин установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2020-3-61-69>.

**РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ
И РАДИОСВЯЗЬ**

Задача управления автономным необитаемым подводным аппаратом в районе рыбного промысла

Борисова Л. Ф.¹, Борисов О. Д.² (¹г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования, e-mail: borisovalf@mstu.edu.ru, ²Санкт-Петербург, Военно-морской политехнический институт ВУНЦ ВМФ "Военно-морская академия")

Аннотация. Предложена модель управления автономным необитаемым подводным аппаратом (АНПА) для выполнения задач слежения за косяком рыб в районе рыбного промысла. Модель включает интеллектуальный модуль на базе искусственной нейронной сети. В модели используется звукоподводная и звуковая связь для организации односторонней связи погруженного в водную среду АНПА с судами без всплытия на поверхность для установления радиосвязи. Это позволит АНПА непрерывно выполнять свои технологические задачи, не мешая промысловым судам, занятым выполнением собственных производственных задач.

Abstract. A model for the control of an autonomous unmanned underwater vehicle (AUV) is proposed to perform the tasks of tracking a school of fish in a fishing area. The model includes an intelligent module based on an artificial neural network. The model uses sound underwater communication to organize one-way communication between the submerged AUV and ships without surfacing to establish radio communication. This will allow the AUV to continuously perform its technological tasks and not interfere with fishing vessels from performing production tasks.

Ключевые слова: система управления, автономный необитаемый подводный аппарат, искусственная нейронная сеть, рыбный промысел

Key words: control system, autonomous unmanned underwater vehicle, artificial neural network, fishing

Рост потребления морепродуктов из-за роста численности населения Земли, глобальные климатические изменения ведут к постоянному сокращению рыбных запасов в Мировом океане. Современные российские и зарубежные исследования свидетельствуют о существенном снижении сырьевой базы водных биологических ресурсов океана. Предварительная их оценка – от 2 до 20 млрд тонн и в основном это мезологические рыбы, антарктические и глубоководные объекты промысла [1]. Чтобы успешно осваивать эту сырьевую базу, необходимы новые подходы к организации рыбной ловли.

В последние годы стремительно растет популярность беспилотных аппаратов в различных сферах применений. В условиях возрастающих проблем

в рыболовной отрасли использование автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) могло бы существенно сократить накладные расходы на определение параметров движения косяков рыб и оптимальных географических координат района промысла.

Задача управления таким аппаратом в общем случае достаточно сложна. Декомпозиция общей задачи включает решение подзадач поиска, обнаружения и сопровождения косяков рыб в районе рыбного промысла. Начало теоретических разработок пространственного поиска объектов было положено в работах Купмана (В. О. Koorman, 1946), и в настоящее время сформировалось самостоятельное научное направление. Исследования и практические реализации систем слежения за подвижными объектами с помощью систем космической навигации развиваются с 1957 года, когда появился первый искусственный спутник Земли, запущенный Советским Союзом. Теоретическим разработкам систем слежения посвящен большой ряд трудов, включая теоретические разработки и реализации навигационных систем слежения GPS и ГЛОНАСС.

Однако существует ряд задач, имеющих самостоятельный характер и требующих дальнейших исследований, которые могли бы быть решены с использованием автономных необитаемых подводных аппаратов. К числу таких задач можно отнести разработки в области управления маневрированием АНПА при поиске и обнаружении подвижного объекта – косяка рыб в заданном районе и взаимодействии с обнаруженным подвижным объектом (косяком рыб) при его сопровождении в районе рыбного промысла. Настоящая работа посвящена исследованию задачи сопровождения косяка рыб в районе рыбного промысла при использовании АНПА.

Предпосылками к данному исследованию стали разработки в областях звукоподводной и звуковой связи [2], робототехнических комплексов и автономных необитаемых подводных аппаратов [3], искусственных нейронных сетей [4].

Моделирование системы управления подводным автономным необитаемым аппаратом в районе рыбного промысла. В общем случае управление маневрированием АНПА при его взаимодействии с обнаруженным подвижным объектом – сложная инвариантная многопараметрическая задача с большим количеством неизвестных, включая относительные параметры движения наблюдаемого объекта (рыбного косяка) и субъекта (АНПА) маневрирования, а также параметры внешней среды.

Задача исследования. Пусть АНПА (субъект) выполняет маневрирование относительно обнаруженного подводного объекта в заданном районе S в течение времени, ограниченном выполнением миссии. Миссия заключается в сопровождении объекта слежения. Входными параметрами для системы управления АНПА является вектор $\bar{X}(t_i) \ni \{x(t_i)\}$, содержащий параметры $\{x(t_i)\}$, $i = 0, 1, 2, \dots, T-1$ движения объекта и субъекта (АНПА) маневрирования и внешней среды. Требуется выполнять в течение времени выполнения миссии оценку текущей обстановки, определять параметры движения объекта и вырабатывать управленческие решения $\bar{W}opt$ на маневрирование субъекта.

Алгоритм решения маневровой задачи состоит из прогнозирования и анализа возможных вариантов развития событий и выбора наиболее целесообразного в текущий момент времени варианта. Варианты событий учитывают различные действия объекта и субъекта маневрирования при взаимодействии, такие как сохранение оптимальной дистанции сближения между ними, сближение, сопровождение, реализация действий при потере субъектом объекта слежения и другие. Система управления маневрированием АНПА при его взаимодействии с подвижным объектом должна быть обеспечена входными параметрами, необходимыми и достаточными для принятия управляющего решения, значения каждого параметра должны быть известны при различных вариантах изменения обстановки. Подобные задачи рассматриваются в теории исследования операций [5].

В виду параметрической сложности аналитического решения и учитываемая достаточно низкую скорость перемещения объекта слежения и реакции субъекта управления по сравнению со скоростью обработки на ЭВМ, для выработки управлений достаточно использовать дискретную схему, обеспечивающую получение ряда управляющих решений не непрерывно, а с определенным шагом. С учетом разницы указанных скоростей такой подход даст относительно экономичное квазидинамическое решение.

Схему выработки управляющего решения можно представить в виде конвейерной дискретной схемы (рисунок 1). Входными данными для такой системы управления являются T векторов $\bar{X}(t_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, T-1$ входных параметров. На выходе конвейера формируется вектор параметров управляющего воздействия на системы движения АНПА. Столбцы схемы отображают пошаговое исполнение операций, а строки – вид операции на каждом шаге программы. Схема имеет три операционных блока. На первом шаге

конвейер делает холостой ход ("хх"). Первый результат управляющего воздействия $УВ_1$ получается на третьем шаге.

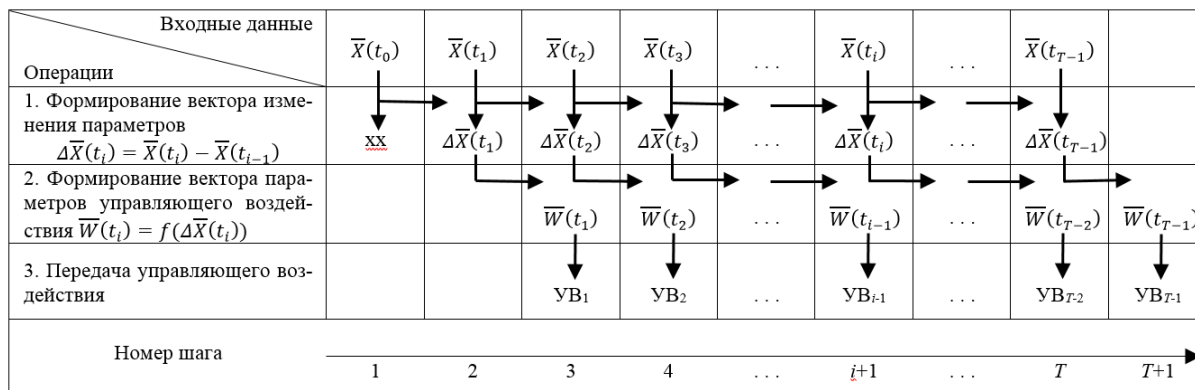


Рисунок 1 – Обобщенная схема формирования дискретного управления конвейерного типа

Приведенная схема достаточно проста и не учитывает варианты развития событий. В результате субъект может выполнять движение, только реагируя на действие объекта без возможности упреждения возможного развития события. Такая технология дает эффект только, если движение объекта выполняется по априори известному сценарию. В противном случае задача маневрирования может выполняться неоптимальным образом.

Недостаток данной схемы может быть устранен с повышением интеллектуализации системы управления АНПА путем применения методов математической оптимизации и введением в контур управления искусственной нейронной сети (ИНС) [6]. Концепция управления подводным аппаратом с применением методов математических оптимизации и ИНС описана в работе [7]. Усовершенствованная схема имеет дополнительный операционный блок – интеллектуальный модуль системы управления, состоящий из трёх модулей (рисунок 2).

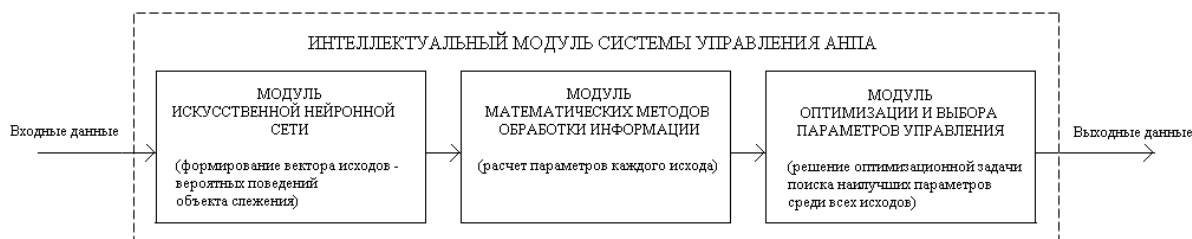


Рисунок 2 – Обобщенная структура интеллектуального модуля системы управления АНПА

Применение математического аппарата и методов теории исследования операций и модели искусственной нейронной сети в схеме формирования управляющего воздействия конвейерного типа для решения задачи маневрирования АНПА при слежении за косяком рыб в районе рыбного промысла позволит учитывать скрытые, неявные закономерности движения косяка и эффективнее информировать рыбопромысловые суда о подводной обстановке. Использование звукоподводной и звуковой связи для организации односторонней связи погруженного в водную среду АНПА с судами позволит без всплытия на поверхность для установления радиосвязи решать непрерывно свои технологические задачи, не мешая судам, занятым выполнением собственных производственных задач.

Таким образом, использование современных технологий в районе рыбного промысла позволят в условиях снижения сырьевой базы водных биологических ресурсов эффективнее организовывать выполнение производственных задач.

Библиографический список

1. Холопова Л. Мировые запасы рыбы на грани исчезновения // Комсомольская правда, 14 сентября 2018 : сайт. URL : <https://www.murmansk.kp.ru/>.
2. Волощенко А. П. Способ связи подводного аппарата с летательным аппаратом : пат. 2 733 085 Рос. Федерация. № 2020107552 ; заявл. 19.02.2020 ; опубл. 29.09.2020. Бюл. № 28.
3. Бочаров Л. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития // Электроника. Наука, Технология, Бизнес. 2009. № 7. С. 62–69.
4. Ручкин В. Н., Фулин В. А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы СПб. : БХВ-Петербург, 2009. 238 с.
5. Волгин Н. С. Исследование операций : [в 2 ч.]. СПб., 1999. Ч. 1. 366 с.
6. Кан К. А. Нейронный сети. Эволюция. URL: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Kan_Neyronnye-seti-Evolyuciya_RuLit_Me_603507.pdf.
7. Борисов О. Д., Ушаков А. О., Титов К. Б. К вопросу интеграции искусственных нейронных сетей в алгоритм управления автономными необитаемыми подводными аппаратами // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 14. С. 553–556.

Исследование доплеровского смещения частоты при использовании КВ-радиосвязи в Арктике

Гурин А. В., Волков М. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", e-mail: gurinav@mstu.edu.ru)

Аннотация В работе исследуется вопрос поведения мгновенной частоты радиосигнала, используемого для проведения радиосвязи на коротких волнах между объектами, находящимися в Арктической зоне.

Abstract The work investigates the question of the behavior of the instantaneous frequency of the radio signal used to conduct radio communication at short waves between objects located in the Arctic zone.

Ключевые слова: высокоширотная ионосфера, доплеровское смещение частоты радиосигнала при распространении через ионосферу

Key words: high-latitude ionosphere, Doppler frequency shift of a radio signal when propagating through the ionosphere

При распространении радиоволн через высокоширотную ионосферу наблюдается смещение частоты радиосигнала. Доплеровское смещение частоты КВ радиосигнала есть следствие изменяющейся траектории радиолуча и, соответственно, изменению суммарной его фазы в точке приема [1–4]. Траектория радиолуча изменяется в ионосфере под действием многих факторов – движения неоднородностей электронной концентрации, изменения концентрации электронов в ионосферном слое вследствие влияния геомагнитных возмущений или прохождения области отражения через терминатор, и других причин. В результате, ухудшается или пропадает коротковолновая связь, затрудняется работа систем навигации и радиолокации. Во время предварительной фазы суббури усиливается высыпание энергичных электронов, увеличивается концентрация электронов в *E*-слое, может появляться спорадический *Es* слой, отражающий КВ радиосигнал. В работе изучается смещение частоты радиосигнала КВ диапазона, распространяющегося по трассе Москва-Мурманск. Приемная станция находится в Мурманске. Проводится численное моделирование распространения сигнала на этой трассе в приближении одномерной динамической модели ионосферы.

Изменение частоты сигнала на трассе Москва-Мурманск

Исследование доплеровского сдвига частоты радиосигнала проводилось на трассе Москва – Мурманск. Протяженность трассы около 1400 км. Приемный пункт находится на широте 69° . В Мурманском государственном техническом университете имеется приемный комплекс на основе приемника

WinradioWR313, со стабилизацией гетеродина от опорного генератора, позволяющий измерять частоту входного КВ сигнала с точностью до 0,1 Гц. На рисунке 1 показана трасса радиосигнала.

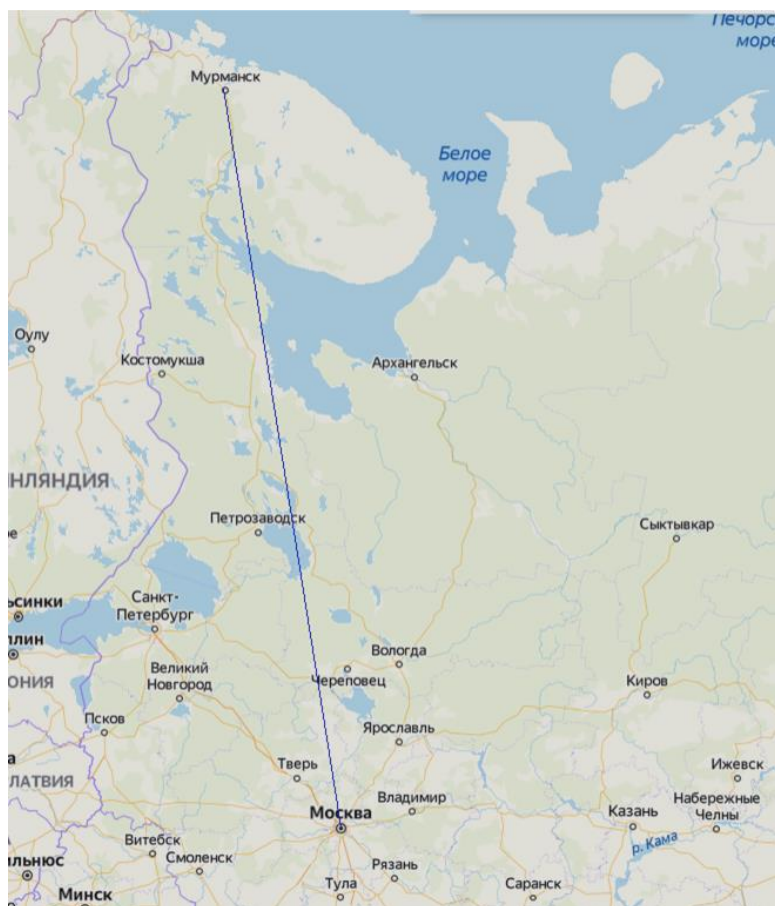


Рисунок 1 – КВ-радиотрасса Москва – Мурманск

Велись наблюдения за мгновенной частотой радиосигнала, излучаемого московской радиостанцией точного времени на частотах 9996 кГц и 4996 кГц. Стабильность частоты радиосигнала, транслируемого данной радиостанцией, очень высока, поэтому ее сигнал можно использовать для оценки изменений частоты, вносимых при распространении по ионосферному радиоканалу.

Поскольку изучение спектра сигнала представлялось интересным во время возмущенных условий, была выбрана дата 11 сентября 2018 года. На рисунке 2 показаны магнитограммы обсерватории Ловозеро, синим цветом обозначена H компонента возмущения магнитного поля Земли. Развивающееся ионосферное возмущение (суббурия) начинается в районе 18:00 UT и достигает своего максимума в 20:30 UT. Во время ионосферных возмущений доплеровский сдвиг частоты превышал 6 Гц. На рисунке 3 показана спектрограмма принятого радио сигнала на частоте 9996 кГц. Необходимо заметить, что

исследовалась радиотрасса, проходящая в основном в средних широтах, ее средняя точка находилась за границей области авроральных геомагнитных возмущений. Можно ожидать, что для радиотрасс, проходящих полностью в зоне полярных сияний, доплеровское смещение частоты будет проявляться более существенно.

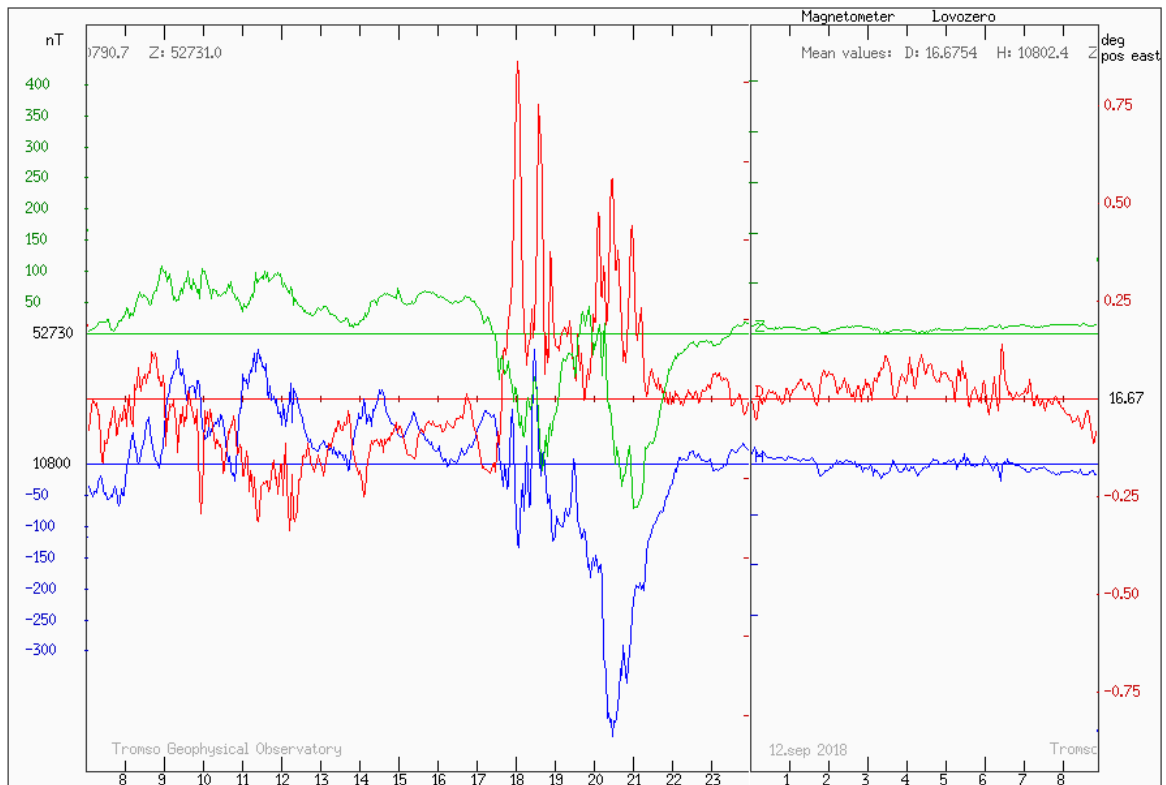


Рисунок 2 – Магнитограмма со станции Ловозеро за 11 – 12 сентября 2018 года [5]

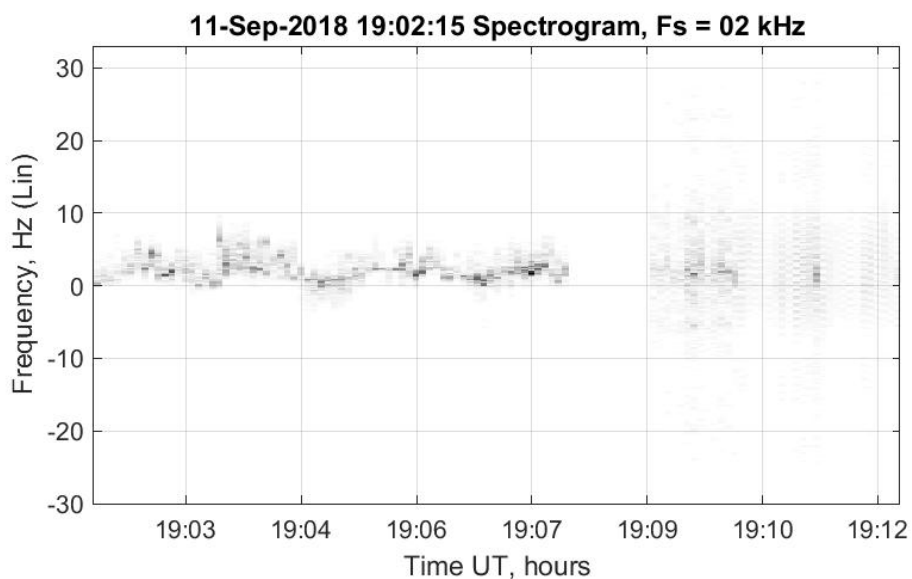


Рисунок 3 – Спектрограмма за 11 сентября 2018 года с 19:02 до 19:12

Расчет смещения частоты в простой динамической модели ионосферы

Будем считать, что ионосфера вдоль трассы неоднородна только по высоте и меняется со временем. Для расчета траектории пользуемся приближением геометрической оптики, решением уравнения эконоала для горизонтально однородной ионосферы. На рисунке 4 показано схематично распространение радиоволны вдоль трассы. Угол φ_0 выбирается таким, чтобы волна пришла в точку наблюдения. Ось x направим горизонтально (направо), ось y – вертикально вверх, уравнение траектории радиоволны в ионосфере имеет вид:

$$\frac{dy}{dx} = \pm \frac{1}{n_0 \sin \theta_0} \sqrt{n^2(y) - n_0^2 \sin^2 \theta_0}, \quad (1)$$

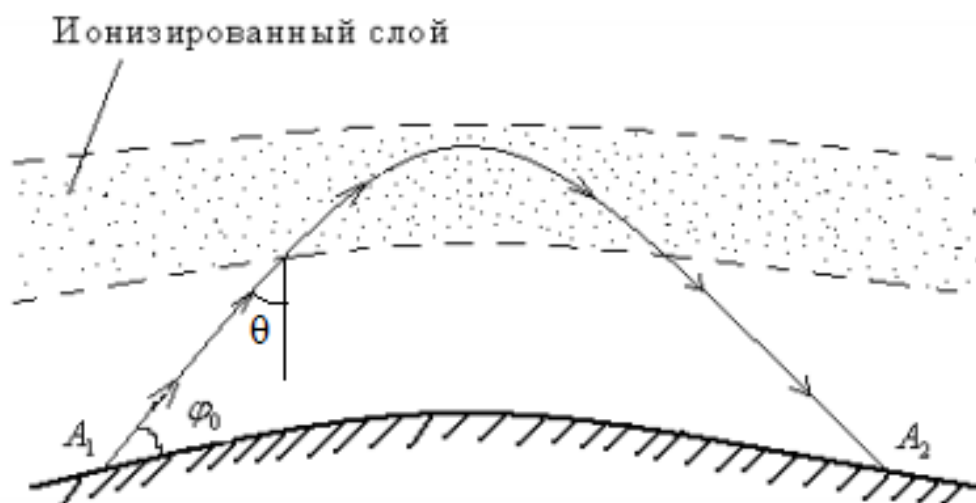


Рисунок 4 – Траектория распространения волны

где n – показатель преломления волны в ионосфере, пренебрегая кривизной поверхности Земли, $\theta_0 = 90^\circ - \varphi_0$.

Квадрат показателя преломления волны в ионосфере для частот много больше гирочастоты электрона имеет вид [6–7]:

$$n^2(y) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}, \quad (2)$$

где $\omega_p^2 = N(y)e^2/(m_e \epsilon_0)$, ω_p – плазменная частота электронов, $N(y)$ – электронная концентрация, m_e, e, ϵ_0 – масса электрона, заряд протона, диэлектрическая проницаемость вакуума. Профиль электронной концентрации задавался функцией Гаусса рис. 5. Для радиотрассы длиной 1400 км с высотой слоя

отражения на 350 км на частоте 9996 кГц получена следующая траектория распространения радиосигнала (рисунок 5).

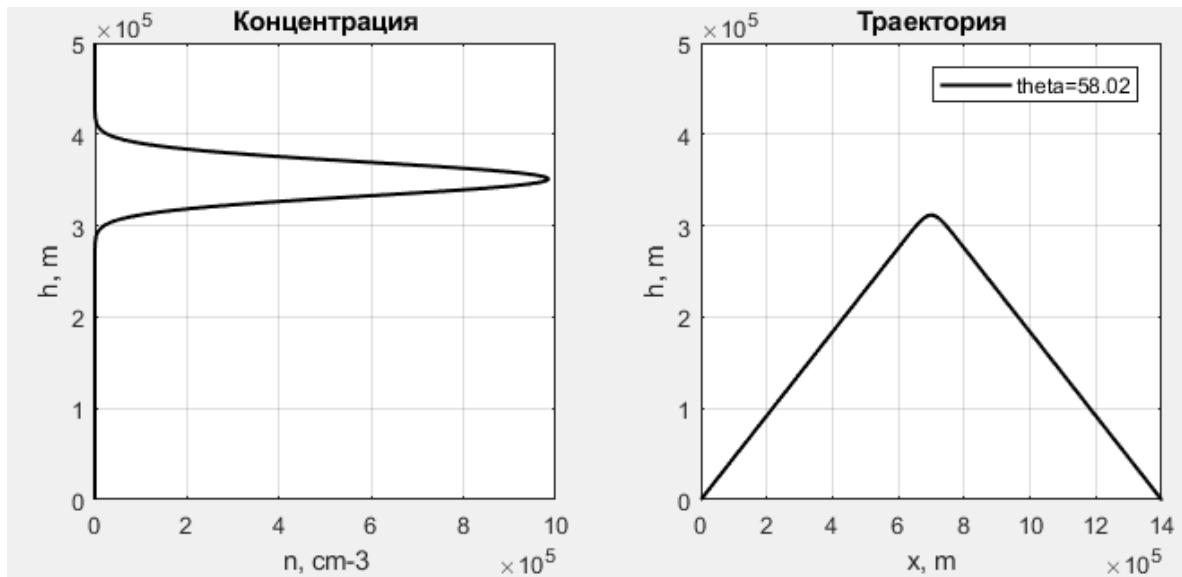


Рисунок 5 – Траектория радиосигнала при Гауссовском высотном профиле концентрации электронов

Суммарный набег фазы можно определяется как интеграл от скалярного произведения волнового вектора \vec{k} на элемент траектории $d\vec{s}$

$$\psi = \int_l (\vec{k}, d\vec{s}) \quad (3)$$

Волновой вектор \vec{k} можно определить, зная фазовую скорость

$$\vec{k} = \omega/v_\phi \quad (4)$$

$$\text{где } v_\phi = \frac{c}{\sqrt{1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}}}, \quad (5)$$

c – скорость света.

Система уравнений (1–5) решается численно, задавая равномерное уменьшения высоты максимума электронной концентрации с 350 километров до 300 км в течение 10 минут.

Рассчитанное по модели изменение ψ фазы радиосигнала показано на рисунке 6. Модельное значение смещения частоты ($d\psi/dt$) ~ 8 Гц, что приблизительно совпадает с результатом, полученным в ходе эксперимента.

В работе оценено влияния изменения профиля высотной концентрации заряженных частиц в ионосфере на доплеровское смещение частоты радиосигнала. В работе рассчитаны траектории и набег фаз при распространении

радиосигнала на трассе Москва-Мурманск в условиях заданной ионосферной модели изменения электронной концентрации. Показано, что в условиях ионосферного возмущения, вызванного увеличением потока энергии высыпавшихся частиц, что приводит к снижению высоты максимума F -слоя, полученные модельные результаты согласуются с экспериментальными данными.

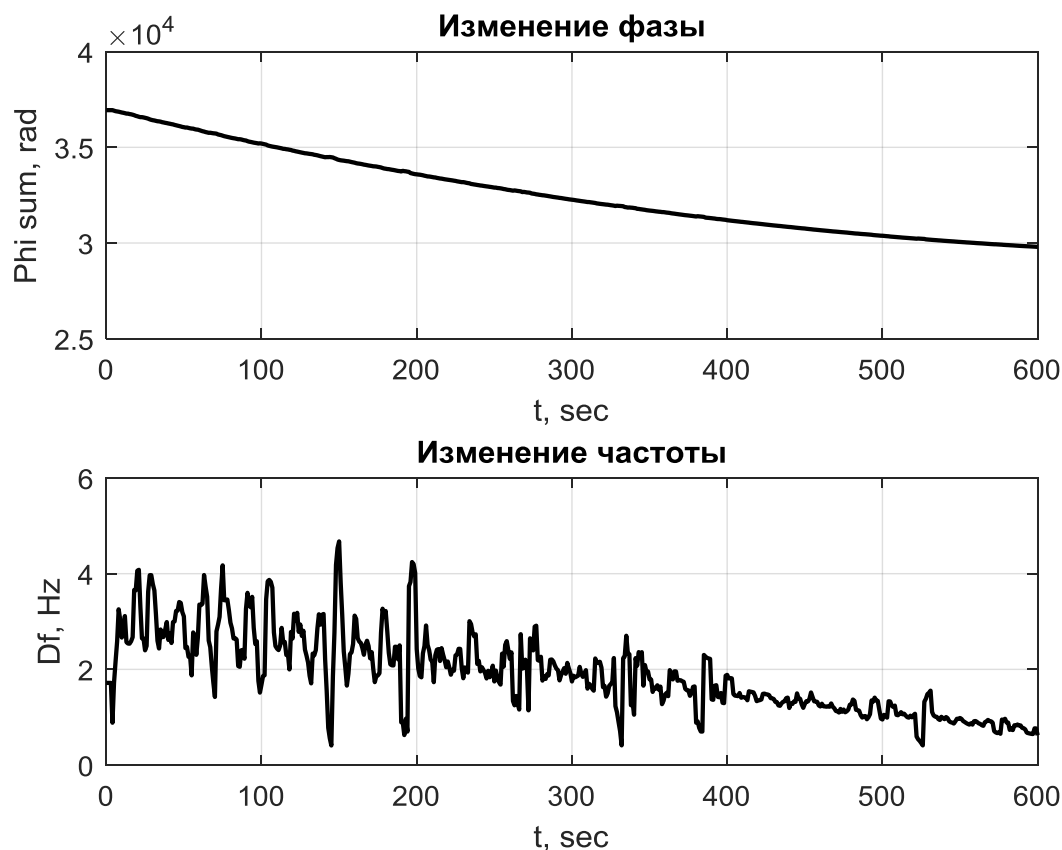


Рисунок 6 – Расчетное Доплеровское смещение частоты радиосигнала, полученное при уменьшении высоты максимума электронной концентрации в ионосфере с 350 км до 300 км в течение 10 минут

Библиографический список

1. Brekke A. Physics of the Upper Polar Atmosphere. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-27401-5>.
2. Джон А. Ричардс. Radio Wave Propagation. An Introduction for the Non-Specialist. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77125-8>.
3. Zalozovskii A. V., Galushko V. G., Kashcheev A. S. [et al.] Doppler selection of HF radiosignals on long paths // Geomagnetism and Aeronomy. 2007. Vol. 47, N 5. P. 674–684. DOI: <https://doi.org/10.1134/S001679320705012X>.

4. Кашеев С. Б., Зализовский А. В., Колосков А. В., Галушко В. Г. [и др.]. Вариации частоты КВ сигналов на протяженных трассах во время солнечного затмения // Радиофизика и радиоастрономия. 2009. Т. 14, № 4. С. 353–366.

5. Геомагнитные данные, представляемые университетом Тромсе // Tromsø Geophysical Observatory. Faculty of Science and Technology. UiT, The Arctic University of Norway : сайт. URL: <https://geo.phys.uit.no/> (Дата обращения 20.11.2020).

6. Дэвис К. Радиоволны в ионосфере / пер. с англ. ; под ред. А. А. Корчака. М. : Мир, 1973. 502 с.

7. Брюнелли Б. Е., Намгаладзе А. А. Физика ионосферы / отв. ред. Г. С. Иванов-Холодный, М. И. Пудовкин. М. : Наука, 1988. 527 с.

Поисковое исследование версий зигзагообразных антенн в эпоху развития цифровой экономики

Давлетова Д. А. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудовани, e-mail: davletovada@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В предлагаемой работе рассматриваются подходы к теории и практике использования уникальной отечественной разработки российского учёного К. П. Харченко, а также предложено целое инновационное направление совершенствования зигзагообразных антенн для адаптации их использования в условиях стремительного развития цифровой экономики.

Abstract. The proposed work examines approaches to the theory and practice of using a unique domestic development of the Russian scientist K.P. Kharchenko, and also proposed a whole innovative direction for improving zigzag antennas to adapt their use in the context of the rapid development of the digital economy.

Ключевые слова: антенная техника, зигзагообразный излучатель, широкополосный антенный модуль

Key words: antenna technology, zigzag radiator, broadband antenna module

Цифровая экономика, если рассматривать её в социальном аспекте, весьма наглядна как использование её достижений в нашем быту. На сегодняшний день отмечается активное развитие проводных и беспроводных технологий на разных участках протяжённости каналов передачи информации и в разных диапазонах частот, особенно остро этот вопрос стоит в условиях Крайнего Севера, поэтому крайне остро возникает необходимость совершенствования, как отдельных элементов, так и узлов этих участков. Как изначально, так и на протяжении всего времени развития средств эфирной передачи информации, антенны являлись и являются неотделимыми и наиболее ответственными узлами приёмопередающих устройств. В предлагаемой работе на базе произведенных исследований предложено целое инновационное направление совершенствования зигзагообразных антенн, которое аргументируется тенденцией перехода беспроводных линий радиосвязи в более высокие диапазоны частот.

Важным параметром любой антенны является ее широкополосность, то есть возможность работы в нескольких частотных диапазонах. Обычно для работы в широком диапазоне используют реализации, состоящие из нескольких антенн. Каждая антенна такой конструкции хорошо согласуется с фидером и имеет приемлемый коэффициент усиления (K_u), но только в опре-

делённом диапазоне частот. В свою очередь комбинация антенн и согласующих устройств в комплексе приводят к усложнению конструкции, снижению технологичности изготовления и надёжности антенн [3].

Конструкция зигзагообразной антенны Харченко представляет собой восемь замкнутых одинаковых проводников, образующих ромбовидные рамки (рисунок 1 а) [1]. Принцип работы антенны можно трактовать, по аналогии с синфазными решётками, а по распределению токов можно выделить три контрастных режима работы антенны: в начале рабочего частотного диапазона, в конце диапазона и промежуточный режим работы, что подробно раскрыто в доступных описаниях работы [5]. Простота конструкции, органичное согласование и симметрирование, а также не критичность к допускам по геометрическим размерам способствовали распространению данной антенны, как индивидуальными образцами диапазонных телевизионных антенн метрового диапазона, так и на гражданских частотах и в военных профессиональных системах, например, в радиорелейной дециметровый радиосвязи. Приемлемые электрические характеристики по коэффициенту усиления и коэффициенту стоячей волны в широкой полосе частот позволили применить антенну не только для стационарного эфирного приёма/передачи телевизионных сигналов или развёртывания мобильных радиорелейных каналов, но и, что сейчас особенно актуально, в беспроводных сетях Wi-Fi [4].

Упрощённым вариантом зигзагообразной антенны Харченко явилась более распространённая, усечённая двойная треугольная зигзагообразная антенна (рисунок 1 б). Такие антенны стали широко применяться при использовании телевидения в дециметровом диапазоне, когда скелетные полотна вибраторов стали заменять трубчатыми элементами.

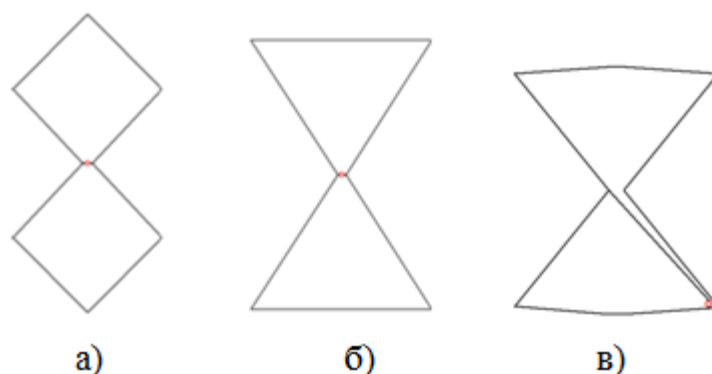


Рисунок 1 – а) Зигзагообразная антенна Харченко; б) двойная треугольная зигзагообразная антенна; в) зигзагообразной антенны с асимметричным питанием

Коаксиальный кабель питания в них для обеспечения симметрии вводится в точку нулевого потенциала и прокладывается до точек питания внутри одной из трубок полотна. В диапазоне частот эфирного телевидения, где преимущественно для цифровых мультиплексов используется дециметровый диапазон длин волн, полотна антенн изготавливаются из металлических трубок и обеспечение прокладки коаксиального кабеля с за пределами от норм радиусами изгиба в углах и способы их пропуска в каналах трубок не технологичны. Сами полотна антенн, при незначительных размерах в дециметровом диапазоне вибраторов, затрудняют их крепление точками нулевого потенциала к трубостойкам без внесения искажений в характеристики антенных систем. Индивидуальное крепление полотна за нижнюю часть с устройством крепежа в нулевой точке основания антенны в разы снижает её механическую надёжность, особенно при наружной установке.

В предлагаемой разработке зигзагообразной антенны с ассиметричным питанием (рисунок 1 в) кабель прокладывается вдоль основания треугольника и оканчивается на клеммах питания, не доходя до угла рамки. За счёт особого ассиметричного расположения относительно вертикальной оси сигнального провода и эксклюзивного включения питания устройства существенно улучшается направленность антенны на высоких частотах рабочего диапазона (рисунок 2 а).

Кроме расширения рабочей полосы частот увеличился коэффициент усиления антенны, улучшается согласование на центральной частоте и уменьшается паразитная вертикальная составляющая напряжённости электрического поля минимум на 3 дБ (рисунок 2 в).

Указанные улучшения связаны с тем, что двухпроводная линия образована только полуплечом рамки с проводником, соединяющим полюс питания и точку при вершинах рамок на противоположной стороне, без блокирования основания треугольника. При перекрёстном подключении, верхней рамки и диполя-основания треугольника, они синтезируют специфическую фазированную решётку из разнородных элементов, в которой диполь-основание треугольника адаптирован к работе на участке рабочего диапазона более высоких частот, чем диапазонная рамка, для работы во всём диапазоне. Поэтому на высоких частотах антенна работает практически идентично классической двойной треугольной антенне (рисунок 2 б, г).

Зигзагообразный излучатель с ассиметричным питанием отличается инновационным фрагментом в виде подключения питания при основании треугольной рамки с образованием двухпроводной линии вместо полу-плеча

рамки и усилением влияния её основания. Техническое решение обладает существенно упрощённым подключением коаксиальной линии, а также позволяет изготавливать антенну не только из трубок, что значительно расширяет прикладное применение. В связи с вышеописанными инновационными элементами и достаточным изобретательским уровнем подана заявка на выдачу патента на изобретение для закрепления российского приоритета разработки [2].

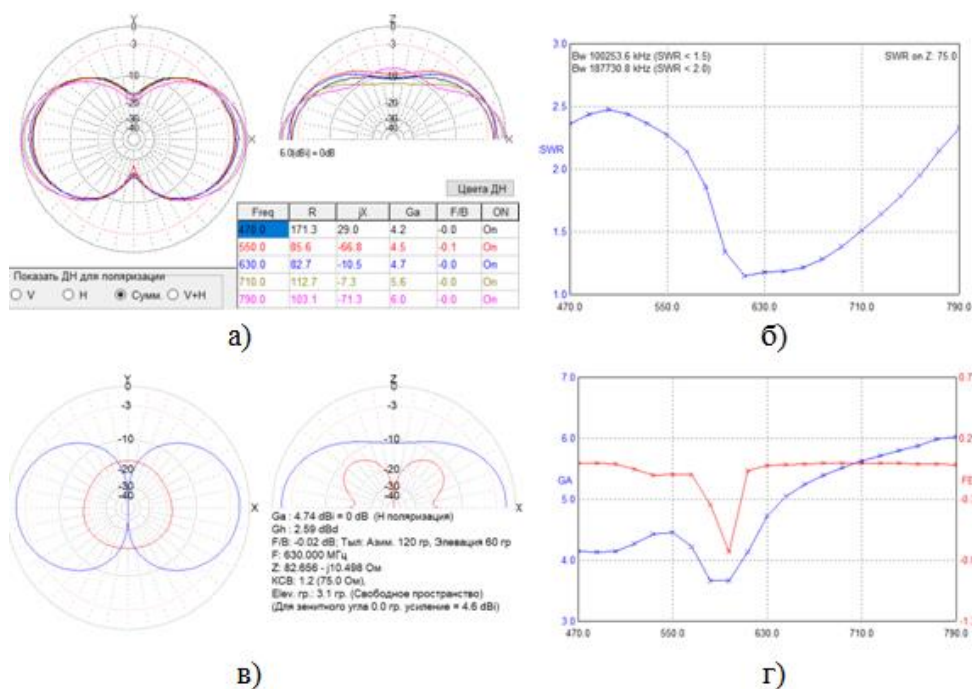


Рисунок 2 – Зигзагообразная антенна с асимметричным питанием:

- а) диаграммы направленности в ортогональных плоскостях; б) коэффициент стоячей волны (КСВ); в) диаграмма направленности (снаружи – горизонтальная составляющая, внутри – вертикальная составляющая); г) Ку и Кзд

Исследования работы вышерассмотренных версий антенн Харченко побудило к исследованию возможностей симметричного введения двухпроводной линии в двойную треугольную антенну, чтобы устранить расфазировку. Разработка характеризуется повышенной механической жесткостью и упрощённой технологией изготовления, обеспечивающих устойчивое положение проводников в полотне излучателя и устойчивое крепление полотна при размещении на объектах с некоторым снижением материалоёмкости.

Широкополосный антенный модуль (рисунок 3, а) представляет собой классическую двойную треугольную зигзагообразную антенну с клеммами питания находящимися в точках совмещения треугольных рамок вершинами. Инновационный фрагмент заключается в том, что подключение коаксиального кабеля предлагается осуществить за счёт вырождения верхней рамки

зигзагообразной антенны от точек питания в двухпроводную линию с продолжением её трубчатых проводников. При этом плечи антенны нижней рамки тоже можно упростить, выполняя боковые стороны треугольника не из трубок, а из проволоки, так как отпадает необходимость использования их для транспортировки кабеля и в качестве несущих элементов. Из рассмотрения графиков изменения коэффициентов стоячей волны и усиления (рисунок 3 в, г) следует, что широкополосный антенный модуль может применяться как в качестве приёмной, так и передающей антенны (ввиду $KCB < 2$ в широком диапазоне частот). Из форм диаграмм направленности в горизонтальной плоскости (рисунок 3 б) следует, что при создании стеков в вертикальной плоскости (из-за сокращённой версии текста эскизы и анализ не иллюстрируются) и применения классических рефлекторов широкополосный антенный модуль может быть выгодно использован для синтеза узконаправленных широкополосных антенных систем двойного назначения.

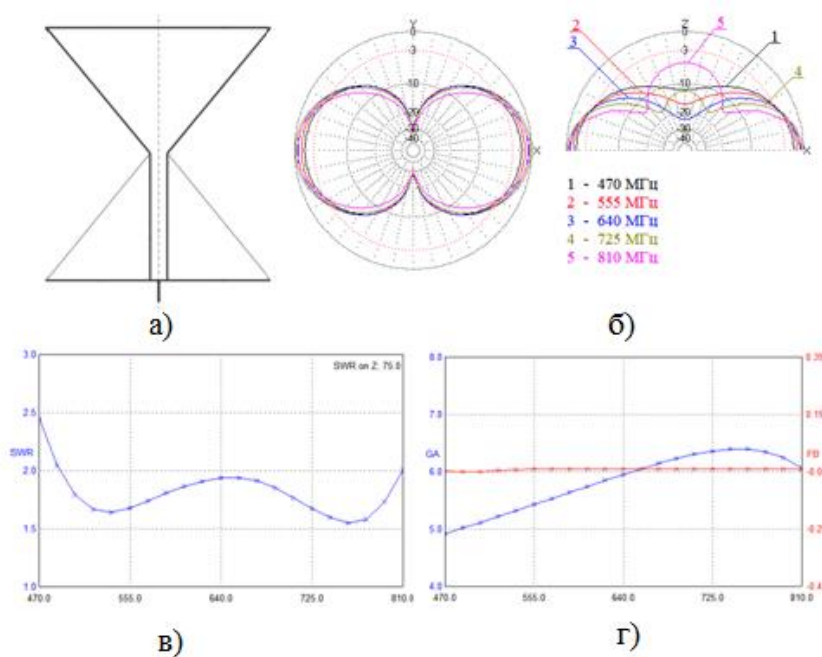


Рисунок 3 – Широкополосный антенный модуль: а) геометрия; б) диаграммы направленности в ортогональных плоскостях в ТВ диапазоне; в) КСВ; г) K_u и K_{zd}

Основными преимуществами заявленного технического решения являются простота изготовления, тиражирования, эксплуатация с высокими электрическими показателями, как в виде самостоятельной антенны, так и в составе сложных антенных устройств, а также в возможности использования её на промышленной основе и конкурентоспособном уровне. Разрешилась проблема, сдерживавшая более 50 лет. Рассмотренное техническое решение запатентовано, как изобретение [5].

Проведённые в предложенной работе исследования, из-за возникших трудностей при адаптации авторитетного антенного устройства для работы в более высокочастотном диапазоне, при анализе существующего уровня техники и работы найденных эксклюзивных устройств, выявили новый спектр патентоспособных разработок с перспективой на дальнейшее развитие при использовании нестандартных подходов.

На базе теоретических предпосылок и данных электронного моделирования, выработаны технические решения с более высокими электрическими и технологическими характеристиками, относительно аналогов, и по ним созданы опытные образцы, подтверждающие работой в экспериментах результаты электронного моделирования.

За время работы над темой исследований зарегистрированы в ФИПС, как интеллектуальные продукты, получены 3 патента на изобретения [2, 5, 6]. Дополнительно к раскрытым версиям сделан задел на дальнейшие перспективные исследования инновационных конкурентоспособных разработок.

Библиографический список

1. Диапазонная направленная антенна : пат. 138277 СССР. № 670320 ; заявл. 16.06.1960 ; опубл. 00.00. 1960 / Харченко К. П.
2. Зигзагообразный излучатель с асимметричным питанием : пат. 2675220 Рос. Федерация А. Е. № 2017137876 ; заявл. 30.10.2017 ; опубл. 17.12.2018 / Милкин В. И., Полежаев В. С., Калитенков Н. В., Лебедев В. Н, Шульженко, Бюл. № 35.
3. Все об антеннах : индивидуальные антенны, конструкции, установка, спутниковые антенны : [справочник] / [сост. В. И. Назаров, В. И. Рыженко]. М.: Оникс, 2008. С. 80.
4. Разработка антенны Харченко с упрощенным согласованием в эпоху развития цифровой экономики // Проблемы Арктического региона: тез. докл. XVIII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (г. Мурманск, 15 мая 2019 г.). Мурманск, 2019. С. 92.
5. Широкополосный антенный модуль : пат. 2675207 Рос. Федерация. № 2017142238 ; заявл. 04.12.2017 ; опубл. 17.12.2018 / Милкин В. И., Лебедев В. Н, Марьина Д. А., Калитенков Н. В., Полежаев В. С., Шульженко А. Е., Бюл. № 35.
6. Широкополосная Z-антенна на фидере : пат. 2 683 370 Рос. Федерация. № 2017144739 ; заявл. 19.12.2017 ; опубл. 28.03.2019 / Калитёнков Н. В., Милкин В. И., Низяев А. Д., Полежаев В. С., Шалабин С. П. Бюл. № 10.

Версия подъёма плавдока ПД-50

Милкин В. И.¹, Нечаев Е. П.² (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудовани, e-mail: Milkinvi@mstu.edu.ru; ²ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет")

Аннотация. Относится к области аварийно-спасательных работ, в частности к способам подъема затонувших судов восстановлением их плавучести выдавливанием воды воздухом. Предлагается нестандартный способ в цикл известных подходов к выполнению работ по подъему затонувших и поддержания на плаву тонущих объектов восстановлением их плавучести газовыми ёмкостями с индивидуальными наполнителями.

Abstract. Refers to the field of emergency rescue operations, in particular to methods of lifting sunken ships by restoring their buoyancy by squeezing water out with air. A non-standard method is proposed in the series of known approaches to performing work on lifting sunken objects and maintaining them afloat by restoring their buoyancy with gas tanks with individual fillers.

Ключевые слова: восстановление плавучести, поддержание судна на плаву, "противозатопляющие парашюты"

Key words: restoration of buoyancy, keeping the ship afloat, "anti-drowning parachutes"

Предлагается способ для проведения работ по подъему затонувших объектов и поддержания на плаву тонущего судна восстановлением их плавучести, который может быть использован при подъеме затопленных судов, контейнеров и всевозможных емкостей, а также для профилактики аварий путем поддержания плавучести выдавливанием воды из затопленных полостей судна. Для подъема спасаемого судна и поддержания на плаву аварийного судна рекомендуется создавать подъемное усилие с помощью гибких надувных оболочек, давление газа внутри которых создается индивидуальными газонаполнителями, путем освобождения спасаемого судна от воды вытеснением ее из полостей частично или полностью, за счет чего и осуществляют подъем. Такой способ может стать одной из версий при реализации подъёма плавдока ПД-50, по словам министра промышленности страны Дениса Мантурова, что "точно будет подниматься" [1].

Вполне естественно, что известно много способов подъема затонувших судов созданием им плавучести. Так еще 31 октября 1927 г., почти 100 лет тому назад, был выдан патент на изобретение "Аппарата для удаления воды из трюма затонувшего корабля". Суть предложенного отечественным изобретателем технического решения в применении водонепроницаемой элаستي-

ческой (из прорезиненной парусины) камеры, вводимой (с помощью спускного каната) через отверстие в корпусе корабля внутрь его и снабжении камеры воздухом от находящегося на поверхности воды компрессора [2].

Введение камеры в трюм затонувшего корабля предлагалось осуществлять в сложенном виде с помощью приспособления, состоящего из решетчатого металлического цилиндра, раскрывающегося на петлях с использованием того же спускного каната. При заполнении освободившейся от решетчатого цилиндра водонепроницаемой эластической камеры воздухом, она, раздуваясь до созданных парусиновой оболочкой объема, вытесняет из трюма воду, обеспечивая положительную плавучесть.

Из новых известен "Способ подъема затонувшего судна восстановлением его плавучести выдавливанием воды воздухом" из полостей судна через отверстия в нижних стенках, нагнетаемым с судна обеспечения. Для этого в полость вводят не проницаемое для воздуха полотнище над местом выхода струи воздуха с возможностью придавливания полотнища без натяжения давлением воздуха ко всей поверхности стенок, кроме нижней, и выдавливают воду из-под полотнища. Или вводят гибкую не проницаемую для воздуха оболочку, соответствующую форме полости, и выдавливают из последней воду путем нагнетания сжатого воздуха в оболочку [3].

Все операции выполняются водолазами, которые заделывают замеченные отверстия, кроме донных, причём в нижней стенке каждой полости, если нет, то выполняют отверстия. Отверстия в днище – в таком месте, чтобы оно оставалось под уровнем воды в полости во время всплытия, а его сечение позволяло ввести в него прочный наконечник воздушного шланга с возможностью выдавливания воды с заданной скоростью через оставшееся сечение.

Дополнительно к этому известно "Устройство поддержания на плаву аварийного судна и подъема затонувших объектов", содержащее корпус-контейнер и газообразующие вещества. При этом корпус-контейнер выполнен сигарообразным или иной формы с замками и с возможностью его распада на части после открывания замков по команде или автоматически, при этом в корпусе-контейнере расположены сдавленные шары, соединенные между собой последовательно или с образованием решетки и имеющие внутреннее давление и внутренние капсулы, в которых размещены упомянутые газообразующие вещества, разделенные между собой. Капсулы выполнены с возможностью их разрыва и осуществления химической реакции газооб-

раздувающих веществ с выделением газа для раздувания им шаров и вытеснения ими воды [4].

Для подъема затонувшего объекта сигарообразный корпус-контейнер помещается внутри данного объекта и обеспечивается закупорка всех выходов, (например, заваривания металлическими листами) чтобы шары не могли выскользнуть за пределы объекта. Вытесняя воду из корпуса объекта шары создают положительную плавучесть, после чего объект может всплыть на поверхность.

Совершенно очевидно, что с разработками новых материалов и новых промышленных технологий, нацеленных на массовое производство и универсальность выпускаемых продуктов, есть потребность замены устройств для удаления воды из трюмов в виде единичных эксклюзивных камер, заполняемых воздухом от обязательных вспомогательных громоздких компрессоров или баллонов под давлением через сеть трубопроводов или путём доставки сдвоенных шаров сигарообразными носителями, а упрощенными дешевыми автономными "противозатопляющими парашютами". Именно такой подход и предпринят в "Способе восстановления плавучести затонувшего или тонущего судна", в котором выдавливание воды из затопленных полостей судна через отверстия осуществляется введением в них гибких непроницаемых для газов оболочек с нагнетаемой в них газообразной смесью. Эти эластичные оболочки, предлагается выполнять в виде малоразмерных, относительно объемов полостей судна, газовых емкостей с индивидуальными газонаполнителями, срабатывающими от воздействия воды, и в сложенном виде обладающих отрицательной плавучестью, уложенных в раскладывающиеся футляры (шары-укладки) [5]. Сущность способа иллюстрируется рисунком 1.

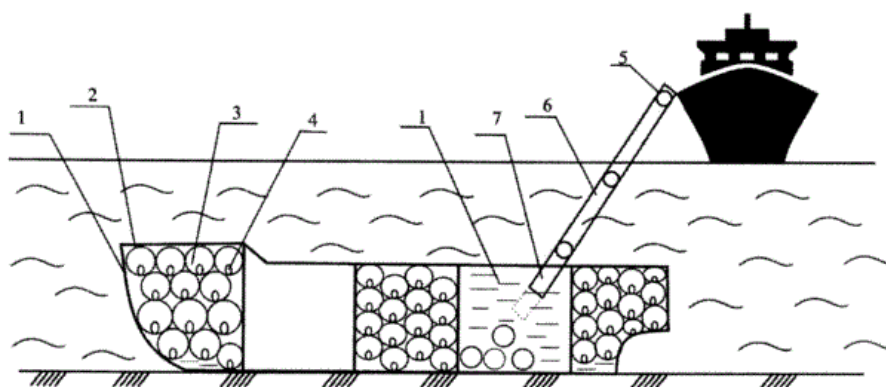


Рисунок 1 – Способ восстановления плавучести затонувшего или тонущего судна

Посредством направляющих трубопроводов 6 через имеемые или созданные в корпусе объекта отверстия 7 газовые емкости (шары – "противозатопляющие парашюты") 3, в сложенном виде обладающие отрицательной плавучестью, уложенные в складку в раскладывающиеся футляры (шары-укладки) 5, подаются в полости судна 1, заполненные водой. Попад в полость судна 1, обладая отрицательной плавучестью, они опускаются вниз. Газонаполнители 4 срабатывают от воздействия воды, так как раскладывающиеся футляры (шары-раскладки) 5 выполнены водопроницаемыми, перфорированными. Гибкие эластичные непроницаемые для газов оболочки 2, выполненные в виде малоразмерных, относительно объемов полостей судна 1, газовых емкостей (шаров – "противозатопляющих парашютов") 3 от срабатывания индивидуальных газонаполнителей 4 наполняются газовой смесью, сбрасывают футляры (шары-раскладки) 5 и, перейдя к положительной плавучести, всплывают, поднимаются вверх, деформируя друг друга, продолжая увеличиваться в объеме, вытесняя равный объем воды. При выравнивании внутреннего давления и давления воды оболочки 2 увеличения не производят. Если полости заполнены расчетным количеством газовых емкостей (шаров – "противозатопляющих парашютов") 3 для подъема судна, то объект с получением положительной плавучести всплывет. Если газовых емкостей (шаров – "противозатопляющих парашютов") 3 было недостаточно, то под всплывшими газовыми емкостями (шарами – "противозатопляющими парашютами") 3 остается заполненное водой пространство, в которое можно добавить уложенные в складку в раскладывающихся футлярах (шарах-укладках) 5 дополнительные газовые емкости (шары – "противозатопляющие парашюты") 3. Таким образом при заполнении полостей затопленного объекта можно дополнять по складывающейся ситуации упущенную в расчетах потребность газовых емкостей (шаров – "противозатопляющих парашютов") 3 или оперативно управлять всплытием при коррекции требуемого объема вытеснения воды по полостям судна, отслеживая продольные и поперечные крены.

Направляющие трубопроводы могут выполняться цилиндрическими, как стволы пушек, так и гибкими с внутренними диаметрами, превышающими наружные диаметры раскладывающихся футляров, чтобы обеспечить, в некоторых случаях, самопроизвольное движение по наклонной вниз уложенных в складку в раскладывающиеся футляры оболочек газовых емкостей с индивидуальными газонаполнителями. Наглядным упрощенным примером

реализации наполнения газами оболочек газовых емкостей может служить версия, когда в качестве газонаполнителя используют встроенный баллон со сжатым воздухом и с запорным клапаном, срабатывающим при растворении предохранительной чеки от воздействия воды. Эта технология подобна использованию баллончиков по принципу сифонов для газировки, а автоматическое срабатывание запорного клапана от воздействия воды по принципу снятия предохранителей у морских мин, где издревле в качестве предохранительной чеки использовался кусок сахара, при растворении которого безопасный боеприпас приводился в боевую готовность. В качестве примера газовых емкостей могут служить ежедневно шары метеорологических зондов.

В случаях затруднённого продвижения шаров, например, по изогнутым направляющим трубопроводам или с контруглами на пути их развёртывания, дополнительную инициацию движения шаров-укладок можно обеспечить пожарными насосными установками, напорной водой.

Предлагаемое техническое решение может обеспечивать корректировку хода всплытия, когда шары – подъемные "парашюты" подаются в полости судна расчетными партиями, поочередно, с учетом срабатывания предыдущей партии. При этом необходимость коррекции требуемого объема вытеснения воды по полостям судна может отслеживаться по продольному и поперечному кренам, обеспечивая управление проводимой операцией.

"Противозатопляющими парашютами", как и противопожарными огнетушителями, могут оснащаться не только суда-спасатели, спешащие на помощь аварийным судам, но и индивидуально, любые плавсредства в составе комплектов противоаварийного инвентаря, наряду с классическими пластырями и другими образцами, считающимися необходимыми в критических ситуациях. Для непредвиденных случаев направляющие трубопроводы не требуются, так как при оценке складывающихся ситуаций шары-укладки, по заранее произведенным расчетам, доставляют в прогнозируемо аварийные помещения и там оставляют, чем гарантируют сохранение плавучести.

Дополнительно к этому, если на поверхности газовых оболочек выполнить зацепы для захватов руками, то их можно использовать и как индивидуальные средства спасения для использования на открытой воде. При этом отражающая поверхность для визуального обнаружения, уже в роли "спасательного парашюта", будет выгодно отличаться от многих индивидуальных спасательных средств.

Преимущества способа – доступность для использования работниками со средним уровнем подготовки и универсальность применения, включающая:

1. Дешевизну используемого оборудования и комплектующих устройств, в том числе газовых емкостей (шаров – "противозатопляющих парашютов").
2. Сокращение длительности подготовительных и основных исполнительных работ.
3. Возможность создания необходимых запасов комплектующих устройств для ликвидации аварий в целях обеспечения повышенной готовности к потенциально аварийным ситуациям.
4. Возможность многократного использования комплектующих устройств, в том числе и для проведения тренировочных занятий.
5. Противоаварийное оснащение шарами – "противозатопляющими парашютами" с индивидуальными газонаполнителями плавсредств с пониженной живучестью или повышенными требованиями к плавучести.

Библиографический список

1. Пресс-служба правительства РФ/ТАСС, 19 ноября // ТАСС : сайт. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5808547>.
2. Аппарат для удаления воды из трюма затонувшего корабля : пат. 3784 SU. № 7764 ; заявл. 21.10.1925 ; опубл. 31.10.1927 / Казанкин И. А.
3. Способ подъема затонувшего судна восстановлением его плавучести выдавливанием воды воздухом : пат. 2224685 Рос. Федерация. № 2000123671/11 ; заявл. 19.09.2000 ; опубл. 27.02.2004 / Смыслов И. И. Бюл. № 6.
4. Устройство поддержания на плаву аварийного судна и подъема затонувших судов : пат. 2243129 Рос. Федерация. № 2002107615/11 ; заявл. 25.03.2002 ; опубл. 10.12.2003 / Несмеев Е.А. Бюл. № 34.
5. Способ восстановления плавучести затонувшего или тонущего судна : пат. 2735282 Рос. Федерация. № 2020107692 ; заявл. 19.02.2020 ; опубл. 29.10.2020 / Милкин В. И., Нечаев Е. П. Бюл. № 31.

Особенности диапазонности треугольно-петлевых антенн

Милкин В. И., Шульженко А. Е. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудовани, e-mail: milkinvi@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, отличающего от классики использования единичных активных вибраторов комбинированным включением разнородных элементов антенн. Параллельное подключение резонансных элементов приводит к сужению рабочего диапазона антенн. Для решения возникшей проблемы рассматриваемых антенн найдено инновационное техническое решение.

Abstract. The article presents the results of a study that differs from the classic use of single active vibrators by the combined inclusion of dissimilar antenna elements. Parallel connection of resonant elements leads to a narrowing of the operating range of the antennas. An innovative technical solution was found to solve the problem of the antennas under consideration.

Ключевые слова: антенна, вибратор, активный элемент, треугольно-петлевой элемент
Key words: antenna, vibrator, active element, triangle-loop element

В антенной технике, используемой в качестве широкополосных антенн для телевидения и беспроводных систем передачи информации, в антенных системах радиолокации и радиопеленгации, а также в комплексах радиомониторинга и радиоэлектронной борьбы распространены вибраторные антенны. В случаях, если требуются антенны с усилением 6–8 дБ, целесообразно использовать укороченные антенны, длина которых (l) меньше длины волны (λ). Такие антенны могут содержать от двух до пяти элементов. Правильно выполненные двухэлементные антенны имеют усиление 3–4 дБ, трёхэлементные – 4–6 дБ, пятиэлементные – 6–8 дБ.

Из дипольных УКВ-антенн обычно выделяются три основные группы: укороченные антенны типа Уда-Яги, удлинённые антенны типа Уда-Яги и комбинированные антенные системы, элементы которых выполнены из дипольных антенн [1; 2].

На практике нередко максимальные результаты дают компромиссные разработки, какой является тип директорных антенн "волновой канал" (уже упомянутые антенны Уда-Яги). Эти антенны не имеют специальных собирательных линий, а представляют собой набор элементов: активного и пассивных вибраторов – рефлектора и одного или нескольких директоров, которые установлены на одном общем основании, проходящем через точки нулевых потенциалов составных элементов.

Антенны этого типа достаточно компактны и обеспечивают получение относительно большого коэффициента усиления и других приемлемых параметров при сравнительно небольших габаритах.

Описания большинства вариантов таких антенн с различным числом комбинаций элементов и их расположения опубликованы в литературе. Из всех типов антенн они оказались наиболее доступными для всестороннего внедрения на промышленном уровне.

В свою очередь, в качестве активных элементов применяется не только классический вибратор Герца, а также элементы российских изобретателей – диполь Надененко и шлейф-вибратор Пистолькорса или рамочные антенны и их интерпретации.

Однако, в разрез устоявшейся отправной теории и практики разработок антенных устройств на базе выше упомянутых активных элементов с 2015 года стал известен активный антенный треугольно-петлевой элемент, содержащий пару расположенных симметрично относительно общей оси разнородных петлевые вибраторов, установленных перпендикулярно направлению приема электромагнитных волн и соединенные между собой. Эти вибраторы расположены в одной плоскости и при этом один из них выполнен в форме равнобедренного треугольника с основанием $0,4\lambda_{\text{раб}}$ и боковыми сторонами $0,3\lambda_{\text{раб}}$, а другой петлевой вибратор представляет собой шлейф-вибратор Пистолькорса из двух параллельных линейных проводников, один из которых неразрезной, другой разрезной в средней части с размещением в ней точек питания. При этом оба вибратора соединены между собой с перекрещиванием боковых сторон равнобедренного треугольного вибратора [3].

На рис. 1 представлен общий вид активного антенного треугольно-петлевого элемента, на рис. 2 приведены диаграммы направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях с основными электрическими характеристиками при вертикальном размещении полотна антенны.

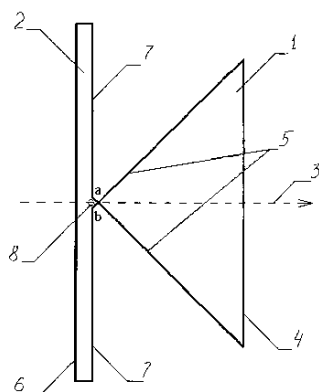


Рисунок 1 – Активный антенный треугольно-петлевой элемент

Активный антенный треугольно-петлевой элемент (рис. 1) содержит петлевой вибратор 1 в форме равнобедренного треугольника и петлевой вибратор 2, представляющий собой шлейф-вибратор Пистолькорса. Вибраторы 1 и 2 расположены в одной плоскости относительно общей оси 3. Вибраторы 1, 2 расположены перпендикулярно направлению приемо-передачи электромагнитных волн. Первый петлевой вибратор 1 выполнен в форме равнобедренного треугольника с основанием 4 длиной $0,4\lambda_{\text{раб}}$ и боковыми сторонами 5 длиной $0,3\lambda_{\text{раб}}$. Второй петлевой вибратор 2 представляет собой шлейф-вибратор Пистолькорса в виде двух параллельно расположенных линейных проводников 6, 7. Проводник 6 является неразрезным, проводник 7 разрезной в средней части. В разрезе линейного проводника 7 размещены точки питания а, б (включения) узла 8 питания. Петлевые вибраторы 1 и 2 соединены между собой с перекрещиванием боковых сторон 5 вибратора 1 в общих точках а и б питания узла 8 питания (т. е. объединены непосредственным подключением друг к другу в точках питания (включения) а и б).

Работа предложенной антенны была промоделирована в программе MMANA (рис. 2) на частоте 300 МГц (длина волны – 1 метр) для простоты и наглядности при моделировании и последующем нормировании размеров. Антенна с длиной, соизмеримой с $0,2\lambda_{\text{раб}}$, обладает секторной направленностью с различной шириной диаграммы направленности в плоскости расположения проводников вибраторов и в плоскости, перпендикулярной ей, с увеличенным коэффициентом усиления. Отношение прямого излучения к обратному характеризует улучшенную пространственную избирательность, соответствующую шестиэлементным антеннам Уда-Яги с вдвое большей длиной траверсы. Но, ввиду узкой полосы рабочих частот, она не имеет широкого диапазона использования.

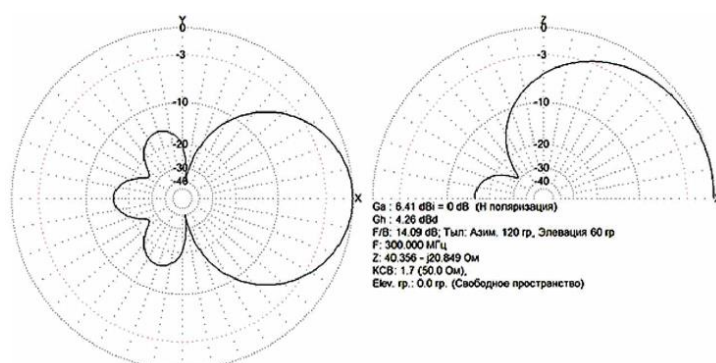


Рисунок 2 – Диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях

В свою очередь, при компьютерном моделировании классических версий увеличения диапазонности рассматриваемой антенны получить желаемых

результатов не удалось. Однако, как нестандартное техническое решение самоактивного антенногетреугольно-петлевого элемента, так и найденное техническое решение по разрешению указанной проблемы оказалось нестандартным.

Эскизная разработка широкополосной треугольно-петлевой антенны показана на рис. 3. Она содержит, расположенные симметрично относительно общей оси 3 петлевые вибраторы 1 и 2, установленные перпендикулярно направлению приема электромагнитных волн. Они соединены между собой и расположены в одной плоскости, первый из которых выполнен в форме равнобедренного треугольника 1 с основанием $0,4\lambda_1$ 4 и боковыми сторонами $0,3\lambda_1$ 5, а другой петлевой вибратор 2 с общей длиной петли λ_1 в виде шлейф-вибратора Пистолькорса из двух параллельных линейных проводников 6 и 7. Один из проводников в нём неразрезной 6, другой 7 разрезной в средней части с размещением в ней точек питания а, b, в которых треугольный вибратор 1 и шлейф-вибратор 2 соединены между собой с перекрещиванием боковых сторон 5 равнобедренного треугольного вибратора 1. К точкам питания дополнительно подключена двухпроводная 9 экспоненциальная линия 8, соединяющая расположенный симметрично, относительно общей оси 3, петлевой вибратор 10, в форме равнобедренного треугольника с основанием $0,4\lambda_2$ 11 и боковыми сторонами $0,3\lambda_2$ 12, подобный первому 1, с перекрещиванием боковых сторон 12 равнобедренного треугольного вибратора 10. Причём, двухпроводная экспоненциальная линия 8 и, подобный первому 1 треугольный вибратор 10, выполненные из проволочных проводников, расположены в одной плоскости 19, под углом α к общей оси 3 и имеют суммарную протяжённость проводников двухпроводной линии 9 и треугольного вибратора 10, равную λ_1 , с размещением над (под) первым петлевым треугольным вибратором 1.

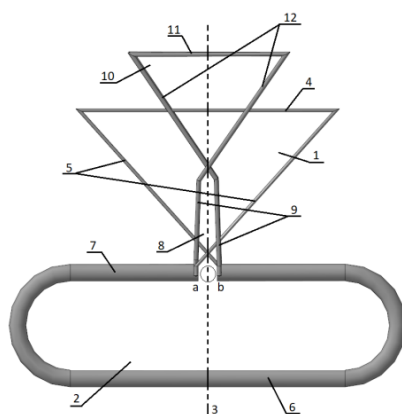


Рисунок 3 – Широкополосная треугольно-петлевая антенна

Индивидуальной особенностью для решения задачи по созданию широкополосной треугольно-петлевой антенны с увеличенной полосой рабочих частот, повышенной надёжностью и высокой технологичностью изготовления явилось параллельное подключение второгопетлевого вибратора, в форме равнобедренного треугольника с основанием $0,4\lambda_2$ и боковыми сторонами $0,3\lambda_2$. То есть дополнительное подключение к источнику питания более высокочастотного активного элемента, параллельно равнобедренному треугольнику с основанием $0,4\lambda_1$ и боковыми сторонами $0,3\lambda_1$. И это не всё. Ключом к обеспечению работоспособности является подключение высокочастотного активного элемента через двухпроводную экспоненциальную фидерную линию, обеспечивающую суммарную длину своих проводников с боковыми сторонами и основанием малого треугольника равную λ_1 . Дополнительно к этому за счёт выполнения фидерной линии экспоненциальной, обеспечивается согласование вновь вводимого элемента с узлом питания.

Результаты компьютерного моделирования в программе MMANA-GAL (рис. 4, 5 и 6) полностью подтверждают анализ работы широкополосной треугольно-петлевой антенны увеличением полосы рабочих частот графиками на рис. 4, с сохранением в ней низкого коэффициента стоячих волн. Выравнивание в широком рабочем диапазоне частот коэффициента усиления и коэффициента защитного действия подтверждают графики на фиг. 6, а односторонность направленности и изменение форм диаграмм направленностей антенны в диапазоне 460–800 МГц подтверждают графики на рис. 5.

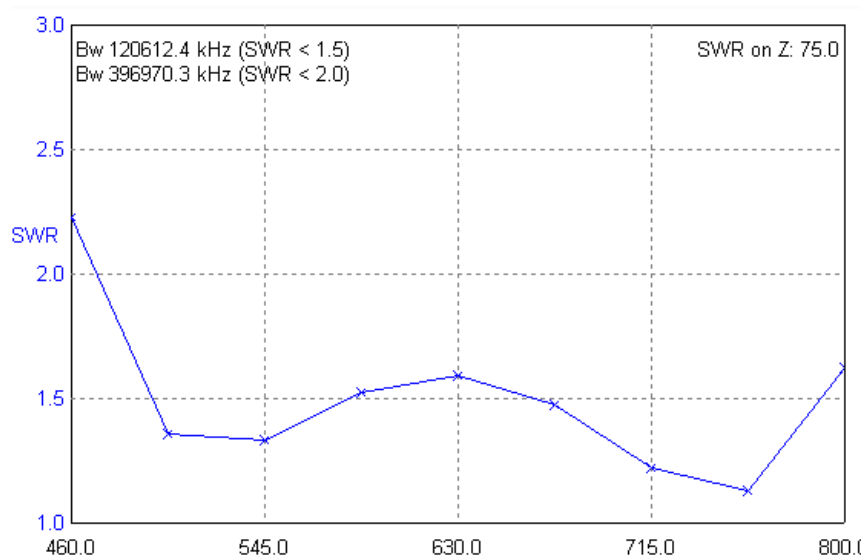


Рисунок – 4 Полоса рабочих частот антенны

Таким образом в инновационном техническом решении обеспечено улучшение электрических характеристик при работе во всём телевизионном диапа-

зоне выделенных частот, используемых для цифрового телевидения. По показанному на рис 4 КСВ, антенна может использоваться не только приёмной, но и передающей.

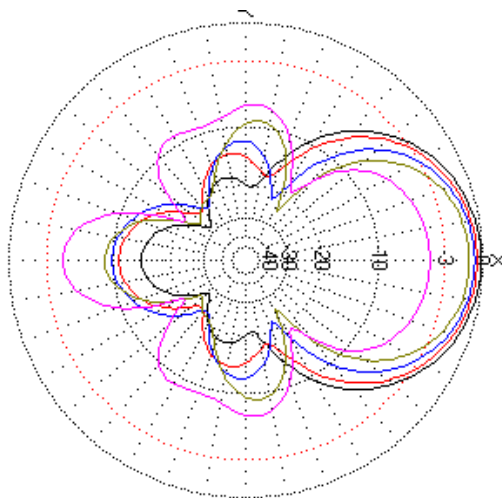


Рисунок 5 – Изменение форм диаграмм направленностей антенны в диапазоне 460 -800 МГц

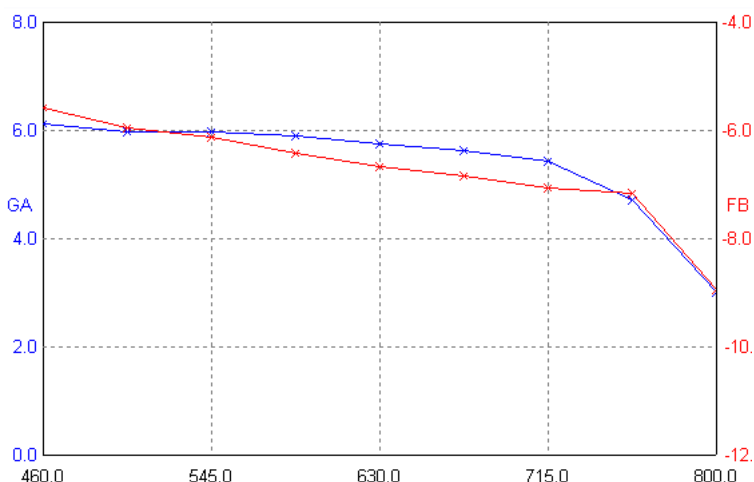


Рисунок 6 – Коэффициента усиления и коэффициента защитного действия

Библиографический список

1. Беньковский З., Липинский Э. Любительские антенны коротких и ультракоротких волн : Теория и практика / пер. с польск. М. : Радио и связь, 1983. 480 с.
2. Антенны УКВ / под. ред. Г. З. Айзенберга. В 2 ч. Ч. 1. М. : Связь, 1977. С. 169.
3. Активный антенный треугольно-петлевой элемент Милкина : пат. 2568340 Рос. Федерация. № 2014121597/28 ; заявл. 27.05.2014 ; опубл. 20.11.2015 / Милкин В. И., Калитёнков Н. В., Лебедев В. Н. Шульженко А. Е. Бюл. № 32.

**МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ
И МЕДИЦИНА**

Оценка антагонистического потенциала некоторых представителей пробиотических молочнокислых микроорганизмов в отношении гнилостных бактерий

Зайчикова Д. С., Макаревич Е. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail:d.s.zaychikova@mail.ru)

Аннотация: В работе изучен характер межмикробных взаимодействий молочнокислых бактерий (*L. acidophilus* и *Str. thermophilus*) и гнилостных культур (*E.coli* и *P.mirabilis*) адаптированным методом определения антагонистической активности с применением саркоплазматической фракции мышечной ткани *Gadus morhua*, используемой в качестве жидкой среды для культивирования микроорганизмов в различных физико-химических условиях.

Abstraction: In this paper, we studied the nature of inter-microbial interactions between lactic acid bacteria (*L. acidophilus* and *Str. thermophilus*) and putrefactive cultures (*E.coli* and *P. mirabilis*) by an adapted method for determining antagonistic activity using the sarcoplasmic fraction of *Gadus morhua* muscle tissue used as a liquid medium for the cultivation of microorganisms under various physical and chemical conditions.

Ключевые слова: пробиотические микроорганизмы, молочнокислые микроорганизмы, гнилостные бактерии, антагонистическая активность, рыбная продукция

Key words: probiotic microorganisms, lactic acid bacteria, putrid bacteria, antagonistic activity, fish products

Молочнокислые микроорганизмы обладают высокой биологической полифункциональной активностью, что определяет их широкое практическое использование как в качестве пробиотиков, так и в производствах пищевых продуктов [1].

Одним из важных свойств пробиотических бактерий является создание в пищевых продуктах конкурентной бактериальной среды, наличие которой, будет препятствовать развитию нежелательной микрофлоры. В результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий в среде постепенно вытесняются грамотрицательные бактерии, аэробные гнилостные бациллы, стафилококки [2].

Целью нашего исследования явилось проведение сравнительного исследования антагонистического потенциала молочнокислых культур *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus* в отношении гнилостных микроорганизмов *Proteus mirabilis* и *Escherichia coli* в различных физико-химических условиях.

Антагонистический потенциал молочнокислых микроорганизмов рассматривался с точки зрения возможного использования данных видов бак-

терий, в современных технологиях переработки белок содержащего сырья, в том числе рыбного, который позволит снизить риск развития гнилостной микрофлоры.

Оценку антагонистической активности молочнокислых бактерий в отношении гнилостных микроорганизмов проводили с использованием модифицированного метода совместного их выращивания в жидкой питательной среде [3].

Сущность модификации метода заключалась в использовании в качестве субстрата для культивирования объектов исследования жидкой белковой саркоплазматической фракции мышечной ткани трески, представляющей собой имитационную модель рыбного объекта для проведения эксперимента, а также в выборе условий проведения исследования, которые определялись предполагаемыми режимами технологических этапов производства рыбной продукции холодного копчения.

Для исследования антагонистической активности молочнокислых бактерий были выбраны два технологически значимых физико-химических фактора, такие как соленость и температура, применяемые в технологиях производства рыбной продукции без термической обработки. В качестве среды для культивирования бактерий использовали мышечную ткань трески атлантической с добавлением NaCl в концентрациях 4; 8 и 12 %. Контролем служила саркоплазматическая фракция без добавления NaCl. Затем, по 1 мл (в концентрации 5 lg) стандартных взвесей каждой культуры молочнокислых и гнилостных микроорганизмов вносили в 9 мл среды. Посевы культивировали при максимальной (35°C), минимальной (18°C) и усредненной (25°C) температурах в течение 48 часов. После двухсуточного инкубирования и проведения ряда последовательных разведений высевали по 1 мл суспензии на чашки Петри, содержащих дифференциально-диагностические среды для исследуемых видов тестовых микроорганизмов. После появления признаков бактериального роста на чашках подсчитывали количество колониеобразующих единиц. О степени антагонистической активности молочнокислых бактерий судили по изменению количества выросших колоний культур гнилостных микроорганизмов в опытных пробах по сравнению с контролем [4]: 1 степень (слабая) – подавление на 0,4–3 lg КОЕ/мл; 2 степень (умеренная) – на 3–5 lg КОЕ/мл; 3 степень (сильная) – на 5–9 lg КОЕ/мл, вплоть до полного подавления роста штамма.

Оценка возможности использования саркоплазматической фракции в качестве субстрата для культивирования *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus*

thermophilus, основанная на прямой микроскопии бактериальных препаратов, полученных после двухсуточного культивирования моно- и смешанных культур, показала, что во всех микроскопических препаратах численность *Proteus mirabilis* и *Escherichia coli* превышала количество клеток молочнокислых бактерий, следовательно, белковая фракция являлась более благоприятной средой для развития гнилостных микроорганизмов, что связано с большей требовательностью молочнокислых микроорганизмов к питательным средам, в частности к различным ростовым факторам, углеводам, аминокислотам, и пр. [5; 6].

Определено, что степень антагонистической активности культуры *L.acidophilus* в отношении тестовых культур, была максимальной в условиях инкубирования образцов при температуре 35 °С в субстрате без добавления NaCl (рисунки 1 и 2).

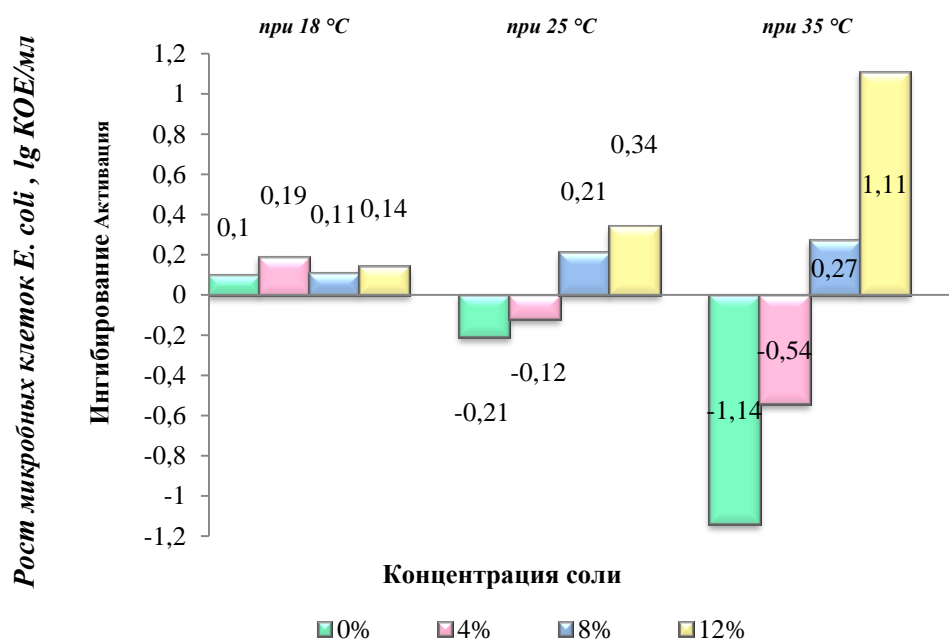


Рисунок 1 – Ингибирование/активация роста количества клеток *E. coli* после совместного культивирования с *L.acidophilus* в различных физико-химических условиях

Количество клеток индикаторных микроорганизмов *E.coli* при совместном культивировании с *L.acidophilus* было снижено на 1,15 lg, а количество клеток *P.mirabilis*– на 0,81 lg в сравнении с контрольными образцами. В субстрате, содержащем 4 % NaCl, антагонистическая активность лактобактерии была вдвое ниже, чем в эксперименте на бессолевом субстрате. В целом степень антагонистической активности пробиотической культуры *L.acidophilus* можно оценить как слабую, поскольку изменение количества выросших ко-

лоний тестовых культуры в смешанном посеве по сравнению с контролем отличалось не более чем на один порядок. При понижении температуры культивирования до 25 °С наблюдалось незначительное снижение числа клеток индикаторных бактерий (на 0,3 lg) по сравнению с контролем. При температурах культивирования 18 °С и 6 °С проявление антагонистической активности ацидофильной палочки не наблюдалось.

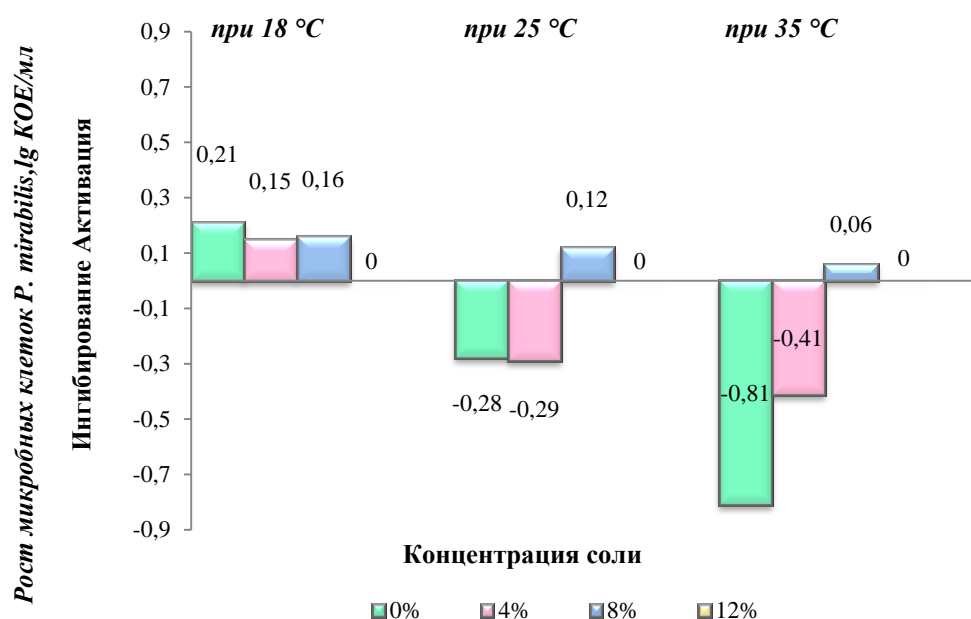


Рисунок 2 – Ингибирование/активация роста количества клеток *P. mirabilis* после совместного культивирования с *L. acidophilus* в различных физико-химических условиях

Изменение температуры в определенных пределах, несомненно, оказывает влияние на скорость протекания биохимических реакций происходящих в микробной клетке [7]. Можно предположить, что низкий показатель проявления антагонизма *L. acidophilus* объясним ингибированием биохимических процессов происходящих в клетке, в результате которого культура не способна продуцировать необходимое количество веществ, подавляющих рост и развитие гнилостных микроорганизмов. Таким образом, экспериментальные данные показали, что температура являлась лимитирующим фактором, влияющим на антагонистический потенциал микроорганизмов.

Изменение концентрации NaCl в среде также оказывало влияние на антагонистическую активность *L. acidophilus*, при увеличении содержания поваренной соли в субстрате антагонистическая активность молочнокислой культуры снижалась. В среде, содержащей 8 % NaCl, бактерии *L. acidophilus* антагонизм не проявляли. Отсутствие выраженной солеустойчивости исследу-

двумого штамма обусловлено влиянием NaCl на физиолого-биохимические процессы, происходящие в микробной клетке, и связано как с нарушением избирательного транспорта веществ через цитоплазматическую мембрану, так с прямым влиянием NaCl на гидратные оболочки гидролитических белков-ферментов [8, 9].

Исследуемый штамм *Str.thermophilus* в условиях культивирования на питательной среде на основе саркоплазматической фракции антагонистической активности в отношении тест-культур не проявлял (рисунки 3 и 4).

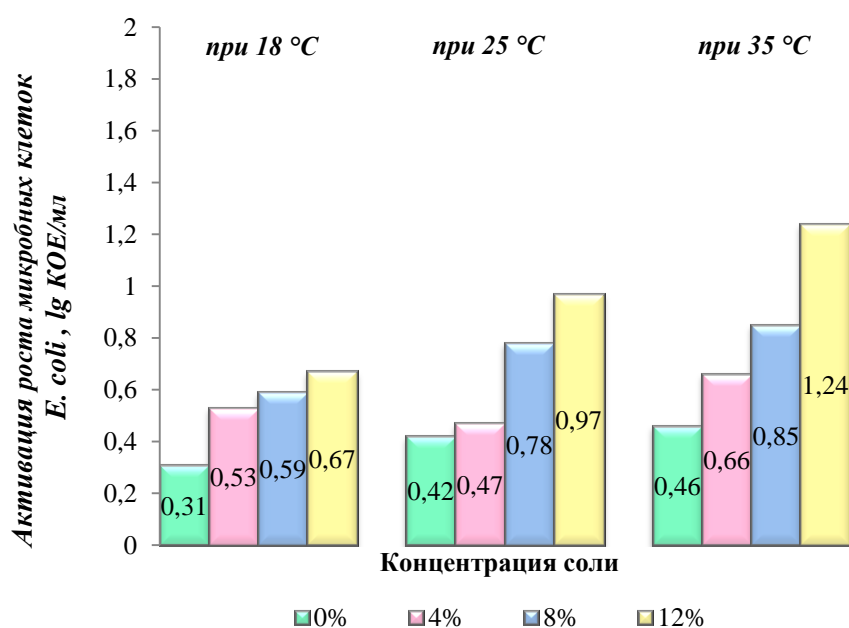


Рисунок 3 – Активация роста количества клеток *E.coli* после совместного культивирования с *Str.thermophilus* в различных физико-химических условиях

Низкая ростовая активность стрептококка, связанная с влиянием физико-химических условий культивирования, косвенно подтверждает инактивацию антимикробных факторов пробиотической культуры за счет подавления метаболизма синтезируемых антимикробных веществ [10, 11]. Кроме того, в неблагоприятных условиях развития пробиотических культур, количество клеток гнилостных бактерий при их совместном культивировании с пробиотиками превосходило количество клеток в монокультуре. Отмечено, что при повышении температуры инкубирования и концентрации соли в субстрате численные показатели бактериальных клеток гнилостных культур были выше. Максимальное увеличение численности клеток *E.coli* наблюдалось при совместном культивировании с *Str.thermophilus* и составило 1,24 lg, с культурой *L.acidophilus* – 1,11 lg, (рисунки 1, 3). Возрастание численности клеток *P.mirabilis* не превышало 0,4 lg (рисунки 2 и 4). Возможно, присутствие про-

биотических культур в среде стимулировало рост тестовых культур, за счет лизирования клеток молочнокислых микроорганизмов в условиях высоких концентраций соли, и как следствие, появления в субстрате дополнительных питательных компонентов, повышающих ростовую активность гнилостных бактерий.

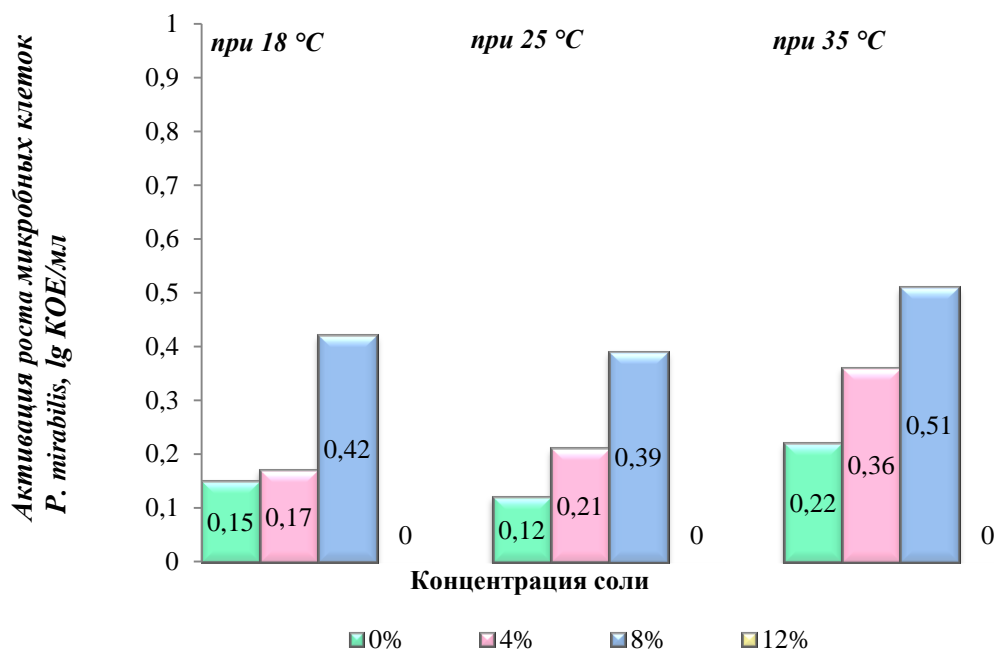


Рисунок 4 – Активация роста количества клеток *P.mirabilis* после совместного культивирования с *Str.thermophilus* в различных физико-химических условиях

Эксперименты, проведенные в рамках настоящей работы, подтвердили умеренную антагонистическую активность культуры *L.acidophilus*, что позволяет рассматривать эти микроорганизмы в качестве потенциальных пробиотических культур для производства белок содержащих продукции из водного сырья. Однако, необходимым представляется корректировка условий их культивирования с целью интенсификации развития и проявления антагонистических свойств. Предложенная нами модификация метода изучения антагонистической активности, обеспечивающая имитацию среды развития бактерий в условиях технологических процессов переработки белок содержащего сырья, требуют последующей доработки в части обогащения субстрата углеводами и ростовыми факторами.

Библиографический список

1. Харченко Н. В. Выделение бифидобактерий и изучение их пробиотических свойств при длительном хранении : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.03. М., 2016. 20 с.

2. Здрабова Е. М. Исследование потенциальных гипотензивных свойств сыровяленых продуктов из говядины с использованием стартовых культур : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. М., 2015. 25 с.

3. Банникова Л. А., Королева Н. С., Семенихина В. Ф. Микробиологические основы молочного производства : справочник. М. : Агропромиздат, 1987. С.78–79.

4. Hütt P. [at al.]. Antagonistic activity of probiotic lactobacilli and bifidobacteria against entero- and uropathogens // Journal of Applied Microbiology. 2006. Vol. 100, Iss 6. P. 1324–1332. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02857.x>.

5. Степаненко П. П. Микробиология молока и молочных продуктов: М. : Лира, 2003. 415 с.

6. Яруллина Д. Р., Фахруллин Р. Ф. Бактерии рода *Lactobacillus*: общая характеристика и методы работы с ними. Казань : Казанский федеральный университет, 2014. 51 с.

7. Kramarenko E. V., Makarevich E. V., Bahareva Y. A., Makarevich D. V., Afanaseva A. A. Assessment of Propionibacterium Metabolic Activity on Protein Substrate of Sarcoplasmic Fraction in Hydrobionts' Muscle Tissue // International applied research conference "Biological Resources Development and Environmental Management". KnE Life Sciences, 2020. P. 230–238. DOI: <https://doi.org/10.18502/kl.v5i1.6058>.

8. Дроздова Т. М. Микробиологический контроль продовольственных товаров. Кемерово : Кемеровский технологический ин-т пищевой пром-сти (ун-т), 2015. С. 16–20.

9. Разгуляева О. И., Мезенова О. Я. Исследования по интенсификации процесса ферментации при разработке геродиетического кисломолочного напитка // Вестник молодежной науки. 2017. № 2 (9). 6 с.

10. Бухарин О. В., Семенов А. В., Черкасов С. В. Характеристика антагонистической активности пробиотических бактерий при их взаимодействии // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2010. № 4 (12). С. 347–352/

11. Вахитов Т. Я., Вербицкая Н. Б., Добролеж О. В., Полевая Е. В., Кобатов А. И. Влияние метаболитов пробиотических и патогенных бактерий на антагонистическую активность *Lactobacillus acidophilus* Д №75 // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 92. С. 312–327.

Первая помощь, правовые основы, проблемы

Кривенко О. Г. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: *krivenkoog@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье вместе с определением первой помощи, состояниями, при которых она оказывается, необходимыми мероприятиями, рассматриваются современные проблемы, в обобщенном виде представлены возможные пути их решения.

Abstract. In the article, along with the definition of first aid, the conditions in which it is provided, and the necessary measures, modern problems are considered, and possible solutions are presented in a generalized form.

Ключевые слова: первая помощь, мероприятия по оказанию первой помощи, проблема

Key words: first aid, list of first aid measures, problem

Количество пострадавших, а также экономические потери, связанные с последствиями природных, техногенных, дорожно-транспортных и других катастроф с каждым годом увеличиваются. В России в результате дорожно-транспортных происшествий ежегодно погибает около 30 тысяч человек, более 250 тысяч получают различные ранения.

Основными причинами смерти пострадавших в ДТП являются травмы, не совместимые с жизнью, задержка прибытия скорой медицинской помощи, бездействие или неправильные действия очевидцев ДТП (рисунок 1).

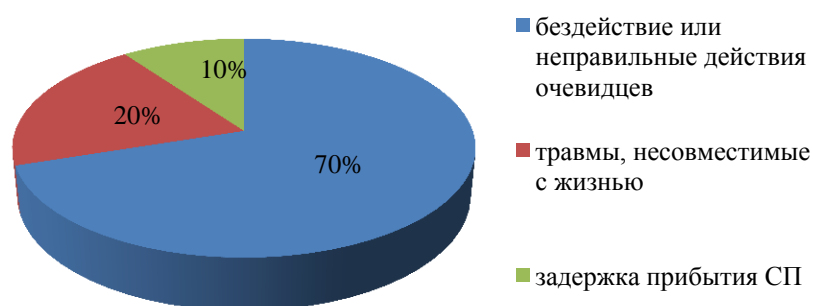


Рисунок 1 – Основные причины смерти пострадавших при ДТП

Одним из путей снижения последствий травматизма населения является оказание первой помощи очевидцами происшествия и сотрудниками различных спасательных служб. Число погибших было бы меньше, если бы пострадавшим была оказана "квалифицированная" первая помощь. По дан-

ным ВОЗ 20 из 100 погибших в результате несчастных случаев в мирное время могли быть спасены, если бы помощь им оказали своевременно.

В настоящее время первая помощь определяется как комплекс срочных простейших мероприятий по спасению жизни человека. Ее цель – в устранении состояний, угрожающих жизни, а также – в предупреждении дальнейших повреждений, недопущении дальнейшего ухудшения состояния пострадавшего и возможных осложнений [1].

Среднее время прибытия бригады СМП в крупных городах составляет около 15–20 минут, за городом – значительно больше. В это время практически никто не занимается здоровьем пострадавших. Но именно это время часто определяет судьбу большинства из них. Чем тяжелее травма, тем более экстренная помощь нужна пострадавшему. Если первая помощь оказывается в течение 30 минут после травмы, а не позже, осложнения развиваются в 2 раза реже.

Существует понятие "Золотой час" – термин, который используется в неотложной медицине для определения промежутка времени от начала острого (неотложного) состояния, получения травмы, когда пострадавшему можно оказать наиболее действенную помощь (примерно 60 мин.).

Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" № 323 – ФЗ от 21.11.2011 в статье 31 дает следующее определение первой помощи: "Первая помощь до оказания медицинской помощи оказывается гражданам при несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью, лицами, обязанными оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом и имеющими соответствующую подготовку, в том числе сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, сотрудниками, военнослужащими и работниками Государственной противопожарной службы, спасателями аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб" [2].

В той же статье указывается, что водители транспортных средств и другие лица вправе оказывать первую помощь при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков.

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 4 мая 2012 г. № 477н определяет перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, и мероприятий по оказанию первой помощи [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, мероприятия

Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие сознания. 2. Остановка дыхания и кровообращения. 3. Наружные кровотечения. 4. Инородные тела верхних дыхательных путей. 5. Травмы различных областей тела 6. Ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения. 7. Отморожение и другие эффекты воздействия низких температур. 8. Отравления
Перечень мероприятий по оказанию первой помощи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи. 2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом. 3. Определение наличия сознания у пострадавшего. 4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего. 5. Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни. 6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей. 7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения. 8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний. 9. Придание пострадавшему оптимального положения тела. 10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки. 11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим спец. службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом

В 2016 г. введен в действие межгосударственный стандарт по организации обучения работников (приказ Рос стандарта от 2016 № 600-ст). В нем, в частности, говорится, что обучение приемам оказания первой помощи может проводиться либо в ходе инструктажей или обучения требованиям охраны труда, либо в виде спецкурса (тренинга), посвященного только изучению приемов оказания первой помощи пострадавшим на производстве (пункт 12.3). Обучение в виде специального обучающего курса (тренинга) проводится по учебным программам, разработанным и утвержденным организатором обучения [4].

В 2018–2019 гг. в ИДПО сотрудники МГТУ прошли обучение по формированию навыков оказания первой помощи. Обучение проводилось по разработанному учебному плану в рамках образовательной программы "Обучение педагогических работников навыкам оказания первой помощи".

Проблема оказания первой помощи затрагивает людей разных слоев общества, профессий, возраста. Для большинства из них первая помощь – это непрофессиональные знания, навыки и соответственно действия. Для граждан, не указанных в Федеральном законе № 323-ФЗ от 21.11.2011 г., оказание первой помощи – не обязанность, а право. При этом необходимо помнить:

– Если человек без сознания, ему можно оказывать помощь. Состояние "без сознания" является автоматическим разрешением на вызов бригады Скорой медицинской помощи.

– Если пострадавший отказывается от вашей помощи и, находясь в сознании на вопрос "Могу я вам помочь?" отказывается от помощи, то помогать ему нельзя. Гражданин не имеет права даже на вызов "скорой помощи", если пострадавший против этого.

– Если от пострадавшего исходят угрозы или опасность, то оказывать ему помощь не рекомендуется.

– Получать согласие на помощь при суицидальных попытках не нужно.

– Нельзя превышать свою "квалификацию": нельзя давать (назначать) любые медикаменты, нельзя производить любые медицинские манипуляции (например, вправлять вывихи и т. п.).

В действительности, чаще всего очевидцы ограничиваются вызовом бригады скорой медицинской помощи. По данным Л. И. Дежурного частота оказания первой помощи пострадавшим очевидцами составила всего 1,6 % случаев. Большинство граждан, не имеющих медицинского образования (60,7 %) не считает оказание первой помощи своей задачей. Основными причинами, по которым граждане не готовы оказывать первую помощь являются отсутствие знаний и практических навыков, боязнь навредить пострадавшему, боязнь юридической ответственности и отсутствие защиты при неблагоприятном исходе, отсутствие средств для оказания первой помощи [5] (рисунок 2).

При этом своевременные и адекватные мероприятия первой помощи позволяют минимизировать травмы, их последующие осложнения и страдания потерпевшего, повысить шансы на его выживание. Первая помощь –

это первый шаг на пути к эффективному и быстрому предотвращению медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций.

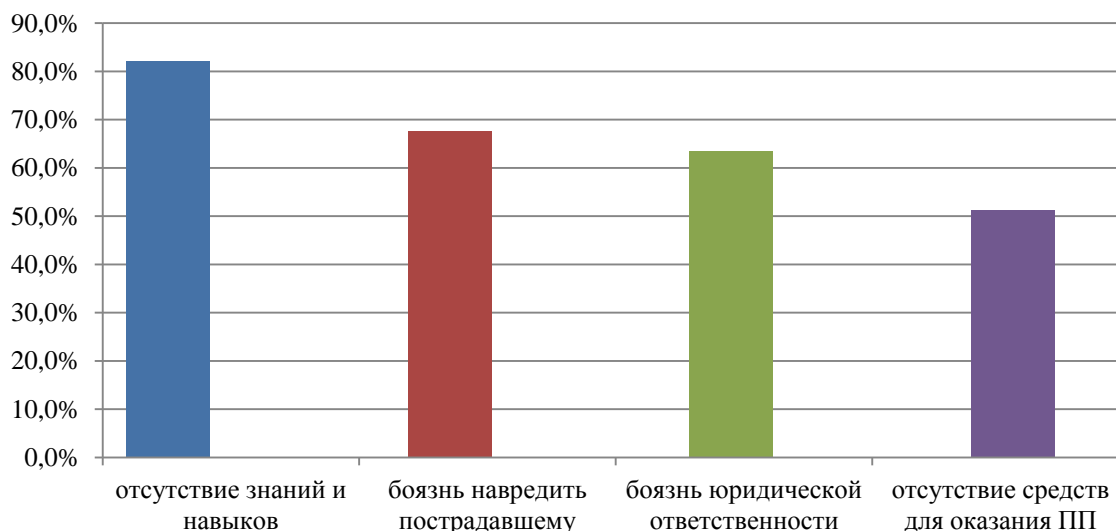


Рисунок 2 – Основные причины неоказания ПП пострадавшим

Принимая во внимание важность темы, а также наличие проблем следует продолжать работу по пропаганде, повышению мотивации граждан на подготовку и оказание первой помощи пострадавшим.

Необходимо разработать и принять общероссийские нормативные требования к учебным организациям, которые проводят подготовку граждан по вопросам первой помощи, решить вопрос подготовки преподавателей первой помощи. Разработать учебные программы курса и единую методологию преподавания основ оказания первой помощи. В обучении должны преобладать практические занятия, что позволит слушателю получить твердые навыки, полноценно овладеть основными приемами первой помощи и подготовиться к их практическому применению.

Необходимо более четко определить права и ответственность граждан по оказанию или неоказанию первой помощи. Требуется дополнительной проработки вопрос о юридической защите граждан в случае неблагоприятного исхода или возникновения в ходе оказания первой помощи осложнений.

Библиографический список

1. Лысенко К. И., Дежурный Л. И., Халмуратов А. М. Анализ причин, снижающих частоту и качество первой помощи, оказываемой водителями транспортных средств лицам, пострадавшим в ДТП // Медицинский вестник МВД. 2009. № 2 (39). С. 9–13.

2. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : Федеральный закон № 323-ФЗ : от 21 ноября 2011 г. В данном виде документ опубликован не был. В редакции от 26 мая 2021 г. см. на Официальном интернет-портале правовой информации <http://pravo.gov.ru/>.

3. Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи : Приказ Минздрава России № 477н : от 4 мая 2012 г. // Российская газета. 2012. 23 мая.

4. ГОСТ 12.0.004-2015. Организация обучения безопасности труда. Общие положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : взамен ГОСТ 12.0.004-90 : дата введения 2017- 03-01 : Дата введения 2017-03-01. М. : Стандартинформ, 2018. 26 с.

5. Дежурный Л. И., Лысенко К. И., Батулин Д. И. Роль оказания первой помощи пострадавшим в предотвращении преждевременной смертности в России // Социальные аспекты здоровья населения. 2011. № 2 (18). С. 21. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/297/30/lang,ru>.

Распространенность вредных привычек среди обучающихся Естественно-технологического института МГТУ

Кривенко О. Г. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: krivenkoog@mstu.edu.ru"*)

Аннотация. Представлены результаты анализа отношения к вредным привычкам обучающихся Естественно-технологического института направления "Биология" МГТУ: большинство осознает значение вредных привычек, основной причиной отказа от вредных привычек является вред собственному здоровью, возможные последствия для будущих детей.

Abstract. The results of the analysis of the attitude to bad habits of students of Natural-technological Institute of the direction "Biology" MSTU: most aware of bad habits, the main reason for giving up bad habits is harm to their own health, possible consequences for future children.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, обучающиеся, здоровье, вредные привычки

Key words: healthy lifestyle, students, health, bad habits

Усложнение общественной жизни, рост опасностей и рисков антропогенного, экологоэкономического, психологического, политического характера подтверждают, что проблема сохранения и укрепления здоровья человека по-прежнему актуальна.

Сегодня здоровый образ жизни – это не дань моде, это необходимость, индивидуальный стиль поведения, который позволяет человеку реализовывать планы, успешно добиваться поставленных целей, рационально справляться с трудностями.

Сохранение и укрепление здоровья молодежи, как наиболее динамично развивающейся части общества, – одна из наиболее важных и сложных задач современности. Особенности жизни на этом этапе (стрессовые ситуации, связанные с успеваемостью, трудности с материальной обеспеченностью и необходимостью совмещать учебу с работой) предъявляют к молодым людям повышенные требования. В тоже время многие социальные исследования показывают, что молодежь формально относится к своему здоровью [1]. Молодые люди не осознают важность своего здоровья для будущего и часто склонны недооценивать его ценность.

Здоровый образ жизни включает в себя множество компонентов: правильное питание, регулярная физическая активность, рациональный режим труда и отдыха, личная гигиена, отсутствие или полный отказ от вредных привычек, закаливание организма, физическое, психическое и репродуктивное здоровье.

В молодежной среде ЗОЖ часто ассоциируется только с правильным питанием и отказом от вредных привычек.

На кафедре "Микробиология и биохимия" проводится исследование "Пути и проблемы формирования ЗОЖ у обучающихся МГТУ". В 2019 г. в анкетировании приняли участие 31 обучающийся ЕТИ направления "Биология" (6 юношей и 25 девушек). Студентам предлагалось ответить на 59 вопросов, которые в целом должны отразить их знания о ЗОЖ, отношение к нему.

В статье представлен анализ отношения к вредным привычкам (табакокурение, прием алкоголя, наркотиков) обучающихся направления "Биология" ЕТИ МГТУ (рисунок 1).

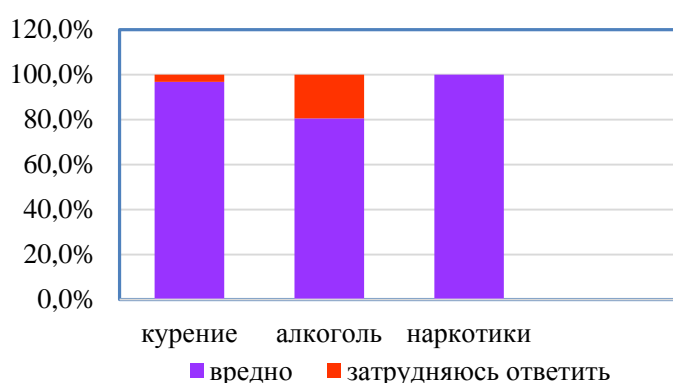


Рисунок 1 – Отношение обучающихся ЕТИ к вредным привычкам

77 % респондентов относят курение, употребление алкоголя и наркотиков к вредным привычкам. Примерно 22 % опрошенных выбрали ответ: "Трудно сказать". На наш взгляд данный ответ указывает на скептическое или несерьезное отношение обучающихся, нежелание ответить правду на предлагаемые вопросы.

Анкетирование показало, что 6 человек (19,3 %) курят постоянно, иногда, по настроению – 3 человека (9,7 %), не курят – 17 опрошенных (54,8 %), попробовали – 5 человек (16,1 %) (рисунок 2).

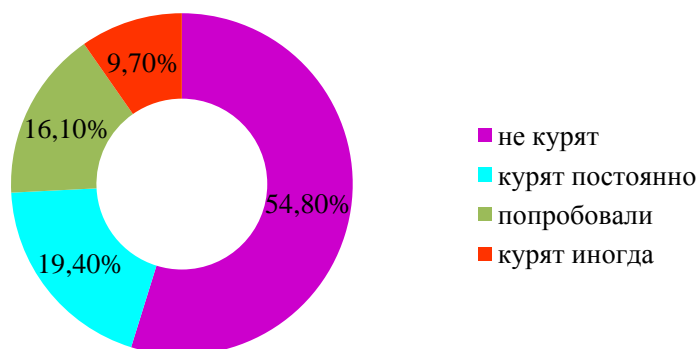


Рисунок 2 – Распространенность курения среди обучающихся ЕТИ направления "Биология"

Аналогичное исследование, проведенное ранее среди курсантов МИ и ММРК им. И. И. Месяцева, показало, что около 30 % опрошенных курят постоянно (31,4 % – курсанты МИ, 24,7 % – обучающиеся колледжа) (рисунок 3).

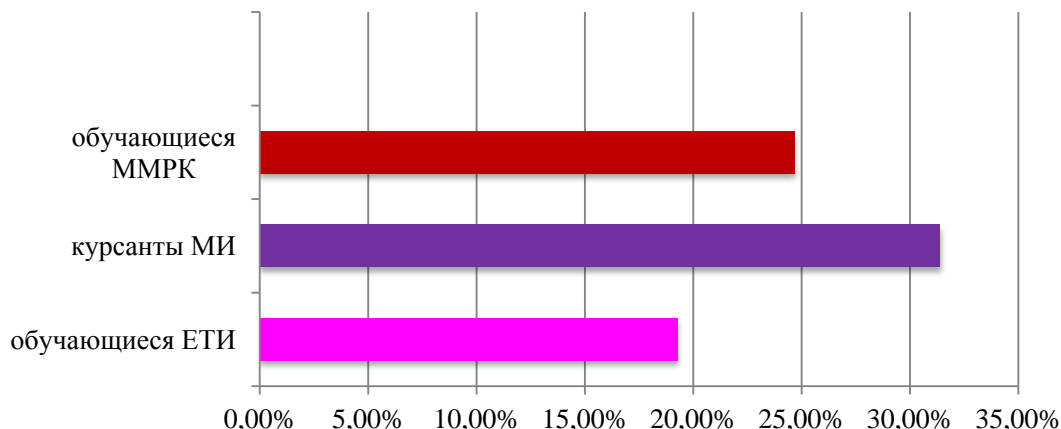


Рисунок 3 – Доля обучающихся ЕТИ, курсантов МИ и ММРК, которые курят постоянно

Во все года исследования большая часть опрошенных указала, что дебют курения случился в возрасте 7-10 лет в компании сверстников. В среднем в день выкуривают от 2 до 10 сигарет.

Причиной, побуждающей к курению для большей части опрошенных, является расслабление, помощь в стрессовых ситуациях. На вопрос анкеты: "Как ты справляешься со стрессом?" 11 человек выбрали сигареты. Полученные ответы показали, что даже не курящие студенты согласны с утверждением о том, что "курение успокаивает нервы" (рисунок 4).

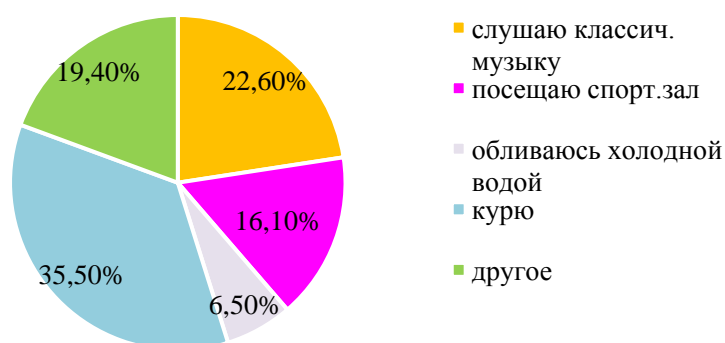


Рисунок 4 – Мероприятия, позволяющие справиться обучающим со стрессом

Большинство обучающихся осознает вред курения. Основная причина отказа от курения – вред здоровью, возможные последствия для будущих детей, но в тоже время это не является достаточной мотивацией для прекра-

щения курения. На вопрос о вреде пассивного курения 90 % респондентов ответили положительно. Из 31 опрошенного только два человека считают, что курение не вредит здоровью.

Употребление спиртных напитков – еще одна вредная и опасная привычка.

По данным разных авторов в последние годы выявлена тенденция снижения употребления алкоголя студентами в среднем на 12–15 %. Для большинства в молодежной среде алкоголь – это средство избавления от усталости, негативных эмоций и депрессии.

Употребление алкоголя в студенческой среде ниже, чем в других молодежных группах. Это объясняют тем, что среди студентов, как правило, нет молодых людей из групп "повышенного риска" – трудные дети, члены асоциальных группировок [2].

Наше исследование показало, обучающиеся направления "Биология" ЕТИ поддерживают эту тенденцию. Никогда не употребляли алкоголь 12,9 % (4 человека), два раза в год – 64,5 % (20 человек), один-два раза в месяц – 19,3 % (6 опрошенных), всего один человек (3,2 %) указал, что он употребляет алкоголь каждую неделю (рисунок 5).

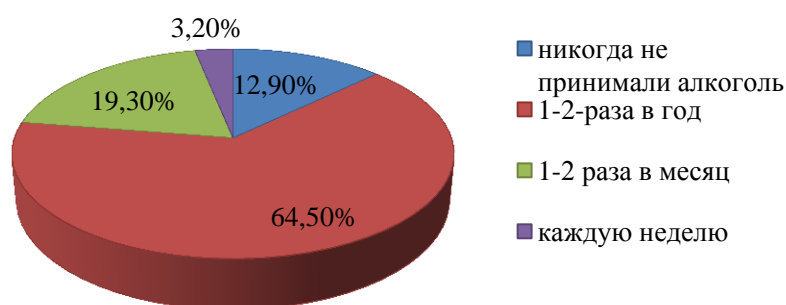


Рисунок 5 – Отношение обучающихся направления "Биология" ЕТИ к алкоголю

10 респондентов отметили, что после употребления алкоголя, их состояние ухудшается, у 19 опрошенных – оно остается неизменным, лишь два человека указали на улучшение состояния.

На вопрос об употреблении токсических или наркотических веществ 11 человек (45,1 %) ответили, что пробовали, 16 человек (54,8 %) – никогда не употребляли такие вещества.

На наш взгляд интересной является проблема взаимоотношения обучающихся с компьютером. Компьютер стал для нас предметом первой необходимости. Однако одновременно появляются и проблемы. Новые техно-

логии, совершенствование гаджетов меняет не только поведение, но и наше сознание. Развивается привычка в постоянном использовании гаджетов, которая перерастает в зависимость [3].

Проведенный анализ показал, что 25,8% обучающихся проводят за компьютером 2–4 часа, 72 % опрошенных общаются с компьютером от 4 до 6 часов. Только один студент проводит за компьютером все свободное время. Анкетирование курсантов МИ и ММРК им. И.И. Месяцева выявило, что 8 человек (3,7 %) признают компьютерную зависимость (находятся в социальных сетях, смотрят фильмы, играют больше 8 часов), 4 – 6 часов проводят за компьютером 35,3 % опрошенных, остальные (примерно 61 %) общаются с компьютером 2–4 часа (рисунок 6).

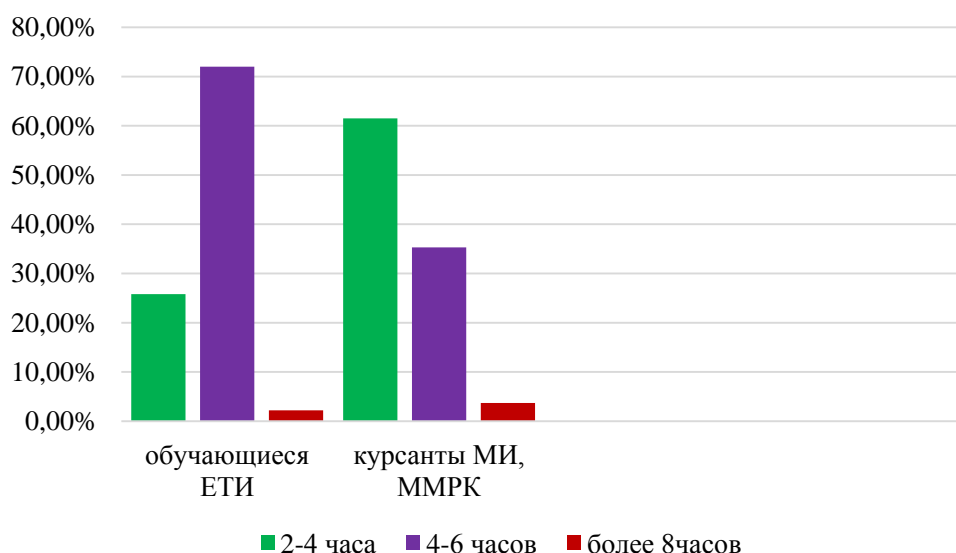


Рисунок 6 – Доля обучающихся, проводящих за компьютером от 2 до 6 часов и более

Полученные результаты позволяют сделать выводы:

Обучающиеся понимают, что ЗОЖ – это сохранение и укрепление здоровья человека, обеспечение нормального течения физиологических и психических процессов, здоровой, красивой внешности, профилактика заболеваний будущего поколения.

Большинство опрошенных считают вредные привычки и ЗОЖ понятиями не совместимыми. Обучающиеся понимают, что вредные привычки являются причиной многих заболеваний, снижают качество жизни, сокращают ее продолжительность, отрицательно отражаются на здоровье подрастающего поколения и на здоровье будущих детей.

Большая часть обучающихся направления "Биология" не имеют вредных привычек: 54,8 % опрошенных не курят, принимают алкоголь 2 раза

в год 64,5 %, 100 % – не употребляют наркотики, проводят за компьютером 2–6 часов (не имеют зависимости) – 97,8 %.

Факт наличия небольшого процента обучающихся, имеющих вредные привычки, определяет актуальность и важность задачи по формированию у обучающихся активной мотивации сохранения и укрепления собственного здоровья и здоровья окружающих; работы по разъяснению молодому поколению необходимости разумного и рационального подхода к образу жизни, чтобы ЗОЖ был не просто тремя непонятными словами, а стал стилем поведения.

Библиографический список

1. Завьялов А.Е. Проблемы формирования здорового образа жизни в среде молодежи // Системная психология и социология. 2015. № 1 (13). С 104–110.

2. Птицына Н. А., Зубарева Н. Л. Гендерные аспекты аддиктивного поведения в студенческой среде // Женщина в Российском обществе. 2010. – №2 (55). С. 80–92.

3. Титова В. В., Катков А. Л., Чугунов Д. Н. Интернет – зависимость: причины и механизмы формирования, диагностика, подходы к лечению и профилактике // Педиатр. 2014. Т. 5, № 4. С. 132–139.

Использование метода биотестирования для определения токсичности природных вод г. Мурманска

Литвинова М. Ю., Воробьева М. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: litvinovamyu@mstu.edu.ru)

Аннотация. Данная работа посвящена определению токсичности природных вод на основе использования различных тест объектов. Проведены экспериментальные исследования по определению степени токсичности вод открытых водоемов г. Мурманска с использованием биологических тест объектов: зеленой протококковой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*) и семян тест-растения *Lepidium sativum*. В результате опытов была установлена степень токсичности вод.

Abstract. This work is devoted to the determination of the toxicity of natural waters based on the use of various test objects. Experimental studies were carried out to determine the degree of toxicity of the waters of open water bodies in Murmansk using biological test objects: green protococcal alga chlorella (*Chlorella vulgaris Beijer*) and seeds of the test plant *Lepidium sativum*. As a result of the experiments, the degree of water toxicity was established.

Ключевые слова: биотестирование, вода, хлорелла

Key words: biotesting, water, chlorella

В условиях городской среды водные экосистемы испытывают повышенный уровень антропогенной нагрузки. Актуальной является проблема регресса экологической ситуации города Мурманска, что сказывается на ухудшении качества воды. В связи с этим большую роль играют методики оценки состояния среды, в частности биотестирование.

Под биотестированием обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов [1].

Цель работы – изучить состояния воды озера Семеновского, Фадеева и Глубокого ручьев с использованием тест-объектов – протококковой водоросли хлореллы *Chlorella vulgaris Beigger* и семян высших растений.

Для реализации цели были определены задачи:

– осуществить подбор питательной среды для роста и развития одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris*;

– оценить токсичность воды по изменению оптической плотности культуры водоросли;

– оценить прирост численности водоросли *Chlorella vulgaris*, методом прямого подсчета клеток в камере Горяева;

– оценить токсичность водной среды по жизнеспособности семян тест-растения семейства Крестоцветные (*Brassicaceae*) – кресс-салата.

Предмет исследования – оценка состояния природных вод с использованием системы биотестов, в которой тест-объектами являлись зеленая протокковая водоросль – *Chlorella vulgaris* и семена высших растений. *Chlorella vulgaris* – род одноклеточных зелёных водорослей, относимый к отделу *Chlorophyta*. Имеет сферическую форму, от 2 до 10 мкм в диаметре (рисунок 1). Кресс салат – однолетнее или двулетнее травянистое растение, вид рода Клоповник семейства Крестоцветные (рисунок 2).

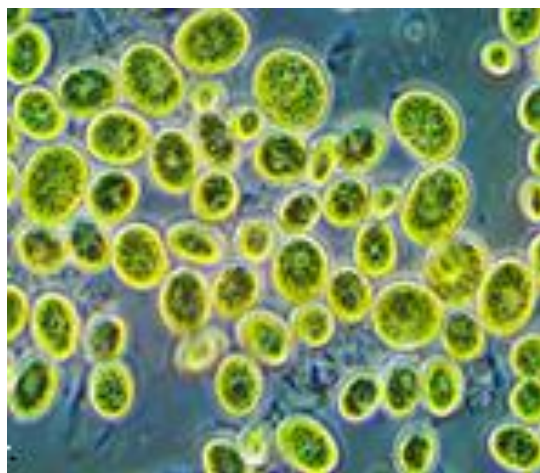


Рисунок 1 – Водоросль *Chlorella vulgaris*



Рисунок 2 – Пророщенные семена кресс-салата

Объектом исследования явились – открытые водоемы г. Мурманска Озеро Семеновское расположено в Ленинском округе. Фадеев ручей и Глубокий ручей расположены в Первомайском округе. Все они впадают в Кольский

залив (рисунок 3). Ручьи сильно загрязнены. Коммунальщики города в нарушение закона осуществляют сброс неочищенных ливневых вод в ручьи.

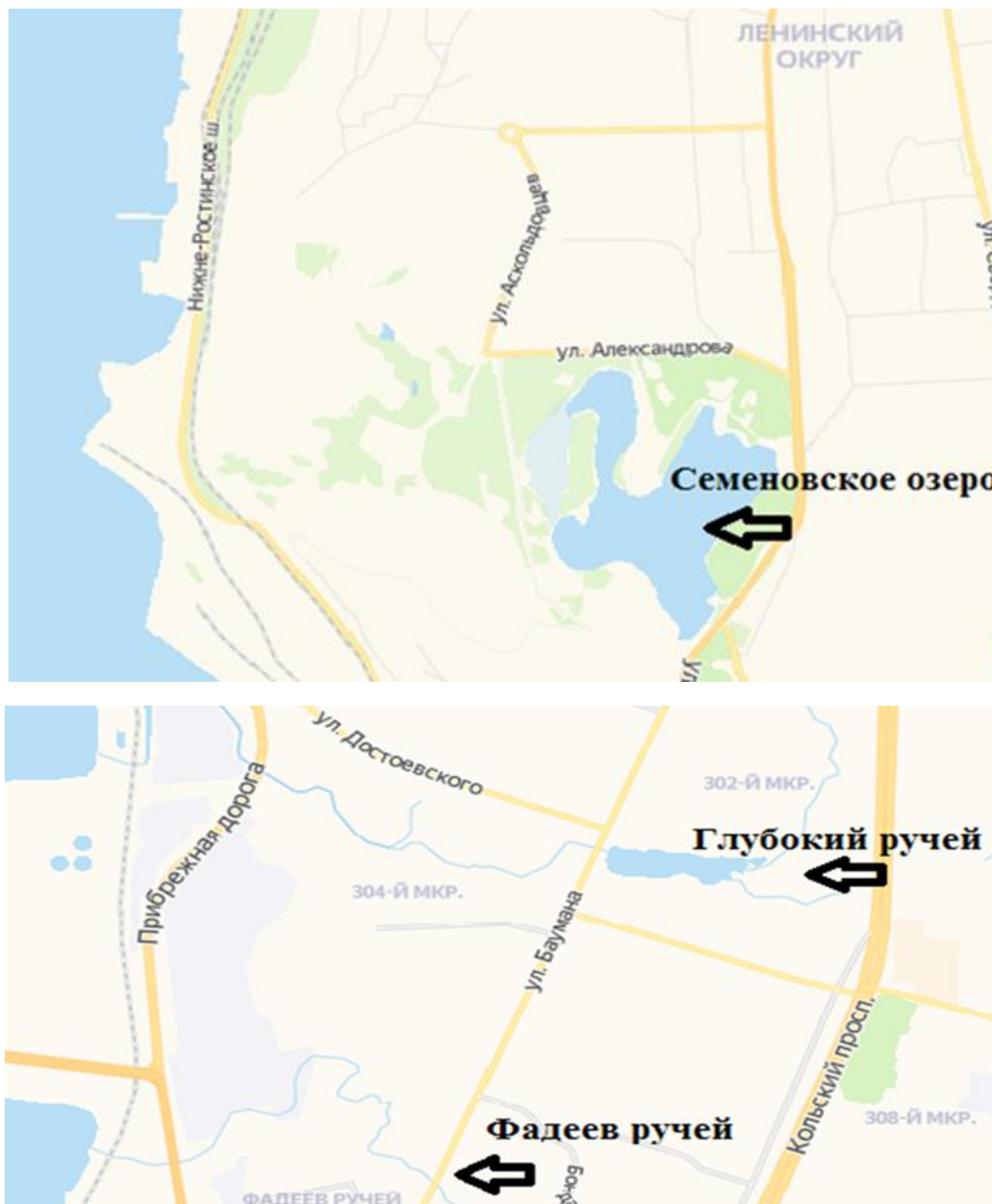


Рисунок 3 – Карта-схема взятия проб воды в Семеновском озере, Фадеевом и Глубоком ручьях

Программа работ включала подбор оптимальной питательной среды для роста хлореллы, учет ее оптической плотности и определение токсичности водоемов в соответствии с методикой указанной в [2], кроме этого учитывали количество клеток хлореллы в воде исследуемых водоемов с использованием камеры Горяева. Параллельно проводилось биотестирование с использованием семян высших растений.

Для сравнения показателей роста и развития хлореллы отобраны три питательные среды Тамия, Прата и Успенского. Среда для выращивания подбиралась по состоянию культуры: цвету, наличию хлопьев и количеству клеток в 1 мл суспензии. На основании опытов установлено, что наилучшей средой для роста и развития хлореллы оказалась среда Тамия. На этой среде отмечалась самая высокая численность клеток. Наименьшее количество клеток отмечено на среде Прата. Для дальнейшего эксперимента использовали среду Тамия (рисунок 4).

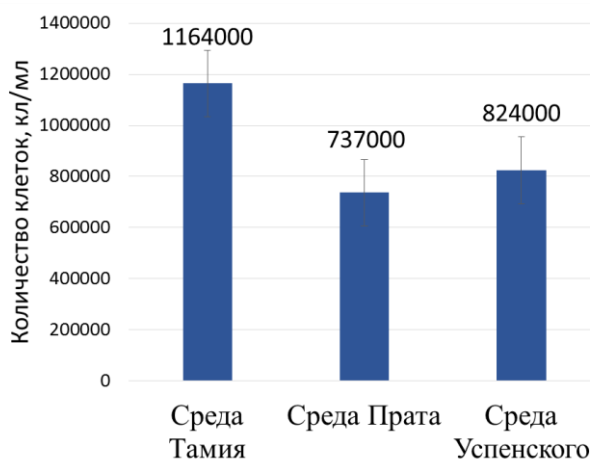


Рисунок 4 – Прирост численности водорослей в используемых средах

Одна из наших задач – определение токсичности воды по изменению оптической плотности культуры водоросли осуществляется по методике, основанной на регистрации различий оптической плотности тест-культуры хлореллы, выращенной на среде, не содержащей токсических веществ и тестируемых пробах. Критерием токсичности воды являлось подавление на 20 % величины оптической плотности культуры, выращиваемой на тестируемом растворе, в сравнении с её ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде [2].

Установлено, что пробы воды Семеновского озера – воды слаботоксичны наблюдалось 25 % отклонения от контроля, вода Фадеева ручья – сильно-токсична 46 % отклонения от контроля, вода Глубокого ручья – сильнотоксична 52 % отклонения от контроля. Итак, высокий уровень токсичности воды зафиксирован в Глубоком ручье. Лучшие качественные показатели воды зарегистрированы в воде Семеновского озера.

Для оценки жизнедеятельности микроорганизмов наиболее распространенным является метод количественного счета с помощью камеры Горяева.

Благодаря этому методу, определяют общее число клеток в 1 мл суспензии под микроскопом. Наибольшее количество клеток в мл суспензии зафиксировано в воде Семеновского озера, что подтверждается более высокими значениями оптической плотности суспензии. В Фадеевом и Глубоком ручьях отмечается более низкие значения численности микроводорослей.

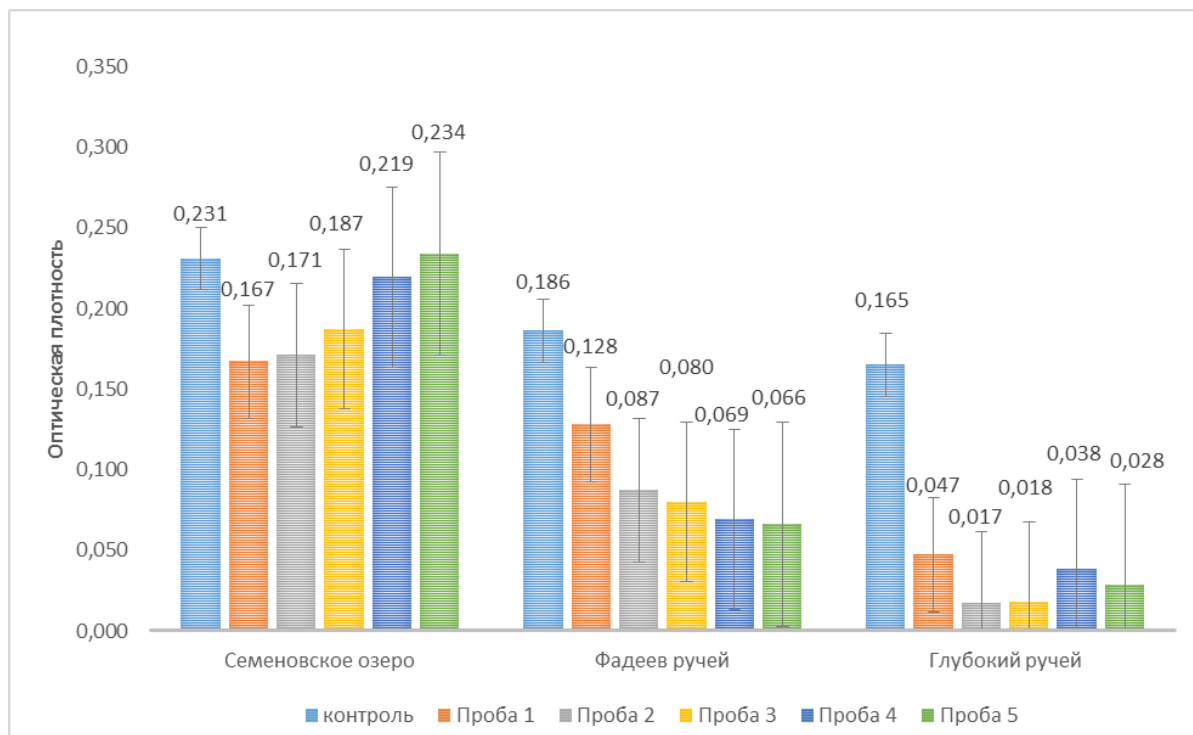


Рисунок 5 – Показатели значений оптической плотности культуры хлореллы *Chlorella vulgaris* Beigger

Параллельно с постановкой опытов с хлореллой, оценивалась токсичность водной среды по жизнеспособности семян тест-растения – кресс-салат (рисунок 6). Фитотоксичность является одним из наиболее информативных параметров для оценки техногенной нагрузки на природные среды. Метод основан на способности семян реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания семян. Основными параметрами для оценки степени токсичности были выбраны: процент всхожести семян, длина корешка проростков, длина побега [3].

Угнетающее действие на развитие семян оказала вода озера Глубокого, всхожесть достигла 56 %, а длина ростка была в 2 раз меньше, чем в контрольной пробе. При воздействии воды Фадеева ручья всхожесть семян составила 72 % и уменьшение средней длины ростка на 1 см. Наименьшее влияние оказала вода Семёновского озера – всхожесть составила 80% с небольшим

уменьшением средней длины ростка на 1 см по сравнению с контролем (рисунки 7–8).

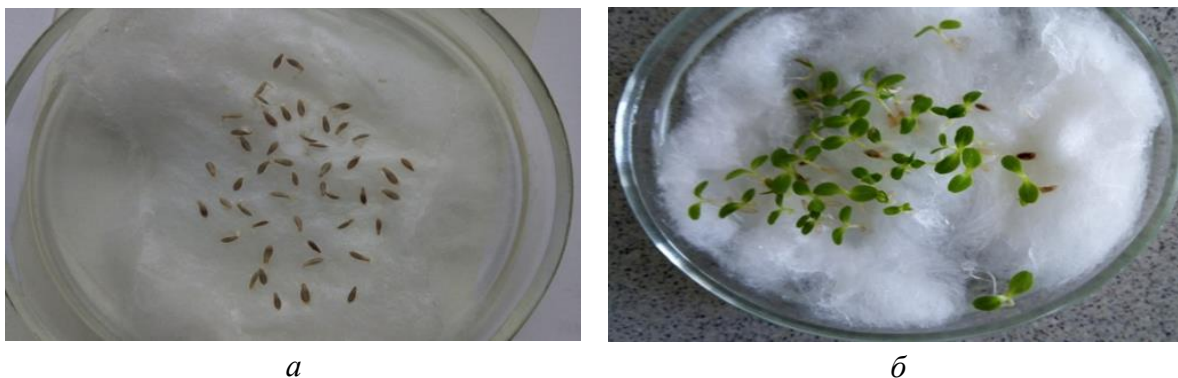


Рисунок 6 – Оценка токсичности водной среды по жизнеспособности семян тест-растения – кресс-салат а) начало эксперимента б) конец эксперимента

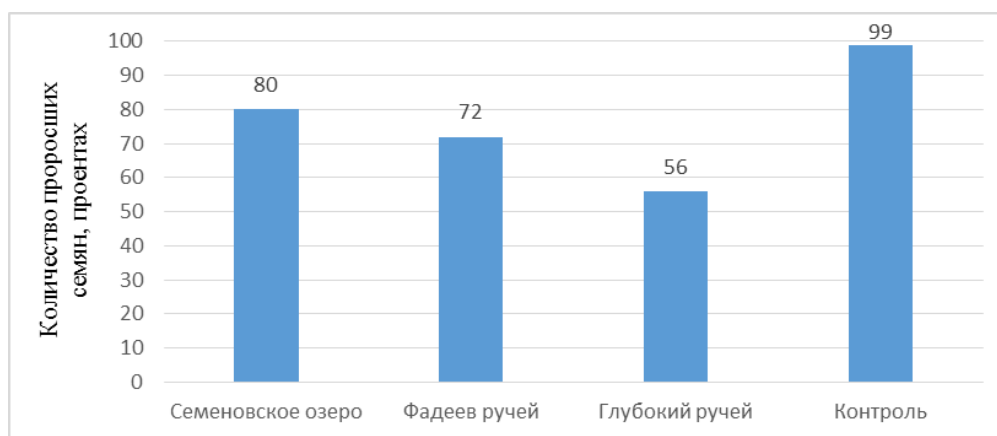


Рисунок 7 – Количество проросших семян, %

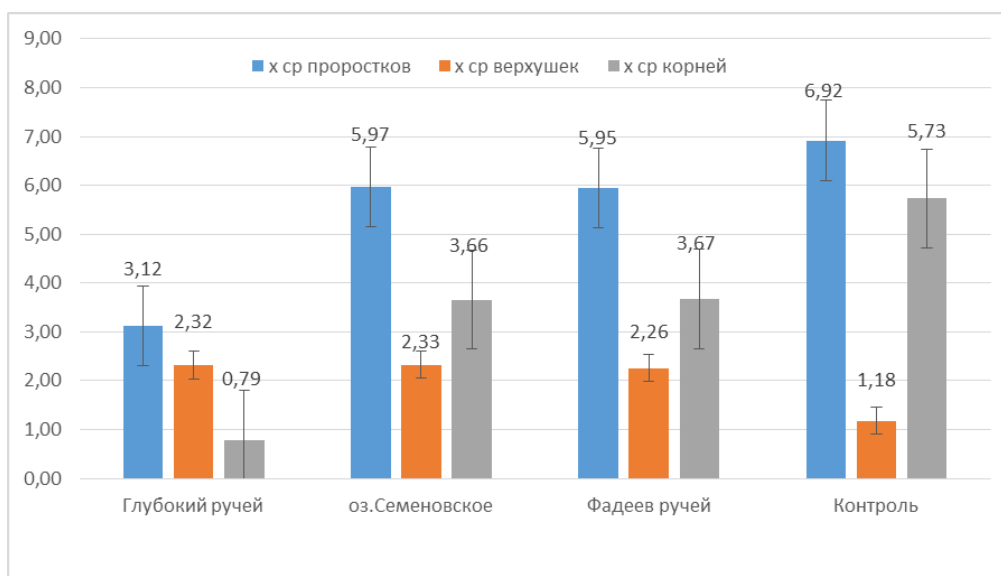


Рисунок 8 – Изменение морфологических показателей биотестов в разных водных экосистемах

Подводя итоги, мы можем сделать следующие выводы:

1. Высокая численность водорослевой культуры наблюдалась на среде Тамия и она использовалась для эксперимента.

2. Вода озера Семеновского оказывает слаботоксичное действие на тест-объект водоросли хлорелла. Наиболее высокий уровень токсичности воды обнаружен в водах Фадеева и Глубокого ручьев, который превзошел эталонный показатель на 46 и 52 % соответственно.

3. Установлен высокий прирост численности водоросли *Chlorella vulgaris* в пробах воды Семеновского озера, по сравнению с водами ручьев. В водах ручьев численность клеток в 2-3 раза меньше.

4. Во всех вариантах опытов стимулирующего прорастания семян эффекта не обнаружено. Наибольшей токсичностью обладает вода ручьев, наименьшей Семеновского озера.

Библиографический список

1. Овчинникова Ю. А., Папикян Т. А., Зражевская М. С., Волчанская А. А. Определение токсичности питьевой воды районов Краснодарского края по изменению оптической плотности культуры водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris beijer*) // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: сб. ст. : в 4 т. Краснодар : КубГАУ, 2017. Т. 4. С. 54–56.

2. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris beijer*). М. : Изд-во стандартов, 2004. 35 с.

3. Середа Л. О. Мониторинг токсического загрязнения почвенного покрова города Воронежа с использованием методов биотестирования // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер. Естественные науки. 2016. № 1 (25). С. 39–46.

Микробиологические исследования бактериальных сообществ комбикормов и садковой радужной форели (*Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*)

Ускова И. В.¹, Потешкина В. А.¹, Кальгина П. А.¹, Бражная И. Э.²
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет": ¹кафедра микробиология и биохимия, ²кафедра технологий пищевых производств, e-mail: yakimenko-vika2013@yandex.ru)

Аннотация. Получены результаты санитарно-микробиологического анализа рыбных комбикормов. Определена эффективность питательной средой для определения численности дрожжевых и плесневых грибов в комбикормах. Показано соотношение групп микроорганизмов в составе химуса кишечника форели и употребляемых ею комбикормов.

Abstract. The results of sanitary and microbiological analysis of fish feed were obtained. The effectiveness of the nutrient medium for determining the number of yeast and mold fungi in mixed feeds was determined. The ratio of groups of microorganisms in the composition of the intestinal chyme of cage trout and the feed it uses is shown.

Ключевые слова: аквакультура, гидробионты, радужная форель, микробиота, комбикорма
Key words: aquaculture, hydrobionts, rainbow trout, microbiota, combined feed

Анализ современных тенденций мирового рыболовства и аквакультуры показал, что уже к 2030 году совокупный объем производства рыбы вырастет до 204 млн тонн, что на 15 % больше, чем в 2018 году, также будет увеличиваться доля аквакультуры, которая на сегодняшний день составляет 46 % [1]. Тем не менее, несмотря на экономическое преимущество, искусственное воспроизводство гидробионтов имеет ряд проблем. С экономической точки зрения на первый план выходит очень высокая стоимость кормов. В структуре себестоимости выращиваемой рыбы затраты, приходящиеся на приобретение кормов, превышают в совокупности все остальные затраты [2].

С точки зрения обеспечения рационального и эффективного кормления, актуальным остается вопрос в области обеспечения безопасности комбикормов, используемых для культивирования гидробионтов, так как зачастую на практике рыбоводы сталкиваются с алиментарными болезнями, вызванными кормами [3; 4].

Комбикорма в садковых хозяйствах являются единственными источниками нутриентов для рыб. Известно, что большинство компонентов комбикормов содержат контаминанты – комплекс чужеродных веществ, оказывающих негативное влияние на общее физиологическое состояние здоровья и продуктивность объектов аквакультуры [5].

Поэтому комбикорма в животноводстве должны не только удовлетворять потребности объектов промысла во всех необходимых питательных и биологически активных веществах, но соответствовать показателям безопасности, то есть быть нетоксичными и обладать низким уровнем общей микробной обсеменённости [6].

Серьезную опасность представляют контаминанты, присутствие которых обусловлено высоким содержанием белка и липидов. При интенсивном развитии в комбикормах грибов и бактерий происходит расщепление жиров и белков, что обуславливает прогоркание и гниение, изменение химического состава и снижение пищевой ценности кормов. Образующиеся токсины и продукты жизнедеятельности микроорганизмов представляют опасность, как для самой рыбы, так и для окружающей среды и других представителей биоценоза [7].

Согласно аспектам современной теории питания, микробиота желудочно-кишечного тракта представляет собой единый консорциум, который участвует в нескольких важных физиологических функциях организма гидробионта, включая пищеварение, развитие врожденной иммунной системы слизистых оболочек, ангиогенез и защиту от болезней [8]. В процессе эволюции сосуществование микро- и макроорганизмов, вероятно, привело к адаптационным изменениям, проявляющихся в симбиозе с определенными видами бактерий [9].

Рыбы на протяжении всей своей жизни постоянно взаимодействуют с микроорганизмами различных таксономических и экофизиологических групп, часть которых входит в состав местной (индигенной) микробиоты, как правило, ассоциированной на слизистых оболочках. Другая часть микроорганизмов, присутствующих в желудочно-кишечном тракте могут проникать во внутренние ткани и органы, активно в них размножаясь [10].

Плотность популяции симбиотрофной микробиоты значительно варьирует в зависимости от ряда эндогенных (возраст, тип питания, структура пищеварительного тракта, рН кишечного содержимого, активность ферментов, осмотическое давление, иммунитет хозяина) и экзогенных (параметры окружающей среды) факторов [11; 12]. Интенсивная контаминация корма является одним из постоянно действующих эндогенных факторов в условиях искусственного культивирования. К экзогенным можно отнести высокую плотность посадки, повышенное содержание в воде токсичных продуктов

метаболизма рыб и органических веществ, сопровождаемые бурным развитием сапрофитной, условно-патогенной и патогенной микрофлоры. В совокупности эти факторы усугубляют зависимость рыбы от качества среды обитания. Деградация водных экосистем и усиление дестабилизирующих факторов естественного и антропогенного происхождения приводит к стрессированию культивируемой рыбы [13–15]. Общее состояние здоровья и целостность защитных барьеров рыбы во время стресса снижается, так как организм вынужден направлять часть своих сил на адаптацию к сложившимся условиям существования.

В литературе приводятся единичные сведения о влиянии различных групп микроорганизмов, поражающих комбикорма, на общее состояние организма рыбы и реализацию продуктивного потенциала. Поэтому особую актуальность приобретает исследование микробиоты кишечника радужной форели в совокупности с изучением обсемененности комбикорма [16].

Следовательно, обладая информацией о показателях бактериальной обсемененности комбикорма (как источника нутриентов) и рыбы возможно предотвращение повышения заболеваемости рыбы, а следовательно уменьшение ущерба для садкового хозяйства.

Целью настоящего исследования является определение количественного соотношения различных по ферментативной активности групп микроорганизмов, обсеменяющих комбикорма, и микробиоты радужной форели.

Объекты исследования: комбикорма (EFICO Alpha 790R и EFICO Enviro 923) и радужная форель (*Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*).

Отбор проб рыбы и образцов комбикорма [17] проводили с февраля по март 2020 года на рыбноводном предприятии "Найнас", расположенном на реке Тулома. Рыба для исследования выбиралась случайным образом, вскрытие осуществляли в лаборатории с соблюдением асептических условий.

Культивирование микроорганизмов *in vitro* проводили по общепринятым в микробиологии методикам [18].

Для оценки качества комбикормов определяли санитарно-микробиологические показатели, руководствуясь нормативно-технической документацией [19–21].

С целью получения наиболее достоверной числовой характеристики роста и размножения плесневых и дрожжевых грибов, контаминирующих рыбные комбикорма, была определена эффективность их культивирования,

основанной на проведении сравнительного анализа активности роста и размножения на различных дифференциально-диагностических питательных средах. При исследовании числовой характеристики микроскопических грибов использовали следующие плотные питательные среды: Сабуро (Оболенск ФБУН ГНЦ ПМБ), Чапека и сусловый агар, приготовленные согласно ГОСТ 13496.6-71 [22]. Прирост отмечали на 3, 5 и 7 сутки эксперимента.

Наиболее эффективной питательной средой для определения численности дрожжей и плесневых грибов оказался сусловый агар ($1,0 \times 10^5$ диаспор на 1 г комбикорма), отличающийся от других сред большим содержанием углеводов и наличием в составе аминокислот, необходимых для активного роста эукариотических микроорганизмов.

Санитарно-микробиологическая оценка комбикормов показала, что в основном качество комбикормов соответствует техническому регламенту Таможенного союза "О безопасности кормов и кормовых добавок" (ТР 201/00/ТС) и ГОСТу 29185-2018 "Методы выявления сульфитредуцирующих клостридий, растущих в анаэробных условиях". Однако в образце комбикорма EFICO Alpha 790R в марте ОМЧ в 1,5 раза выше нормы, и составила $7,2 \times 10^5$ КОЕ/г. Вероятно, объясняется это нарушением режимов хранения в условиях садкового хозяйства. В пробах более жирного корма EFICO Enviro 923 наблюдался рост плесневых грибов в пределах нормы.

При исследовании соотношения групп липолитических и протеолитических микроорганизмов было выявлено, что в комбикорме EFICO Alpha 790R преобладали протеолитические, а в комбикорме EFICO Enviro 923 липолитические. Это согласуется с данными по санитарномикробиологической оценке рыбных кормов. При определении общего микробного числа (ОМЧ) установлено, что в корме EFICO Alpha 790R выявляется прокариотическая группа бактерий, а, как известно, протеазы, расщепляющие белковую молекулу, выделяются многими гнилостными бактериями. При определении общего числа грибов (ОЧГ) выявлено, что в корме EFICO Enviro 923 наблюдался рост исключительно эукариотических микроскопических грибов, отличающихся липолитической активностью.

При исследовании химуса кишечника сеголеток было выявлено преобладание группы протеолитических микроорганизмов над группой липолитических в 12 раз. В химусе кишечника товарных рыб наблюдалась прямо пропорциональная картина.

Активное превращение липидов корма происходит при непосредственном участии липолитических микроорганизмов. Поэтому, вероятно, в общем составе микробиоты рыбы основная роль принадлежит микроскопическим грибам, которые, гидролизуя липиды, используют продукты распада в первую очередь для синтеза структур собственного тела. В то же время, отрицательно влияя на физиологическое состояние гидробионтов.

Из полученных в исследовании данных можно сделать вывод, что соотношение протеолитических и липолитических микроорганизмов, обсеменяющих комбикорм и рыбу, находится в прямой зависимости от процентного содержания в нем сырого протеина и жиров.

Библиографический список

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Меры по повышению устойчивости. Рим: ФАО, 2020. URL: <http://www.fao.org/3/ca9229ru/CA9229RU.pdf>.
2. Буяров В. С., Ю. А. Юшкова Эффективность применения биологически активных добавок в рыбоводстве // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (60). С. 30–39.
3. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. М. : Отдел маркетинга АМБ- агро. Ч. 1. 1998. 310 с.
4. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб М. : Отдел маркетинга АМБ- агро. Ч. 2. 1999. 234 с.
5. Имшенецкий А. А. Сальмонеллы // Большая советская энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. Т. 1. М. : Советская энциклопедия, 1969. 78 с.
6. Бурлачева И. В. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : тез. докл. науч.-практ. конф. Адлер : ВНИРО, 2001. С. 567.
7. Han S. [et al]. Analysis of bacterial diversity in the intestine of grass carp (*Stenopharyngodon idellus*) based on 16S rDNA gene sequences // Aquaculture Research. 2010. № 42, Iss. 1. P. 47–56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02543.x>.
8. Паршуков А. Н., Сидорова Н. А. Микробиоценоз радужной форели в садковых хозяйствах Северной Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 8-1 (145). С. 28–33.
9. Уголев А. М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций: элементы современного функционализма / отв. ред. Н. Н. Иезуитова. Л. : Наука, 1985. 544 с.

10. Шульгина Л. В., Якуш Е. В., Шульгин Ю. П. [и др.]. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологической значимости. Обзор // Известия ТИНРО. 2015. Т.181. С. 216–230.

11. Cabello F. C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment // Environmental Microbiology. 2006. P. 1137–1144. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01054.x>.

12. Шивокене Я. С. Роль микроорганизмов пищеварительного тракта в питании прудовых рыб. Изменчивость физиологических групп микроорганизмов в зависимости от характера питания рыб // Труды Академии наук Литовской ССР. 1980. Т. 2 (90). С. 77–83.

13. Campbell A. C., Buswell J. A. The intestinal microflora of farmed Dover sole (*Solea solea*) at different stages of fish development // Journal of Applied Bacteriology. 1983. Vol. 55, Iss. 2. P. 215–223. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1983.tb01318.x>.

14. Маклакова М. Е. Иммуно-физиологический статус у рыб из природных популяций и аквакультуры в норме и при патологии : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.06, 03.03.03 / М., 2012. 25 с.

15. Обухова О. В. Микробиологические и экологические аспекты природно-очаговых сапронозов в гидроэкосистеме Волго-Каспийского бассейна // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, №. 1. С. 93–96. DOI: <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2013-1-93-96>.

16. Бурлаченко И. В. Теоретические и прикладные аспекты повышения резистентности осетровых рыб в аквакультуре : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.10. М., 2007. 46 с.

17. ГОСТ 13496.0-2016. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб = Compound feeds, feed raw materials. Methods of sampling : : национальный стандарт Российской Федерации : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2016 N 1463-ст : введен впервые : дата введения 2018-01-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140597>.

18. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М. : Медицина, 1978. 394с.

19. Ветеринарные правила и нормы по безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства кормов ВетПиН 13-5-01/0101 (проект).

20. ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях = Microbiology of food and animal feeding stuffs. Methods for detection and enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions : национальный стандарт Российской Федерации : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 сентября 2014 г. № 1174-ст : дата введения 2016-01-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200119547>.

21. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* = Food products. Method for the detection of *Salmonella* spp национальный стандарт Российской Федерации : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2012 г. № 715-ст : дата введения 2013-07-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098239>.

22. ГОСТ 13496.6-71 Комбикорм. Метод выделения микроскопических грибов = Mixed feed. Method of detachment of fungi : национальный стандарт Российской Федерации (с Изменением N 1, 2) : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 25.12.70 № 233 : дата введения 1972-01-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200024325>.

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

Открытое программное обеспечение как решение проблемы преподавания информатики в дистанционном формате

Бучкова З. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: buchkovaza@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной работе рассматривается применение наиболее популярной открытой системы компьютерной математики Scilab, а также преимущества использования этой системы в качестве средства преподавания отдельных тем информатики для технических специальностей в системе высшего образования.

Abstract. The article describes the application of the most popular open system of computer mathematics Scilab, as well as the advantages of using this system as a means of teaching certain topics of computer science for technical specialties in higher education.

Ключевые слова: информатика, компьютерная математика, дистанционное обучение, свободное программное обеспечение

Key words: Informatics, computer mathematics, distance learning, free software

Концепция развития образования на современном этапе выдвигает ряд проблем перед высшими учебными заведениями, решение которых лежит в области использования и внедрения дистанционных образовательных технологий с использованием свободно-распространяемого программного обеспечения.

Для многих студентов, проходящих обучение в высших учебных заведениях недоступно проприетарное программное обеспечение ввиду высокой стоимости, поэтому наиболее значимый интерес приобретают свободно распространяемые программные продукты.

В наши дни компьютерная математика достигла высокого уровня развития и продолжает интенсивно развиваться, порождая создание целого ряда систем компьютерной математики и проблемно-ориентированных пакетов их расширения.

Особое внимание для технических специальностей представляет пакет Scilab. Именно пакет Scilab удобно использовать для проведения отдельных тем из курса информатики, а также других технических дисциплин, так как данная программа очень удобна при проведении инженерных расчётов и не требует особых знаний в области программирования.

Программа Scilab [sailæb] (Scientific laboratory) – пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инже-

нерных (технических) и научных расчётов, является свободным программным обеспечением (СПО), выпускается под лицензией GNU GPL¹ и может свободно устанавливаться и использоваться в вузах, организациях, на домашних компьютерах. Преимуществом этой программы является бесплатность, невысокие системные требования, но самое главное, она является наиболее полной и общедоступной альтернативой наиболее известного и высокоэффективного пакета Matlab, являющегося мировым стандартом в области современного математического и научно-технического программного обеспечения.

Свободно распространяемую версию пакета Scilab вместе с полной документацией на английском языке в формате pdf можно получить по адресу <http://www.scilab.org>.

Стоит особо отметить возможности программы Scilab в предоставлении широкого спектра графических функций, экспорта изображений, обработке математических выражений, численных методов, решении задач линейной алгебры, задач оптимизации и симуляции, матричных операций. Пакет Scilab содержит объемную библиотеку встроенных функций, мощную систему программирования, а также обладает удобными средствами визуализации расчётов и мощными статистическими функциями.

Перед преподавателем встаёт ряд задач по конструированию учебного процесса, собственной деятельности и совместной деятельности с обучающимися. Здесь на первый план выходит уровень профессиональной компетентности преподавателя.

Возникает необходимость в специализированной разработке и создании учебно-методической литературы на русском языке для высших учебных заведений с использованием системы Scilab, актуальной и понятной как для обучающихся, так и преподавателей, которое не уступало бы по качеству учебникам по Matlab, Mathcad, Maple и др.

Пакет Scilab можно также использовать и в преподавании ряда других естественно-научных и технических дисциплин, например в физике при моделировании физических процессов, в химии при создании модели эксперимента, в биологии при моделировании развития популяции и других науках.

¹ Стандартная Общественная Лицензия GNU General Public License (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>) – это свободная лицензия для программного обеспечения, обеспечивающая возможность копирования и доступа к исходному коду при соблюдении установленных ограничений.

Рассмотрим несколько примеров, демонстрирующих работу в программе Scilab.

Пример 1. Решим нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка (уравнение Ван-дер-Поля):

$$\frac{d^2u}{dt^2} - \varepsilon(1 - u^2) \frac{du}{dt} + u = 0$$

с начальными условиями $u(0) = u_0, \frac{du(0)}{dt} = u_1$, где $\varepsilon > 0$, параметр, который задаёт степень влияния нелинейности на возникновение и развитие колебаний.

Данное дифференциальное уравнение второго порядка можно привести к системе двух дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{aligned} y_1' &= y_2 \\ y_2' &= \varepsilon \cdot (1 - y_1^2) \cdot y_2 - y_1 \end{aligned}$$

Построим с помощью системы Scilab кривую изменения напряжения во времени генератора Ван-дер-Поля, при $\varepsilon = 5, t \in [0 \ 30]$ и начальных условиях $[2 \ 0]$.

Программа на Scilab для построения кривой генератора Ван-дер-Поля:

```
function dy=vdp(t,y,epsilon)
dy(1)=y(2);
dy(2)=epsilon*(1-y(1)^2)*y(2)-y(1);
endfunction
t0=0;
y0=[2;0];
tmax=30;
t=t0:0.1:tmax;
epsilon=5;
y=ode("rk",y0,t0,t,epsilon,vdp); // для решения системы используем метод Рунге-Кутты четвертого порядка
plot(t,y(1,:));
xtitle('Генератор Ван-дер-Поля')
xlabel('время t');
ylabel('u(t)');
xgrid
```

Результат работы программы (рисунок 1).

Вывод: из графика видно, что колебания генератора Ван-дер-Поля имеют релаксационный вид, так как $\varepsilon > 1$.

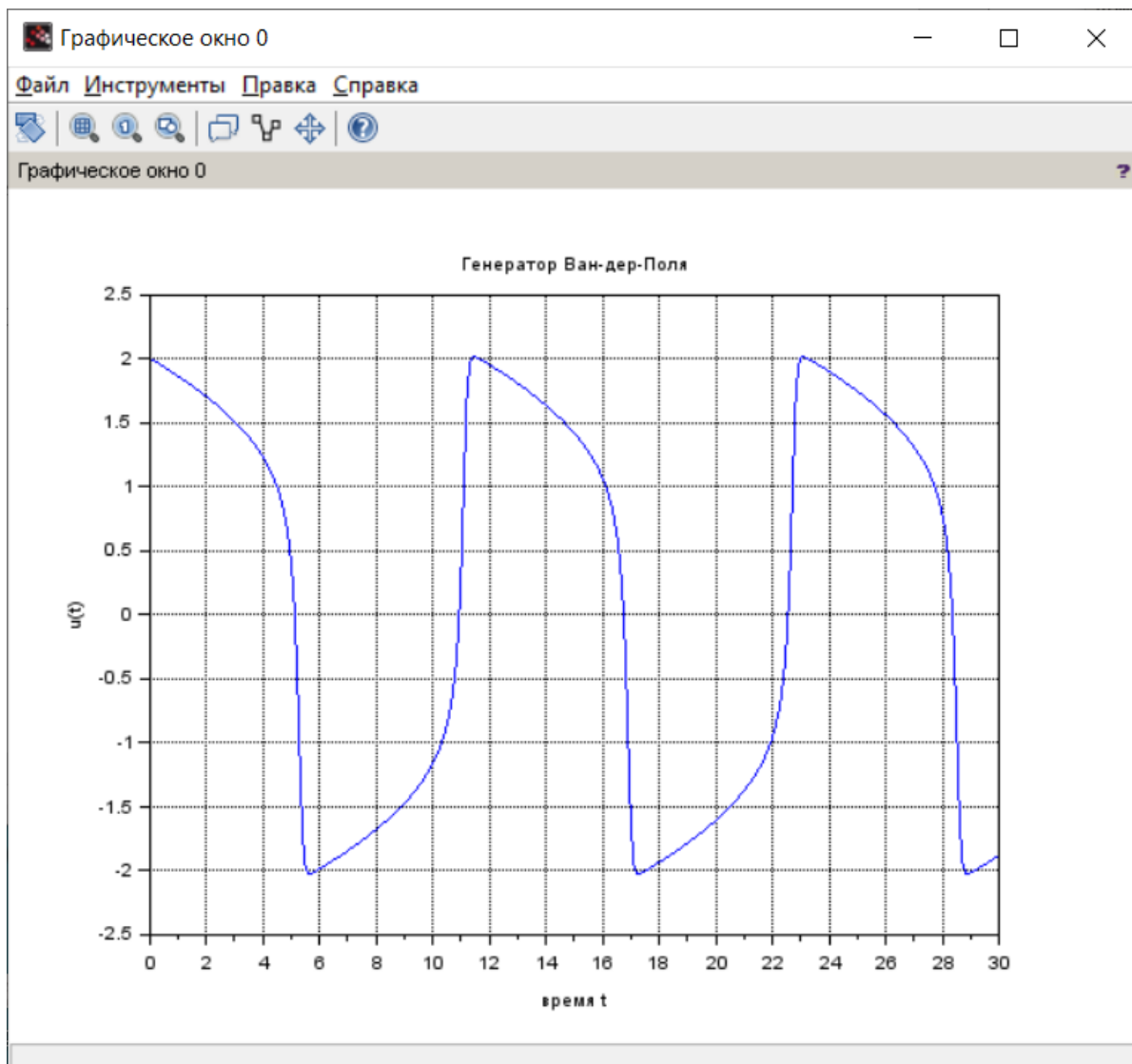


Рисунок 1 – Решение системы ОДУ численным методом

Пример 2. Построить с помощью Scilab кривую изменения во времени затухающего колебания при следующих условиях:

$$A=1 \text{ В, } b=1 \text{ 1/с, } \omega = 6 \text{ рад/с, } \varphi = 0 \text{ рад и } t \in [0 \ 6] \text{ с.}$$

Затухающее во времени колебание в простейшем случае описывается уравнением (1).

$$u(t) = A \cdot \exp(-b \cdot t) \cos(\omega \cdot t + \varphi), \quad (1)$$

где A – начальная амплитуда; b – коэффициент затухания; ω – частота затухающих колебаний; φ – начальная фаза; t – время.

Программа с решением в среде Scilab выглядит следующим образом:

A=1;

```

b=1;
w=6;
fi=0;
t=0:0.001:6;
u=A*exp(-b*t).*cos(w*t+fi);
plot(t,u);
xlabel('t,c. ');
ylabel('u(t),В');
xgrid;
xtitle('График затухающего колебания');
xtitle('График затухающего колебания');
xtitle('График затухающего колебания')
    
```

Результат работы программы рисунок 2.

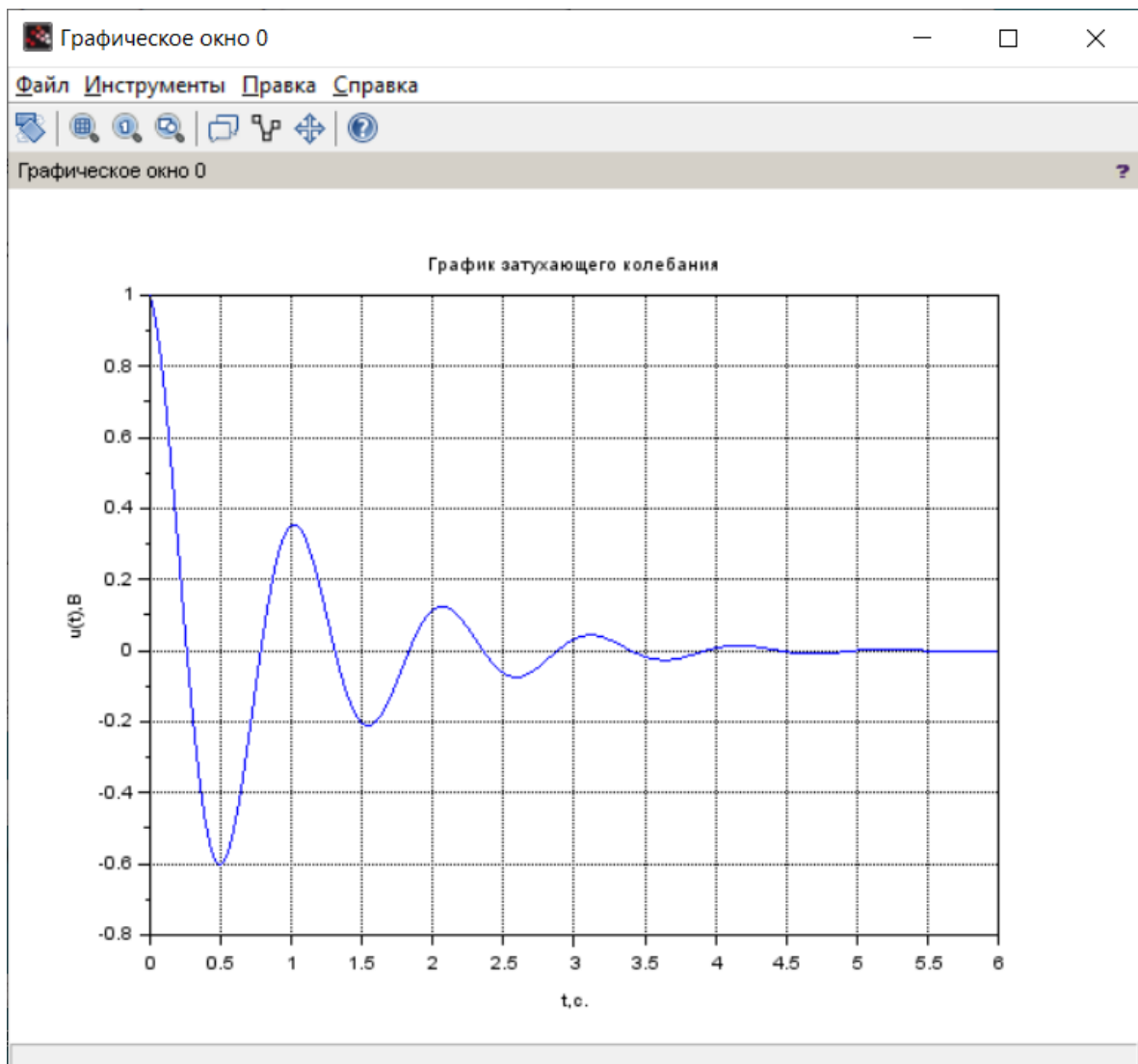


Рисунок 2 – График затухающего колебания

Таким образом, можно сделать выводы:

1. На современном этапе модернизации образования сформировалось достаточно большое количество проблем в связи с преподаванием информатики и других технических дисциплин. Одной из ключевых проблем занимает дистанционное обучение.

2. Математический пакет Scilab является неотъемлемой частью в преподавании отдельных тем информатики, а также ряда других технических дисциплин в современной системе дистанционного обучения.

3. Использование свободной программы Scilab является достойной заменой проприетарного программного обеспечения в учебном процессе вуза.

Библиографический список

1. Дьяконов В. П., Пеньков А. А. MATLAB и SIMULINK в электроэнергетике : справочник. М. : Горячая линия-Телеком, 2009. 816 с.

2. Фриск В. В., Ганин В. И., Степанова А. Г. Компьютерный анализ переходных процессов в электрических цепях с помощью MATLAB. М. : СОЛОН–Пресс, 2019. 42 с.

Реализация требований Кодекса ПДНВ в области подготовки курсантов-электромехаников при работе на высоковольтном тренажере

Власов А. Б., Урванцев В. И., Мухалев В. А., Буев С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: vlasovab@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрены особенности подготовки курсантов специальностей 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики", на тренажере TRANSAS 5000 с учетом требований Кодекса ПДНВ при изучении высоковольтного оборудования с напряжением до 15 кВ.

Abstract. The features of training cadets of the specialty 26.05.07 "Operation of ship electrical and automation equipment", 26.05.06 "Operation of ship power plants on the TRANSAS 5000 simulator are considered taking into account the requirements of the STCW Code. when studying high-voltage equipment with voltages up to 15 kV.

Ключевые слова: обучение, эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, тренажер TRANSAS 5000, высоковольтное оборудование до 15 кВ, Кодекс ПДНВ

Key words: training, operation of ship electrical and automation equipment with voltages up to 15 kV, TRANSAS 5000 simulator, STCW Code

Конвенция ПДНВ и Кодекс ПДНВ [1] (раздел А-III/6) определяют минимальные стандарты компетентности для дипломирования электромехаников, при этом значительная роль отводится тренажерной подготовке на высоковольтных тренажерах.

Эти требования выдвигаются во многих разделах освоения функций "Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации", "Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации".

Например, при оценке сферы компетентности "Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления", учитывающей знание, понимание и профессиональные навыки в работе с электрическими распределительными щитами и электрооборудованием силовых систем напряжением выше 1000 В, от учащегося требуется не только понимание опасностей и мер предосторожности, требуемых для эксплуатации высоковольтных силовых систем, но и одобренная подготовка на тренажере.

Аналогичное требование выдвигается при оценке сферы компетентности "Эксплуатация и техническое обслуживание силовых систем с напряже-

нием выше 1000 вольт" требующей безопасную эксплуатацию и техническое обслуживание высоковольтных систем, включая знание специального технического типа высоковольтных систем и опасностей, связанных с рабочим напряжением более 1000 вольт.

Согласно Конвенции ПДНВ [1] (Разделы А-III/1, А-III/2, А-III/6, В-III/2) с 1 января 2017 года для работы на судах с напряжением силовой электрической установки свыше 1000 В обязательным требованием для персонала машинной команды является прохождения курсов по безопасной эксплуатации высоковольтного оборудования [2].

Подобные требования согласуются с документами [3] по эксплуатации судового электрического оборудования свыше 1000 В.

Известно, что основная причина повышения напряжения в электрических сетях состоит в том, что чем выше уровень напряжение, тем большую мощность, на большее расстояние с меньшими потерями можно передать по линии электропередачи. В современных судовых высоковольтных энергетических системах на выходах генераторов используются трансформаторы, повышающие электрическое напряжение до уровня более 1000 В (6–15 кВ) при соответствующем снижении значения силы тока в кабельных линиях.

С другой стороны, увеличение напряжения приводит к неизбежному увеличению проблем, связанных с электробезопасностью, пробоем электрической изоляции, повышением вероятности повышения пожаров и т. п. Это накладывает определенные требования на процесс подготовки инженеров электромехаников для работы с высоковольтным оборудованием.

Перечисленные обстоятельства обуславливают введение в учебный план (УП 3++) специальности 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" новых дисциплин, в том числе, "Тренажерная подготовка: техническое использование и эксплуатация судовой высоковольтной ЕЭЭС (Тренажер судовой электростанции)", "Техническая эксплуатация судовых систем напряжением свыше 1000 вольт", "Электропожаробезопасность высоковольтных САЭЭС", обеспеченных тренажерной подготовкой с соответствующим перечнем реального оборудования.

На тренажёре *TRANSAS ERS 5000 TechSim*, моделирующим работу судовой электроэнергетической систем на судах различного назначения, в совокупности с промышленной стойкой ГРЩ, в полной мере может быть произведена необходимая подготовка.

К моделям судов, имеющих высоковольтное оборудование, например, можно отнести:

– Duel Fuel Diesel- Electric LNG Carrier – дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем (САЭЭС 6600 В) [4];

– Multifunctional Ice Breaking Supply Vessel "Gennady Nevel'skoy" – ледокольное судно (САЭЭС 3300 В) [5];

MAN BW ECME container Ship – контейнеровоз) с двигателем с электронным управлением системой газораспределения (САЭЭС 6660 В) [6].

На рисунке 1 приведен элемент схемы судовой ЕЭЭС на напряжение 6600 В, моделируемой взаимодействие с высоковольтным ГРЩ.

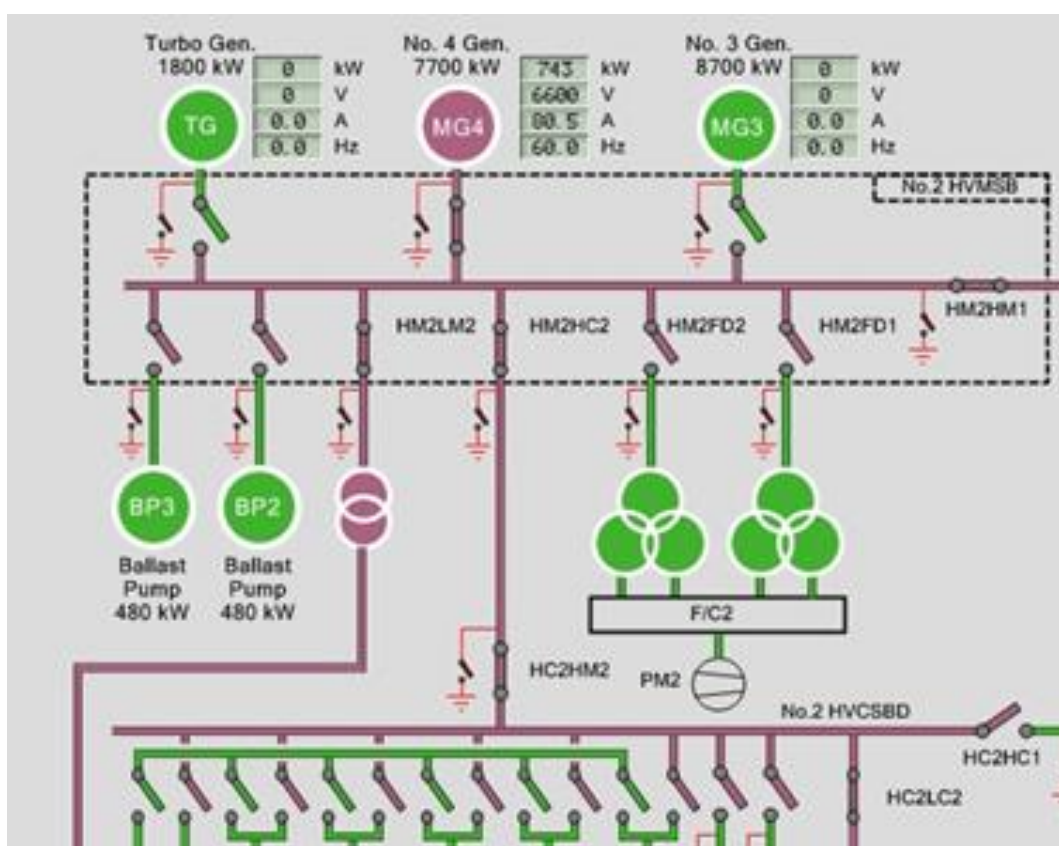


Рисунок 1 – Элемент схемы, моделирующей работу высоковольтной ГРЩ [4]

Центральным объектом тренажерной подготовки при изучении данных курсов является типовая высоковольтная стойка ГРЩ представленная комплектным распределительным устройством КРУ–РН-6-ВВ (ELZ- 6(10) кВ, используемая на судах различного назначения (рисунок 2).

Отличительной особенностью данного КРУ является применение выдвигного (выкатного) модуля на базе вакуумных выключателей EVOLIS (SE), VF-12 на рабочее напряжение до 12 кВ [7].

В процессе обучения курсанты имеют возможность не только получения необходимой теоретической подготовки в части строения, назначения узлов высоковольтного оборудования, знаний техники безопасности, но и требуемую тренажерную подготовку, связанную с эксплуатацией реального оборудования, методами и этапами его включения / выключения, осмотра, контроля работоспособности, подключения в судовую электроэнергетическую систему.



Рисунок 2 – Внешний вид высоковольтной стойки и вакуумного выключателя

На кафедре электрооборудования судов МГТУ разработаны соответствующие методические указания (для всех видов занятий), которые позволяют курсантам освоить приемы технической эксплуатации высоковольтного оборудования.

Планируется проведение учебных курсов подготовки судовых механиков и электромехаников для работы на судах, оборудованных высоковольтными системами с напряжением свыше 1000 В в соответствии требованиями ПДНВ, относящимся к подготовке специалистов к работе с высоким напряжением на уровне эксплуатации.

Главным критерием оценки компетентности обучаемых в результате тренажерной является демонстрация ими способности выполнять задания по работе с высоковольтным оборудованием в соответствии с нормативными

требования Конвенции ПДНВ и Российского морского регистра судоходства по безопасности и эксплуатации.

Библиографический список

1. Конвенция ПДНВ и Кодекс ПДНВ. Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. Лондон : ИМО, 2013. 420 с.

2. Эксплуатация электроустановок высокого напряжения // ЧОУ ДПО «МАРСТАР» : сайт. URL:

https://www.marstar.spb.ru/docs/morskoe_napravlenie/morflot/podgotova_mehnikov1/ekspluatsiya_elektroustanovok_vysokogo_napryazheniya/.

3. Правила классификации и постройки морских судов. Часть XI. Электрическое оборудование : (НД №2-020101-095) : вступили в силу 1 января 2017 года. СПб., 2017. 138 с.

4. Дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем. Руководство обучаемого. Транзас, 2018. 523 с.

5. ERS 5000 TechSim Судно обеспечения добывающих платформ. Руководство пользователя. Транзас, 2019. 354 с.

6. ERS 5000 TechSim. Модель контейнеровоза с двигателем MAN BW с электронным управлением системой газораспределения. Руководство пользователя. Транзас, 2018. 276 с.

7. ШЭЛА : сайт. URL: <https://www.shela71.ru/product/rudnichnoe-elektrooborudovanie-dlya-shaht-razrezov-i-rudnikov/rudnichnoe-elektrooborudovanie-6-10-kv/shkaf-komplektnih-raspredelitelnih-ustroystv-kru-r/>.

**Особенности подготовки курсантов специальности
26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики" на тренажере TRANSAS 5000**

Власов А. Б., Урванцев В. И., Мухалев В. А. Сергеев К. О. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: vlasovab@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрены особенности подготовки курсантов специальности 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" на тренажере TRANSAS 5000

Abstract. The features of training cadets of the specialty 05/26/07 "Operation of ship electrical and automation equipment" on the TRANSAS 5000 simulator are considered

Ключевые слова: обучение, эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, тренажере TRANSAS 5000

Key words: training, operation of ship electrical and automation equipment, TRANSAS 5000 simulator

Действующая Конвенция ПДНВ и Кодекс ПДНВ определяют минимальные стандарты компетентности для судовых механиков и электромехаников, при этом значительная роль отводится тренажёрной подготовке.

В тренажёре *TRANSAS ERS 5000 TechSim* моделируются машинные отделения с системами и механизмами, системами дистанционного автоматизированного управления, постами локального управления, системами защиты и АПС различных типов современных судов.

К основным моделям судов, представленных на тренажере, можно отнести:

1. дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем (прототип "Великий Новгород);
2. дизель-электрическое круизное судно с винторулевой колонкой AZOPOD (протип Zulderman);
3. ледокольное судно (прототип "Геннадий Невельский");
4. грузопассажирский паром с двойным среднеоборотным двигателем и ВРШ
5. танкер для перевозки СПГ с паровой турбиной (прототип Grandis-Excelsior)

Моделируемое оборудование сгруппировано в представленных моделях, в основном, в три тренажёрных модуля:

– модуль дизельной СЭУ;

- модуль судовой электростанции;
- модуль вспомогательных систем и механизмов;

с возможностью осуществлять все необходимые операции по управлению, введению неисправностей, поломок и аварийных ситуаций.

Тренажёр *TRANSAS ERS 5000 TechSim* полностью имитирует процесс несения вахты в МО и ЦПУ и позволяет обучаемому контролировать и управлять всем моделируемым оборудованием в режиме реального времени, в ручном, автоматическом и автоматизированном управлении и при различных условиях.

Физический и поведенческий реализм в тренажёре обеспечивается за счёт того, что моделируемые процессы, время реакции на управляющие воздействия и прочее занимают в тренажёре то же время, что и в реальной обстановке на судне. Поэтому для обучаемого отводится то же время для анализа ситуации и принятия решений, что и при несении вахты на реальном судне. Состав и дизайн оборудования, пультов и шкафов, мнемосхем, органов управления и контроля, отображаемых на экранах компьютеров соответствует тенденциям и состоянию современного судостроения.

Тренажёр *TRANSAS ERS 5000 TechSim* предназначен для обучения, наработки навыков несения вахты и проверки знаний, в том числе, судовых механиков, электромехаников в соответствии с требованиями Международной конвенции ПДНВ.

В процессе обучения курсантов морских специальностей в МГТУ тренажёр применяется:

- а) при обучении:
 - базовым техническим знаниям;
 - при изучении механизмов, систем машинного отделения и их мнемосхем;
 - при изучении систем управления, контроля, защиты, аварийно-предупредительной сигнализации;
 - при изучении правил эксплуатации систем и механизмов.
 - б) при тренингах:
 - для получения навыков по эксплуатации судового оборудования, систем и механизмов, навыков несения вахты;
 - в) при проверке знаний и навыков:
 - для демонстрации профессиональных знаний и навыков;
- Тренажёр обеспечивает три уровня обучения и тренинга, в том числе:
1. ознакомления и изучения;

2. несения вахты в штатных режимах;
3. несения вахты в нештатных режимах;
4. управления при наличии неисправностей.
5. На тренажёре курсантами отрабатываются:
 - начальное понимание работы первичных двигателей (в том числе главной двигательной установки), вспомогательных механизмов машинного отделения;
 - закрепляются знания электрических распределительных щитов и электрооборудования, приборов сигнализации и следящих систем;
 - навыки подготовки систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами к работе;
 - включение генераторов, соединение, распределение нагрузки и переключение генераторов;
 - соединение и отсоединение распределительных щитов и распределительных пультов;

На тренажёре проводятся практические занятия по обучению, наработке навыков несения вахты и проверки знаний курсантов, обучающихся по специальностям "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" в соответствии с требованиями Международной конвенции ПДНВ и Кодекса ПДНВ.

Занятия (тренинги) проводятся в составе учебной подгруппы до 8 человек.

Планы занятий на тренажёрах составлены в тесной связи с задачами и практической работой на судне определенной модели.

Каждый типовой план практического занятия, в зависимости от учебных целей, может быть использован неоднократно при проведении следующих видов занятий с учебными целями:

- ознакомления с составом и назначением оборудования, изучения состава, технических характеристик и взаимодействия оборудования и т. д.;
- отработки навыков по управлению оборудованием в штатных режимах;
- отработки навыков по управлению оборудованием при наличии различных неисправностей;
- закрепления полученных навыков;
- контрольными занятиями для проверки и оценки знаний умений и навыков.

Программное обеспечение тренажёра позволяет инструктору вводить широкий набор характерных неисправностей судового оборудования.

Преподаватель (инструктор) имеет возможность на основе типовых планов самостоятельно разрабатывать другие планы практических занятий с учётом контингента обучаемых и учебных целей, включая отработку навыков курсантов по управлению СЭУ и ЭЭС при различных неисправностях.

Темы, их количество и учебные цели занятий определяются в зависимости от количества аудиторных часов отведённых учебным планом специальности на данную дисциплину.

Курсанты работают на тренажёре под управлением и контролем со стороны инструктора. Инструктор управляет тренажёром, получает данные от каждого из обучаемых (испытуемых), оценивает и анализирует качество работы обучаемых на тренажёре.

Тренажер *TRANSAS ERS 5000 TechSim* представляет собой совокупность мониторов, виртуальных панелей, которые управляются с рабочего места инструктора.

Обучаемые имеют возможность работать с индивидуальных рабочих мест (Bridge – мостиков) с номерами № В1, № В2, № В3, №В4 и № В5, представляющего собой совокупность виртуальных панелей с номерами №1 – №13.

Каждый мостик №В1 – №В4 локализован на рабочем столе обучаемого и включает в себя 4 монитора, информация которых управляется клавиатурой и мышью (Рисунок 1).

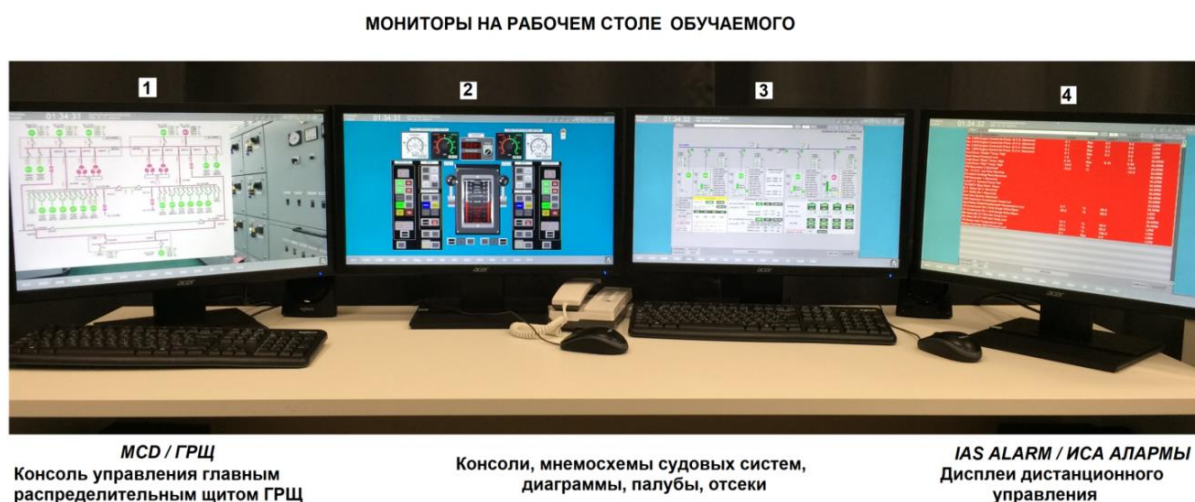


Рисунок 1 – Индивидуальное рабочее место (Bridge – мостик)

Мостик № 5 (Bridge № 5) представляется собой совокупность виртуальных панелей, каждая из которых выполняет определенную функцию, связанную с консолями тренажера; Внешний вид виртуальных панелей представлен на рисунках 2–3.



Рисунок 2 – Внешний вид панелей №1 – №3 Bridge №5



Рисунок 3 – Bridge №5: внешний вид панелей №4 – №13

На сенсорных панелях № 4 – № 9 реализуется управление виртуальных приборов и переключателей.

Панель №13 предназначена для реализации виртуальных прогулок по палубам судна.

На тренажере предусмотрены многочисленные защиты анализируемого оборудования (системы АПС), которые срабатывают при совершении неправильных или некорректных действия обучаемых.

На своём рабочем месте может работать в режиме создания и редактирования упражнений и в режиме оценки и анализа выполнения упражнений обучаемыми.

В тренажёре предусмотрен режим записи занятия, что актуально при разборе действий обучаемых в ходе занятия. При необходимости делаются паузы в просмотре записи для более подробного рассмотрения выполнения курсантами наиболее важных отрабатываемых элементов.

Главным критерием оценки компетентности курсанта в результате обучения является демонстрация им способности выполнять задание безопасно, безаварийно и эффективно.

Проведение лабораторных занятий по дисциплине "Физика" в рамках дистанционного обучения

Власова С. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: vlasovasv@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе рассматривается ситуация, возникшая в Российском высшем техническом образовании в последнее время в связи с использованием дистанционного обучения, включая выполнение лабораторных работ по дисциплине "Физика". Широкое распространение дистанционного обучения, в том числе и в учебных заведениях, которые не были готовы к его массовому использованию, было обусловлено непреодолимыми причинами, связанными с пандемией коронавируса. Преподавателям необходимо было найти такие формы дистанционной работы, которые позволили бы выработать базовые навыки работы с лабораторным оборудованием, составлением отчётов по выполненным измерениям, расчёту погрешностей измерения физических величин, а также сформировать понимание связи базовых законов физики с теми действиями, которые выполняет экспериментатор в лаборатории. В работе автор делится опытом работы по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Физика" в условиях дистанционного обучения, анализирует ситуацию, делает выводы о том, какие пробелы имеются в знаниях и умениях студентов технических направлений обучения в сложившейся ситуации. Рассматривается возможность устранения возникшей недообученности.

Abstract. The paper examines the situation that has arisen in the Russian higher technical education in recent years in connection with the use of distance learning, including the implementation of laboratory work in the discipline "Physics". The wide spread of distance learning, including in educational institutions that were not ready for its mass use, was due to compelling reasons associated with the coronavirus pandemic. Teachers needed to find such forms of distance work that would allow them to develop basic skills in working with laboratory equipment, compiling reports on the measurements performed, calculating the measurement errors of physical quantities, and also to form an understanding of the connection between the basic laws of physics and actions, performed by the experimenter in the laboratory. In this work, the author shares his experience in the implementation of laboratory work on the discipline "Physics" in the conditions of distance learning. The author analyzes the situation, draws conclusions about what gaps are in the knowledge and skills of students in technical areas of study in the current situation. The possibility of eliminating the arisen undertraining is being considered.

Ключевые слова: режим дистанционного обучения, методика проведения лабораторных занятий в дистанционном режиме, "недообученность" студентов технических вузов, связь базовых законов физики с действиями экспериментатора, компенсация возникшей "недообученности"

Key words: distance learning mode, methodology for conducting laboratory classes in a distance mode, "undertraining" of students of technical universities, the connection of the basic laws of physics with the actions of the experimenter, compensation for the "undertraining"

Освоение дисциплины "Физика" в техническом вузе невозможно представить без занятий, посвящённых выполнению лабораторных работ в физических лабораториях. Естественнонаучные дисциплины, изучаемые в вузе, и прежде всего, – физика, существенно отличаются от многих учебных предметов тем, что "при обучении необходима постановка экспериментов, причём руками самих студентов" [1]. В работе [1] обращается внимание на тот факт, что виртуальные лабораторные работы, часто используемые в режиме дистанционного обучения, позволяя виртуально изучить многие законы, не обеспечивают подготовку компетентных специалистов. Свой вывод авторы обосновывают тем, что будущий технический специалист должен овладеть методологией подготовки эксперимента, проведения измерений и обработки их результатов. Кроме того, они полагают, что будущего выпускника технического вуза, который не держал в руках настоящие приборы, не включал их и не снимал показания, нельзя считать полноценным техническим специалистом. Отметим, что авторы работы [1] рассуждают о ситуации изучения дисциплины "Физика" в дистанционном режиме в условиях обучения студентов, которые находятся на удалении от базового вуза, и не имеют возможности работать в лаборатории.

Авторы работы [2] полагают, что за многие десятилетия сложилась традиционная, хорошо отлаженная система обучения физике, которая включает лекционные занятия, лабораторный практикум, решение задач. Они отмечают, что традиционные пути подготовки будущего инженера к профессиональной деятельности на занятиях по физике, на сегодняшний день, не являются достаточно эффективными, и переносить их на дистанционное обучение не целесообразно. Основным недостатком традиционного обучения физике в технической вузе, авторы работы [2] считают тот факт, что цель обучения, по преимуществу, сводится к освоению обобщённых результатов, накопленных человечеством в этой области, в силу чего полученные студентами знания "не могут обладать достаточной широтой приложения в различных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности". С нашей точки зрения, этот вывод авторов работы [2] является не верным, поскольку именно глубоко усвоенные обобщённые базовые знания по дисциплине "Физика" предоставят будущему техническому специалисту эффективный инструмент к решению любой профессиональной задачи. А таких задач может быть бесконечно много. Конечно, желательно, чтобы преподаватель при обучении физике будущих технических специалистов приводил примеры применения

базовых физических знаний при решении профессиональных задач. Тем не менее, акцент в обучении физике в техническом вузе следует, по нашему мнению, делать именно на усвоении студентами обобщенных результатов физических знаний. С нашей точки зрения, именно такой "багаж" физического знания позволит будущему техническому специалисту решить любую профессиональную задачу, поскольку он будет рассматривать эту задачу, как приложение в технической сфере хорошо понимаемых им законов физики.

Мы считаем, что главная цель изучения дисциплины "Физика" в любом техническом вузе – усвоить обобщённые базовые знания по физике, которые будущий технический специалист сможет использовать в огромном числе конкретных профессиональных ситуаций. Исходя из этого, мы полагаем, что и при выполнении лабораторных работ по физике, как в обычном режиме, так и в дистанционном, – необходимо делать акцент именно на глубоком усвоении базовых физических знаний. Но не только.

Для того, чтобы технический специалист умел успешно справляться с профессиональными задачами, которые ему придётся в будущем решать в своей производственной деятельности, недостаточно, с нашей точки зрения, научить его пользоваться лабораторным оборудованием, а также создать учебную обстановку, позволяющую освоить обобщённые результаты знаний, накопленных человечеством в области физики. Необходимо, по нашему мнению, чтобы студент в процесс изучения физики научился устанавливать связь между базовыми физическими знаниями и теми действиями, которые осуществляет экспериментатор в лаборатории.

С точки зрения авторов работы [3], наибольшие затруднения при дистанционном обучении физике вызывает организация выполнения лабораторных работ. Это связано с тем, что, независимо от причины, по которой студенту необходимо выполнять лабораторные работы в дистанционном режиме (удалённость студента от вуза или ситуация с пандемией), от вуза требуется подготовка специальной лабораторной базы для дистанционного использования.

Обратимся к ситуации изучения дисциплины "Физика" в технических вузах, возникшую в связи с пандемией коронавируса. В ряде учебных заведений, в том числе и Мурманском государственном техническом университете (МГТУ), взамен выполнения традиционных лабораторных работ по дисциплине "Физика" (в лабораториях) были предложены не виртуальные лабораторные работы (поскольку таковых не имелось), а следующая "традици-

онная схема" выполнения лабораторной работы. Шаг первый (получение "допуска" к работе) – студент читает описание лабораторной работы, выполняет "заготовку" (описывает теоретические сведения, методику проведения эксперимента, заготавливает таблицы, куда будут вноситься экспериментальные результаты). Шаг второй ("выполнение" работы) – преподаватель предоставляет студенту экспериментальные результаты. Шаг третий – студент выполняет отчёт по полученным от преподавателя экспериментальным результатам. Шаг четвёртый – "защита" базового теоретического материала, относящегося к тематике выполненной лабораторной работы. Очевидно, что в представленной схеме выполнения лабораторной работы студенты не только не работают самостоятельно с лабораторным оборудованием, но даже не видят его.

Учитывая тот факт, что во многих технических вузах дисциплина "Физика" изучается два учебных семестра (второй и третий), то студенты этих вузов 2019 года набора оказались в ситуации серьёзной недообученности методике выполнения физического эксперимента, так как подавляющая доля учебного времени этих семестров, в связи с пандемией коронавируса, пришлось на дистанционное обучение. Уверенно можно утверждать, что студенты технических специальностей не приобрели навыков работы с приборами. И это, безусловно, пробел в их техническом образовании, который следует обязательно компенсировать при последующем обучении, на что руководство учебной работой технических вузов должно обратить внимание. В какой форме будет осуществляться эта работа, каждый вуз может определить самостоятельно. Но то, что такая работа должна и может быть выполнена, например, при проведении лабораторных занятий по специальным дисциплинам, с нашей точки зрения, не вызывает сомнения.

Существует и другая проблема, которую, по нашему мнению, решить гораздо сложнее. Мы обратили внимание, что "защита" лабораторных работ (т. е., изложение студентами теоретических законов, с применением которых связана та или иная лабораторная работа), проходила достаточно успешно и в дистанционном режиме. Но смогли ли студенты понять ("прочувствовать"), как на основе базовых теоретических представлений "рождается" узко специализированное профессиональное знание? Как, исходя из общих законов физики и выполнив физический эксперимент, можно получить либо мировую константу (например, отношение заряда электрона к его массе), либо техническую константу, например – постоянную термодинамики? Ответа на этот вопрос у нас нет.

Мы вполне уверенно утверждаем, что работать с приборами студента научат в процессе выполнения лабораторных работ при изучении специальных дисциплин. Но утверждать, что при дальнейшем обучении студент сможет понять связь выполняемых в лаборатории манипуляций и базовых физических знаний, мы не имеем никаких оснований. Мы считаем, что это серьёзный пробел в обучении студентов технических специальностей. Возникает вопрос: "Можно ли компенсировать этот пробел при дальнейшем обучении?"

Нам представляется, что это возможно осуществить за счёт введения (внеся корректировки в учебный план направлений обучения) факультативных курсов. Цель введения этих курсов – научить студентов пониманию того, как используя оборудование физической лаборатории, а также знание базовых законов физики, можно определить экспериментально не только мировые константы, но получить в эксперименте различные физико-технические параметры.

Библиографический список

1. Веселова С. В., Штейн Б. М. Дистанционное обучение: лабораторный практикум по физике. Дома и на природе // Мир науки, культуры, образования. 2017. № 1 (62). С. 187–190.

2. Нижегородов Л. В., Бабакова Л. В. Дистанционное обучение физике студентов технических вузов // Междунар. науч.-техн. конф. ассоциации автомобильных ИНЖЕНЕРОВ (ААИ) "Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров" посвященная 145-летию МГТУ "МАМИ", Москва, 27–28 марта 2012 г. М. : МГТУ "МАМИ", 2012. Кн. 14. С. 78–80.

3. Зубков В. Г., Колтунов И. И., Акимов А. В. [и др.]. Лабораторные работы для дистанционного обучения студентов // Междунар. науч.-техн. конф. ассоциации автомобильных ИНЖЕНЕРОВ (ААИ) "Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров" посвященная 145-летию МГТУ "МАМИ", Москва, 27–28 марта 2012 г. М. : МГТУ "МАМИ", 2012. Кн. 14. С. 47–59.

Активные и интерактивные методы обучения

Майорова О. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: mayorovaov@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы применения активных и интерактивных методов организации учебных занятий в современном образовательном процессе. Описан опыт применения интерактивных занятий в рамках преподавания дисциплины "Информатика и информационные технологии" для студентов 1 курса технических специальностей.

Abstract. The paper examines issues of applying active and interactive methods for the organization of classes in the modern educational process. It describes the experience of introducing interactive lessons within the framework of teaching the following discipline: Information Science and Information Technology for the students of the first year studying technical subjects.

Ключевые слова: обучение, активные методы обучения, интерактивные методы обучения

Key words: Education, active teaching methods, interactive teaching methods

Современные требования к уровню подготовки специалиста в условиях перехода от традиционного классического обучения к формированию компетенций предполагают изменение содержания изучаемых дисциплин, а также методов и форм организации процесса обучения. Больше внимания уделяется способам повышения уровня самостоятельности обучающихся, их познавательной активности. Одним из способов повышения познавательной деятельности обучающихся является применение в образовательном процессе различных методов активного и интерактивного обучения.

Активные методы обучения – методы, стимулирующие познавательную деятельность обучающихся. Характеризуются высоким уровнем активности обучающихся, что способствует усвоению материала на качественно более высоком уровне.

Интерактивные методы – методы, предполагающие взаимодействие обучающихся не только с преподавателем, но и друг с другом, совместную деятельность учащихся по освоению учебного материала, в обмене знаниями, идеями, способами деятельности (так называемое "обучение в сотрудничестве"). Преподаватель выступает в роли направляющего в процессе обучения, побуждает обучающихся к проявлению инициативы в получении знаний, формированию компетенций.

Обучение с использованием вышеперечисленных методов стимулирует развитие познавательной, творческой, коммуникативной, личностной активности, самостоятельности студентов, ответственности за принятие решений.

Интерактивные и активные методы имеют много общего. При этом интерактивные методы организации учебного процесса предполагают более широкое взаимодействие обучающихся между собой, увеличение уровня активности студентов в процессе обучения.

Одной из особенностей интерактивного обучения является то, что основано оно на прямом взаимодействии обучающихся со своим опытом, так как большинство интерактивных упражнений обращается к опыту самого обучающегося.

Примеры активных и интерактивных методов: творческие задания, работа в малых группах, обучающие игры, соревнования, метод проектов, кейс-метод, дискуссия, метод "мозгового штурма" и многие другие.

В данной статье рассмотрен вариант проведения занятия в форме игры-соревнования при изучении дисциплины "Информатика и информационные технологии" для студентов 1 курса технических специальностей.

Выбор игровой формы проведения занятия по обусловлен необходимостью повышения интереса к обучению, формирования положительной мотивации изучения предмета внесением разнообразия в организацию образовательного процесса. Игра-соревнование стимулирует активное участие обучающихся в учебном процессе, практически все обучающиеся вовлечены в процесс освоения знаний, умений, навыков. Каждый участник занятия вносит свой вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности, развиваются коммуникативные навыки.

Конспект практического занятия

Продолжительность занятия – 2 академических часа

Тема занятия: Программирование линейных и разветвляющихся алгоритмов.

Цель занятия: формирование навыков составления линейных и разветвляющихся алгоритмов и их реализации с помощью языка программирования, закрепление имеющихся знаний в области программирования.

Задачи:

1) *Образовательная:* закрепить имеющиеся знания в области программирования.

2) *Развивающая*: развить навыки алгоритмизации и программирования в решении задач.

3) *Воспитательная*: сформировать навыки алгоритмического мышления, навыки работы в команде.

Форма проведения занятия: игра – соревнование.

Оборудование и материалы: ЭВМ, система программирования PascalABC.NET (FreePascal), письменные принадлежности.

Ход занятия

1. Организационная часть (5 мин)

Приветствие, проверка присутствующих и готовности группы к занятию, сообщение темы и цели занятия, создание положительного настроения на работу.

Знакомство студентов с формой проведения занятия (занятие-игра) и распределение на команды (по 3 участника в команде максимально).

2. Основной этап проведения занятия (80 мин)

Инструкция к игре проговаривается преподавателем вслух.

Процедура игры:

1) Командам раздаются тестовые вопросы (8 вопросов с вариантом выбора ответа или с возможностью записи краткого ответа) по основам алгоритмизации и программирования, подготовленные в печатном виде. За каждый правильный ответ в тесте начисляется 1 балл.

2) Командам предлагается разгадать ребус по теме занятия. Команда, первой давшая верный ответ, получает 1 балл.

3) Командам дается одинаковое для всех задание на разработку программы для решения задачи. Команда, первой составившая правильно работающую программу, зарабатывает 3 балла.

Пример задания: Написать программу, которая вычисляет значение сопротивления участка цепи (рис. 1)

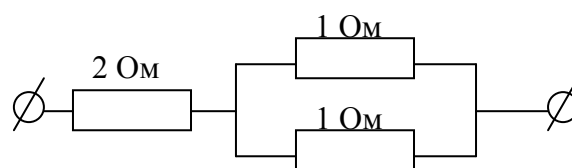


Рисунок 1 – Участок цепи

4) Каждой команде дается задание на разработку программы для решения своей задачи. Затем команды обмениваются написанными программами. Команда-соперник должна по тексту программы определить, какую задачу реализует алгоритм. Команда, верно выполнившая задание, получает 5 баллов.

Примеры заданий:

1. Дано целое четырехзначное положительное число n . Составить программу, которая определяет, является ли оно палиндромом. Палиндромом называется число, десятичная запись которого читается одинаково слева направо и справа налево. Пример: число 3773.

2. Дано целое четырехзначное положительное число n . Составить программу, которая получает новое число, составленное из цифр исходного числа, но записанных в обратном порядке. Например, для исходного числа 1234 результатом работы программы будет число 4321.

3. Дано целое четырехзначное положительное число n . Составить программу, которая определяет, какая из его цифр больше – вторая или последняя.

3. Подведение итогов (5 мин)

Подведение итогов соревнования, подсчет набранных командами баллов.

Оценка деятельности всей группы и отдельных участников, объявление благодарности группе за активную и творческую работу.

В результате проведения занятия в форме игры-соревнования были получены следующие результаты: в процессе игры проявили активность и интерес все участники (даже самые "молчаливые"), повысилась познавательная активность студентов в процессе занятия, проявились коммуникативные качества участников.

Библиографический список

1. Двумичанская Н. Н. Интерактивные методы обучения как средство формирования ключевых компетенций // Наука и образование : научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана : сайт. 2011. № 4. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/172651.html>.

Гуманитарная составляющая современного технического образования: требования времени

Мачкарina О. Д. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра философии и права, e-mail: machkarinaod@mstu.edu.ru)

Аннотация. Автор раскрывает особенности современного общественного производства, опирающегося на информационные технологии, акцентируя внимание на специфике современной инженерной деятельности, сочетающей в себе инженерию и системное проектирование, учитывающей возможные модификации и результаты внедрения. Автор подчеркивает необходимость расширения гуманитарной составляющей в образовательном процессе в подготовке компетентного инженера.

Abstract. The author reveals the features of modern social production based on information technologies, focusing on the specifics of modern engineering activity, combining engineering and system design, taking into account possible modifications and implementation results. The author emphasizes the necessity of expanding the humanitarian component in the educational process in training a competent engineer.

Ключевые слова: инженерия, образование, техника и технологии, техническая деятельность, инженерное проектирование, этические проблемы, моральные ценности, проблемы управления социальными процессами

Key words: Engineering, Education, Engineering and Technology, Technical Activities, Engineering Design, Ethical Problems, Moral Values, Social Management Problems

Высшее образование должно отвечать потребностям общества, т. е. соответствовать уровню организации и технической оснащенности общественного производства, с одной стороны, но, с другой, – обеспечить сохранение свободы человека и возможность ее самореализации. Так, например, Н. А. Бердяев в статье "Человек и машина" (1933г.) отмечал, что "техническая цивилизация, технизированное и машинизированное общество хотят, чтобы ... человек перестал быть личностью". [1, с. 28] Рефлексия о технике выходит за пределы технического или естественнонаучного знания и инженерной деятельности. Это, прежде всего, вопрос о человеке и судьбе человеческой культуры, наиболее остро вставший перед человечеством в эпоху "цифровизации" и глобализации, проникновения цифровых технологий во все сферы человеческого бытия. Это проблема веры человека, для которого техника стала "последней любовью" [1, с. 3], и проблема благосостояния человека, для которого техника превратилась в цель и наполнила содержанием его духовную жизнь (например, для ученого, инженера и изобретателя), как для

создателя, так и для пользователя технических средств. В современном информационном обществе произошла "технизация духа", "технизация разума", охватившая все возрастные группы населения.

Стремление человека преодолеть собственную зависимость от природы было им удовлетворено посредством технических изобретений и научных открытий, но по мере их применения человеку пришлось столкнуться с проблемами и пониманием того, что существующая техника и технологии – результат решений и приспособления человека к "старой" природе, но не к новой реальности, созданной посредством техники. Именно такое понимание приводит человека к осознанию ограниченности существующих знаний, и, прежде всего, к представлению о незнании последствий применения современной техники и технологий, того, насколько они губительны для окружающего мира и жизнедеятельности самого человека, понимания своей неспособности предвидения и предотвращения негативных последствий научно-технического прогресса. В конечном итоге, к выводу, озвученному Н. А. Бердяевым в 1933 г. и актуализированному сегодня пандемией "коронавируса": "организм человека оказывается беззащитным". Конечно же, техника, как справедливо подчеркивал русский философ, имеет социологическое и космологическое значение. [1, с. 15] но понимание этого возможно только личностью, обладающей всем спектром знаний о мире и человеке как едином целом.

Техника, безусловно, наносит определенный удар гуманизму, гуманистическому идеалу человека и культуре, что демонстрирует нам история, включая трансформацию идеалов, и особенно проявляется в период войн, в период применения технических знаний и технологий для уничтожения человечества и среды обитания. Техника требует от человека определенного героизма (от ученого, изобретателя, экспериментатора), но она не должна, решая вопрос о жизни или смерти, поработать или уничтожить человека. Эта проблема должна решаться теми, кто управляет техникой. Сама по себе техника безжалостна ко всему живому, гуманизм способен проявить только создатель техники. Ответственность за совершенные действия несет не машина, а сам человек, как вину за "обездушивание" [1, с. 34].

Обращаем внимание на то, что масштаб технической деятельности человека, а главное ее технологическая мощь, становится беспредельной, что, в свою очередь, может привести к определенным рискам для жизнедеятель-

ности человека и необходимости решения новых, возникающих перед человечеством, этических проблем: например, как результат проникновения с помощью информационных технологий в частную сферу, вмешательство и контроль за личным пространством человека (реклама, навязывание услуг и т. д.), управление его потребностями; вмешательство в природные системы, угрозы существования экосистем (гибель дельфинов в Черном море, экокатастрофа на Камчатке и другие); вмешательство и воздействия в медико-биологических и экологических областях; исследования в области генной инженерии; прогрессирующее развитие микроэлектроники и роботизации; исследования в области военного вооружения и другие.

В эпоху "цифры", процессов глобализации и интеграции экономики, использования новых материалов, без которых сегодня сложно создать новые продукты, материалов, которые разрабатываются так же, как и любые конструкции (например, новый вид полимеров), в эпоху нового технологического уклада, ответственность личности уже не может ограничиться категорическим императивом И. Канта или "любовью к ближнему", идеалом русской религиозно-идеалистической мысли (В. С. Соловьев). Необходимо говорить не только о традиционной ответственности за результаты деятельности, но и о предотвращающей ответственности, включая побочные эффекты и последствия, о, так называемой, широкой ответственности, опирающейся на глубокие знания и компетенцию инженера – разработчика и субъекта деятельности.

Научно-технический прогресс повлиял не только на характер общественного производства, но и на характер самой инженерной деятельности. Сегодня производство – это гибкое высокотехнологическое, автоматизированное производство, это интегрированные высокоскоростные транспортные системы, глобальная сеть Internet, системы искусственного интеллекта, новые виды энергии. Источником нового технологического (шестого) уклада становятся нано- биотехнологии, сопровождающиеся перестройкой экономики [2]. Мы живем в век податливой технологии, в век генетического и ментального software (Ж. Бордийяр) [5, с. 175].

Изменился характер современной инженерной деятельности, которая, благодаря научно-техническому прогрессу, сегодня совмещает в себе традиционную инженерию, опирающуюся на естественнонаучное и техническое знание, и нетрадиционное проектирование, учитывающие множество фак-

торов, таких как: влияние среды, включая уровень загрязнения и выбросы в атмосферу; состояние коммуникаций; влияния транспорта на образ жизни и поведение человека; запросы потребителя; поведение потребителя, ориентируясь на опережение потребностей (мобильные системы, строительство и т. д.); экономический фактор и другие.

Современная инженерия ориентируется сегодня на принцип целостности. Ключевым в инженерии становится эволюционное системное проектирование, учитывающее возможные модификации в будущем в связи с динамикой социальных, экономических, технических, экологических процессов. Наблюдается конвергенция науки, техники и технологий, размывание дисциплинарных границ в исследованиях, что сказывается и на инженерии. Актуализируются междисциплинарные проекты (например, биология и кибернетика). Более того, наблюдается сращивание науки и технологии, что позволяет говорить о "технологизации науки" или о "наукофикации технологии" [3, с. 239]. В обществе происходит осознание отрицательных последствий инженерной деятельности, оценка результатов влияния техники на социальную динамику и качество жизни человека.

Сформировалась и новая парадигма техники, где техника рассматривается как сложное явление, объединяющее человека с природой, с культурой [4]. Техника сегодня рассматривается как форма организации труда, обуславливающая характер самой инженерной деятельности. В технике человек сталкивается с самим собой, с собственными, реализованными в технике, идеями, как отчужденной технической реальности. Сегодня имеет смысл говорить о технике не только с точки зрения ее надежности, но и с точки зрения социальных и гуманитарных проблем, понимание которых необходимо современному инженеру.

Революционные преобразования в технике и технологиях сопровождаются изменениями в обществе. Человек "массовой культуры" – эпохи индустриализации, автоматизации и информатизации, превратился в "придаток" машины. Цифровая экономика привела к росту атомизации личности, усиленной в период коронавирусной пандемии. Информационные технологии способствовали перемещению социальных связей в сферу виртуальную, рождению и усложнению сетевого общества.

Информационные технологии проникают во все сферы жизнедеятельности человека: в экономическую и социальную, в сферу государственного

управления и обеспечения безопасности, в здравоохранение, образование и другие, требующие научного знания социального действия, способствуют формированию идеи новой инженерии и техники, опирающейся на идею психики и телесности человека. Сложность современной инженерной деятельности заключается в сочетании традиционной инженерии и проектирования, в решении задач, связанных с социальной средой, поскольку общество является заказчиком, способствовать моральному прогрессу, который возможен только тогда, когда наши действия согласуются с универсальными ценностями, ценностями добра, свободы, человеческого достоинства.

Техника требует нового подхода и соответствующей подготовки специалиста, его компетентности, конкурентной способности на рынке труда, ориентированного на реальные потребности производства, способности предвидеть результаты деятельности. Поэтому подготовка специалиста должны включать в себя не только освоение фундаментальных, специальных, прикладных дисциплин, но и социально-гуманитарных, позволяющих сформировать определенную систему знаний, мировоззрение специалиста, его способности предвидения, социального проектирования, и управления социальными процессами.

Библиографический список

1. Бердяев Н. А. Человек и машина (проблема социологии и метафизики техники) // Путь. 1933. № 38. С. 3–37.
2. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике : монография / под ред. С. Ю. Глазьева, В. В. Харитонов. М. : Тривант, 2009. 304 с.
3. Авдулов А. Н., Кулькин А. М. Парадигма современного научно-технического развития. М. : ИНИОН РАН, 2011. 302 с.
4. Розин В. М. Понятие и современные концепции техники М. : Изд-во ИФ РАН, 2006. 252 с.
5. Бодрийяр Ж. Прозрачность зла / пер. с фр. М. : Добросвет, 2000. 258 с.

Реализация компетентностного подхода при обучении дисциплине "Физика" курсантов морских специальностей

Михайлюк А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра общей и прикладной физики, e-mail: mikhaylyukav@mstu.edu.ru.)

Аннотация. В работе рассматривается влияние профессиональных стандартов на содержание образовательных программ. Исследуются методические и методологические вопросы, касающиеся компетентностного подхода, компетенций и компетентности. Приведены рекомендуемые задания по физике для проверки общепрофессиональных компетенций курсантов морских специальностей.

Abstract. The paper considers the impact of professional standards on the content of educational programs. Methodical and methodological issues related to the competence-based approach, competencies and competence are investigated. Recommended tasks in physics for testing the general professional competencies of cadets of marine specialties are given.

Ключевые слова: Компетентностный подход, компетенции, компетентность, профессиональные стандарты, образовательные программы, конвенционные специальности

Key words: Competence-based approach, competencies, competence, professional standards, educational programs, conventional specialties

С начала XXI в. в России происходит модернизация системы образования в целом и морского образования в частности, обусловленная изменениями подхода к образованию в условиях глобализации мировой экономики. На рынке труда ликвидированы одни специальности и произошла диверсификация новых направлений. В России предприняты попытки создания международно признанной системы сертификации профессиональных инженеров.

С 1 июля 2016 г. вступили в силу поправки в Трудовой кодекс Российской Федерации об особенностях применения профессиональных стандартов (Федеральный закон от 2 мая 2015 г. № 122-ФЗ), направленных на развитие перспективных компетенций современного инженера. Для реализации данной идеи была изменена ст. 11 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации".

Профстандарты нужны не только работодателям и работникам, но и образовательным организациям, чтобы обновить образовательные стандарты; разработать учебные программы, модули и учебно-методические материалы; сократить разрыв между знаниями, которые получают студенты по образо-

вательным программам, и знаниями, которые в реальности нужны современной экономике.

В соответствии с новой редакцией ст. 11 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации" ФГОС ВО формируется на основе профессиональных стандартов в части формулирования профессиональных компетенций [1]. ФГОС ВО содержит детальное описание характеристики профессиональной деятельности выпускника и отражается в примерной основной образовательной программе (ПООП) и (или) основной профессиональной образовательной программе (ОПОП).

Так как ПООП могут актуализироваться по мере необходимости, то тем самым создаётся механизм приведения общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствие с требованиями профессиональных стандартов и запросами перспективных рынков труда.

Особенностью нового поколения основных образовательных программ высшего профессионального образования (ООП ВПО) является реализация идей компетентностного подхода. В числе основных задач при проектировании вузовских ООП находится обеспечение соответствия требований ФГОС ВПО не к обязательному минимуму содержания образования, а к результатам освоения ООП, выраженным на языке компетенций. Происходит переориентация оценки результата образования с понятий "подготовленность", "образованность", "общая культура", "воспитанность" на понятия "компетенция" и "компетентность" обучающихся [2].

Однако работа с компетенциями как основы ООП требует однозначного понимания: какие результаты обучения (знания, умения, навыки) должны быть достигнуты и почему.

В настоящее время в системе образования активно внедряется государственный образовательный стандарт третьего поколения. В исследовании Р. С. Сайфетдинова [3], при сравнении стандартов второго и третьего поколения, выделяются следующие достоинства стандарта третьего поколения, который:

- расширяет и подробно описывает ряд профессиональных умений, которыми должен обладать выпускник вуза, чтобы компетентно решать типовые задачи профессиональной деятельности, соответствующие его квалификации;

- предоставляет педагогу высшей школы большую свободу в выборе и использовании в педагогической деятельности разнообразных приемов, методов и средств обучения студентов;

– предполагает формирование умений в процессе профессиональной подготовки специалиста к систематическому повышению своей профессиональной квалификации [3].

Список научных работ, посвященных исследованию методических и методологических вопросов, касающихся компетентного подхода, достаточно обширный. Рассмотрим определения таких основных категорий, как "компетенция" и "компетентность", которые используются сегодня в качестве методологических.

Одни авторы трактуют компетенцию как требование к выполнению или как результат выполнения деятельности, другие – как свойство субъекта труда. Для простоты восприятия за компетенцию принимается характеристика деятельности и активности субъекта, а за компетентность – качество субъекта [4].

Компетенция (в переводе с латинского *competencia*) означает круг вопросов, в которых человек хорошо осведомлен, обладает познаниями и опытом. Компетентность в энциклопедическом словаре определяется как "знание и опыт в той или иной деятельности".

Министерство образования и науки дает следующее определение понятию компетенции: "Компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности".

И. А. Зимняя полагает, что компетентный подход выдвигает на первое место умение решать проблемы, которые возникают в определенных ситуациях, а не информированность учащегося в какой-либо области знания [5].

М. А. Шкодин рассматривает компетентность как интегрированную характеристику субъекта образования – его внутренние ресурсы и качество подготовки как специалиста. А компетенции, с точки зрения этого автора, – это сочетание знания, понимания и способности действовать в определенной области деятельности [6].

Рабочие программы по дисциплине "Физика" для морских специальностей 26.05.05 Судовождение, 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок и 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики составлены на основе ФГОС ВО, утвержденного 15.03.2018 г., требований Международной Конвенции ПДНВ, ПООП ФУМО в системе высшего образования по УГСН "Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта", ОПОП, учебного плана.

Процесс изучения дисциплины "Физика" направлен на формирование у обучающихся элементов таких общепрофессиональных компетенций как

"ОПК-2. Способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности" и "ОПК-3. Способность проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные".

Обе компетенции соответствуют Кодексу ПДНВ (таблица АП/6): "Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления".

Компетенция ОПК-2 формируется на лекционных, практических и лабораторных занятиях, в процессе самостоятельной работы обучающегося, и реализуется в части "Способность применять естественнонаучные знания в профессиональной деятельности". Индикаторами (этапами) сформированности данной компетенции являются: знание основных законов физики, связанных с профессиональной деятельностью; умение применять основные законы физики, связанные с профессиональной деятельностью; владение навыками применения основных законов физики, связанных с профессиональной деятельностью.

Компетенция ОПК-3 формируется и реализуется полностью на лабораторных занятиях, а также в процессе самостоятельной работы обучающегося. Индикаторами сформированности данной компетенции являются: знание способов измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методов обработки и представления экспериментальных данных; умение обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять полученные результаты; владение навыками работы с измерительными приборами и инструментами.

Для текущего контроля сформированности компетенций в рамках дисциплины "Физика" используются комплекты заданий для выполнения лабораторных работ, теоретические вопросы для устного опроса и составления конспекта, тестовые задания, типовые задания по вариантам для выполнения контрольных и самостоятельных работ.

Уровень сформированности части компетенции ОПК-2 и компетенции ОПК-3 оценивается при проведении промежуточной аттестации по дисциплине "Физика" в форме экзамена или зачета.

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (табл. 1), то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки.

Таблица 1 – Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины в форме зачета с оценкой

Уровень сформированности компетенций ОПК-2 и ОПК-3	Оценка (Баллы по дисциплине)	Критерии оценивания
<i>Высокий</i>	<i>Отлично</i> (91 – 100)	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Продвинутый</i>	<i>Хорошо</i> (81 – 90)	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Пороговый</i>	<i>Удовлетворительно</i> (60 – 80)	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Ниже порогового</i>	<i>Неудовлетворительно</i> (менее 60)	Зачетное количество баллов согласно установленному диапазону баллов не набрано

Результат промежуточной аттестации в форме экзамена (табл. 2) складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена ("5" – 20 баллов, "4" – 15 баллов, "3" – 10 баллов).

Таблица 2 – Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины в форме экзамена

Уровень сформированности компетенций ОПК-2 и ОПК-3	Итоговая оценка по дисциплине (Суммарные баллы)	Критерии оценивания
<i>Высокий</i>	<i>Отлично</i> (91 – 100)	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Продвинутый</i>	<i>Хорошо</i> (81 – 90)	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Пороговый</i>	<i>Удовлетворительно</i> (70 – 80)	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Ниже порогового</i>	<i>Неудовлетворительно</i> (69 и менее)	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

Внутренняя оценка уровня сформированности компетенций проводится с помощью комплекса заданий, которые соответствуют принципам валидности, однозначности, надежности и позволяют объективно оценить результаты обучения и уровни сформированности компетенций или части компетенций.

Комплекс заданий сформирован таким образом, чтобы осуществить процедуру проверки одной компетенции у обучающегося в течение 5--10 минут в письменной или устной формах.

Пример одного варианта комплекса заданий для специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики состоит из четырёх задач:

1. ЭДС судового аккумулятора равна 12 В, а его внутреннее сопротивление 0,04 Ом. Чему равна сила тока короткого замыкания у этого аккумулятора?

2. Обмотка катушки из медной проволоки при температуре 14 °С имеет сопротивление 10 Ом. После пропускания тока сопротивление обмотки стало равным 12,2 Ом. До какой температуры нагрелась обмотка? Температурный коэффициент сопротивления меди равен $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$.

3. Шкала амперметра имеет 150 делений. Предельное значение силы тока $I_{\text{пред.}} = 75 \text{ А}$. Определите цену деления шкалы.

4. Вольтметр с верхним пределом измерений напряжения 10 В имеет внутреннее сопротивление 5 кОм. Каким сопротивлением должен обладать дополнительный резистор, чтобы при его подключении верхний предел измерений стал равен 100 В?

Задания № 1 и № 2 могут служить оценочными средствами сформированности части компетенции ОПК-2, а задания № 3 и № 4 – компетенции ОПК-3.

Уровень сформированности компетенции в целом или ее части оценивается по шкале от 2 до 5 баллов: менее 2,5 баллов – уровень сформированности компетенции ниже порогового; 2,5–3,4 балла – пороговый уровень сформированности компетенции; 3,5–4,4 балла – продвинутый уровень, компетенция сформирована в полном объеме; 4,5–5 баллов – высокий уровень сформированности компетенции.

Таким образом, нами рассмотрены оценочные средства для контроля сформированности компетенций в рамках дисциплины Физика. Оценочные материалы содержат в основном комплексы заданий для оценивания знаний, умений и навыков. Так как "Физика" является базовой естественнонаучной дисциплиной, то приобретенные знания, умения и навыки, алгоритмы действий при решении типовых физических задач должны способствовать формированию у обучающихся общепрофессиональных компетенций, позволить достичь некоего другого интегрированного результата компетентности в дальнейшей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И., Колосова О. В. Общепрофессиональные компетенции современного российского инженера // Высшее образование в России. 2018. Т. 27, № 2. С. 5–18.

2. Щербань О. А. Компетентностный подход в процессе профессиональной подготовки будущего учителя // Вестник Таганрогского государственного педагогического института. Гуманитарные науки. 2012. № 1 (специальный выпуск). С. 163–168.

3. Сайфетдинов Р. С. Особенности профессиональной деятельности преподавателя вуза, способствующей подготовке студентов к самоопределению // Психологическое сопровождение личности в процессе ее профессионального самоопределения : сб. науч. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. В. В. Сохранова. Пенза : Приволжский Дом знаний, 2011. С. 48–51.

4. Никишина В. Б., Кузнецова А. А., Природова О. Ф. Компетентностная модель повышения квалификации преподавателя медицинского вуза // Высшее образование в России. 2018. Т. 27, № 2. С. 19–27.

5. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. М. : Исслед. центр. пробл. качества подгот. специалистов, 2004. 42 с.

6. Шкодин М. А. Реализация компетентностного подхода в процессе изучения психолого-педагогических дисциплин в вузе // Психологическое сопровождение личности в процессе ее профессионального самоопределения: сб. науч. тр. IV Международ. науч.-практ. конф. / под ред. В. В. Сохранова. Пенза : Приволжский Дом знаний, 2011. С. 25–28.

Интеграция дисциплин в учебном процессе как механизм повышения качества подготовки инженерных кадров

Пашеева Т. Ю.,¹ Сенецкая Л. Б.,² Богомолов Р. А.² (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет",
¹кафедра технологии материалов и судоремонта,
e-mail: tatjana-pasheeva@rambler.ru ²кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация. В инженерной практике широко распространены и применяются различные методы анализа и обработки данных, основанные на математической статистике. Методику статистической обработки результатов измерения предлагается рассмотреть на примере изучения дисциплины "Управление качеством. Стандартизация. Сертификация".

Abstract. Various methods of data analysis and processing based on mathematical statistics are widely used in engineering practice. The method of statistical processing of measurement results is proposed to consider the example of studying the discipline "Quality Management. Standardization. Certification".

Ключевые слова: образовательный процесс, учебные дисциплины, студент, инженерные кадры, геометрические измерения, математическая статистика, средства вычислительной техники, управление качеством, судоремонтное предприятие

Key words: educational process, academic disciplines, student, engineering personnel, geometric measurements, mathematical statistics, computer equipment, quality management, ship repair enterprise

В современных условиях инженерно-техническому работнику для управления судоремонтным предприятием необходимо владеть многими знаниями, в том числе, в области управления качеством. В систему управления предприятием необходимо встроить систему подготовки кадров, обладающую новейшими средствами вычислительной техники и программными продуктами. Образование должно обеспечить подготовку кадров соответствующего качества [1].

Наличие квалифицированных специалистов – важнейшее условие, обеспечивающее широкое внедрение передового опыта повышения качества продукции, систем управления качеством. Проблема качества является сложной и многогранной, что указывает на необходимость перестройки высшего образования с учетом современных тенденций.

В учебном пособии "Основы теории прочности сварных конструкций" автор Л. А. Копельман приводит высказывание: "По квалификации инженер должен отличаться от специалиста или техника тем, что он воспринимает окружающий мир через призму высшей математики" [2].

Инженер – специалист, не только знающий свою предметную область, но и владеющий навыками исследователя, включающими применение компьютерных и информационных технологий в инженерной деятельности. Процесс интеграции наук привел к объединению различных отраслей знаний посредством использования общих законов и методов исследования. В инженерной практике широко распространены и применяются различные методы анализа и обработки данных, основанные на математической статистике. В инженерной практике часто возникает необходимость в анализе точности вновь поступающего, отремонтированного или уже действующего оборудования, в определении соответствия точности выбранного технологического процесса заданной точности изделия, в оценке стабильности процесса для определения возможности внедрения статистических методов управления качеством продукции, в оценке точности методов и средств измерения и т. п. Решение задач указанного типа производится в основном путем математической обработки эмпирических данных, полученных многократными измерениями либо действительных размеров изделий, либо непосредственно погрешностей обработки или погрешностей измерения. Поскольку погрешности, а также действительные размеры, т. е. размеры, содержащие погрешности, являются величинами случайными, то для выявления закономерностей, свойственным этим величинам, могут быть применены методы теории вероятностей и математической статистики.

Статистическое управление качеством заключается в своевременном установлении возможности появления брака по ограниченному числу наблюдений и немедленному принятию мер по приведению технологического процесса в такое состояние, при котором обеспечивается требуемое качество изделий и исключается возможность появления брака.

Практика внедрения статистических методов на российских судоремонтных предприятиях показывает, что среди всех требований к системам качества, это – наиболее слабое место. К основным причинам такого отношения к статистическим методам можно отнести нехватку квалифицированных специалистов в области статистических методов [3].

Методику статистической обработки результатов измерения рассмотрим на примере изучения дисциплины "Управление качеством. Стандартизация. Сертификация". Данная дисциплина изучается на втором курсе обучающихся направления подготовки "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры". Дисциплина предполагает выполнение лабораторных работ, одна из которых носит название "Определение

погрешностей линейных размеров". При выполнении указанной лабораторной работы обучающиеся производят расчет концевых мер длины; учатся составлять блоки концевых мер заданных размеров; выполняют измерения деталей с применением штангенциркулей и микрометров; приобретают практические навыки применения простейших средств измерений; уточняют метрологические характеристики средств измерений; получают представление о поверке и калибровке средств измерений; производят обработку результатов измерений; делают выводы о точности измерений, состоянии средств измерений и годности измеряемых деталей. Обучающиеся оценивают погрешность измерения, учитывая, что случайные погрешности делают результат недостоверным, а систематические – неверным. При выполнении лабораторной работы обучающиеся должны выделить основные составляющие суммарной погрешности результата измерений геометрических характеристик: погрешности СИ (инструментальные); методические погрешности, обусловленные несовершенством метода измерений и построения математических зависимостей; погрешности установочных мер; погрешности, зависящие от измерительного усилия; температурные погрешности; субъективные погрешности; погрешности базирования. Обучающиеся должны усвоить, что понятие погрешность – одно из центральных в метрологии.

При выполнении обработки результатов измерений в качестве обучающего инструмента для расчетов студентам предлагается применять табличный процессор Excel, как более доступный универсальный инструмент для автоматизации вычислений.

Для выработки навыков определения годности четырехступенчатого вала и втулки студентам предложены в качестве отправной точки различные значения качества точности. На основании исходных данных определяются нижнее и верхнее предельные отклонения (рисунок 1).

	A	B	C	D
1	Номинальный размер мм	Поле допуска и качество	Верхнее предельное отклонение, e_s	Нижнее предельное отклонение, e_i
2	$d_1 = \varnothing 20$	m6	0,021	0,008
3	$d_2 = \varnothing 30$	n6	0,028	0,015
4	$d_3 = \varnothing 40$	g4	-0,009	-0,016
5	$d_4 = \varnothing 50$	s5	0,054	0,043
6	$D = \varnothing 37$	H13	0,46	0
7	$d = \varnothing 48$	d10	-0,08	-0,18
8	L 98	e9	-0,072	-0,159

Рисунок 1 – Таблица "исходные данные"

На основе исходных данных обучающиеся формируют таблицу (рисунок 2) для осуществления выбора средства измерения.

	A	B	C	D	E	G	H	I
1	Размер, указанный на чертеже A, мм	номинальные размер	Наибольший предельный размер с учетом верхнего отклонения A _{max} , мм	Наименьший предельный размер с учетом нижнего отклонения A _{min} , мм	Допуск расчетный T, мкм	бизм, мкм	δ _{ср} , мкм	Выбранное средство измерения
2	d ₁ =∅20	20	20,021	20,008	0,013	4	4	МК-25-2
3	d ₂ =∅30	30	30,028	30,015	0,013	4	4	МК-50-2
4	d ₃ =∅40	40	39,991	39,984	0,007	4	4	МК-50-2
5	d ₄ =∅50	50	50,054	50,043	0,011	4	4	МК-72-2
6	D=∅37	37	37,46	37	0,46	4	4	МК-72-3
7	d=∅48	48	47,92	47,82	0,1	4	4	МК-72-4
8	L 98	98	97,928	97,841	0,087	4	4	МК-72-5

Рисунок 2 – Таблица "выбор средства измерения"

Студенты реализуют серию измерений и формируют таблицу с расчетными данными (рисунок 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Диаметр	Номинальный размер, мм	Результаты измерений и расчеты, мм								
2			X1	X2	X3	X4	X5	Действительный размер (среднее значение)	Случайная погрешность	Систематическая погрешность измерения	Суммарная (абсолютная) погрешность измерения
3	d ₁ =∅20	20	19,945	19,94	19,97	19,94	19,95	19,949	0,021	-0,051	0,072
4	d ₂ =∅30	30	30,04	30,07	30,015	30,07	29,91	30,021	0,049	0,021	0,07
5	d ₃ =∅40	40	39,91	39,93	39,84	39,94	39,94	39,912	0,028	-0,088	0,116
6	d ₄ =∅50	50	49,92	49,96	49,98	49,95	49,97	49,956	0,024	-0,044	0,068
7	D=∅37	37	36,98	36,97	36,95	36,97	36,94	36,962	0,018	-0,038	0,056
8	d=∅48	48	47,88	47,85	47,8	47,88	47,81	47,844	0,036	-0,156	0,192
9	L 98	98	97,08	97,04	96,8	97,02	97,04	96,996	0,084	-1,004	1,088

Рисунок 3 – Таблица отчета с выполненными расчетами

Используя данные таблиц (рисунок 2, 3) студент формирует таблицу с заключением о годности детали (рисунок 4).

	A	B	C	D	E
1	Номинальный размер, мм	A _{min}	\bar{X}	A _{max}	Заключение о годности детали
2	d ₁ =∅20	20,008	19,949	20,021	брак
3	d ₂ =∅30	30,015	30,021	30,028	годна
4	d ₃ =∅40	39,984	39,912	39,991	брак
5	d ₄ =∅50	50,043	49,956	50,054	брак
6	D=∅37	37	36,962	37,46	брак
7	d=∅48	47,82	47,844	47,92	годна
8	L= 98	97,841	96,996	97,928	брак

Рисунок 4 – Таблица с результатами заключения о годности детали

Случайные погрешности вызывают разброс (рассеивание) размеров. Выявить и оценить их можно только при выполнении многократных измерений. По результатам расчетов студенты строят диаграмму рассеяния, на рисунке 5 представлен пример для размера d_2 .

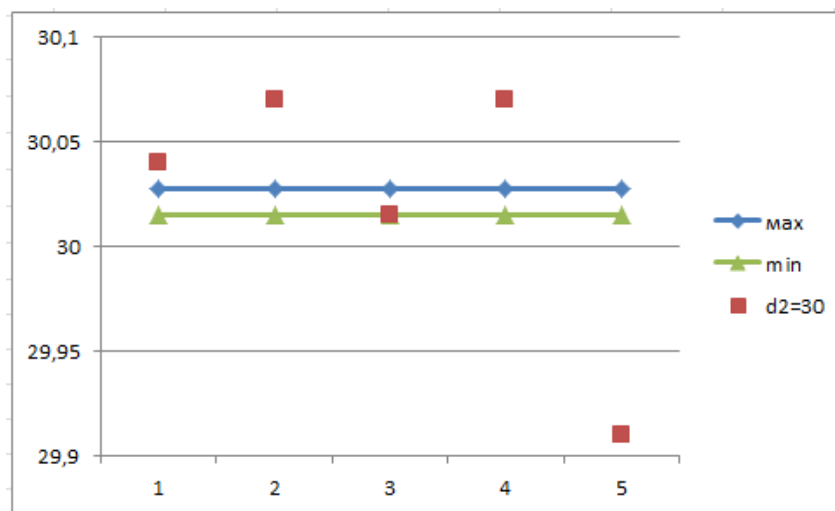


Рисунок 5 – Диаграмма рассеяния для d_2

Для статистической оценки выполненных измерений обучающиеся формируют таблицу, представленную на рисунке 6.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Измеренные диаметры	d1	d2	d3	d4	D	d	L
2	Объем выборки	5	5	5	5	5	5	5
3	Выборочное среднее	19,949	30,021	39,912	49,956	36,962	47,844	96,996
4	Оценка среднего квадратического отклонения наблюдения	0,0124499	0,066182	0,042071	0,023022	0,016432	0,037815	0,111714
5	Оценка среднего квадратического отклонения измерения	0,0055678	0,029597	0,018815	0,010296	0,007348	0,016912	0,04996
6	Доверительная вероятность	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
7	Доверительная граница случайной погрешности	0,0143147	0,076095	0,048373	0,02647	0,018893	0,04348	0,128447

Рисунок 6 – Таблица с данными обработки результатов измерений

Случайная погрешность не может быть исключена из результата измерения. Выявить и оценить их можно только при выполнении многократных измерений с последующей математической обработкой экспериментальных данных. Сравнение результатов многократных измерений одних и тех же величин при постоянном процессе указывает их отклонение от номинала.

Оценить этот разброс значений обучающимся предлагается с помощью теории вероятностей и статистических методов.

Таким образом, обучающиеся, выполнив лабораторную работу, получают навыки статистической обработки данных. Следует обратить внимание обучающихся на тенденцию к механизации и автоматизации статистического управления качеством изделий.

Статистическое управление качеством заключается в своевременном установлении возможности появления брака по ограниченному числу наблюдений и немедленном принятии мер по приведению технологического процесса в такое состояние, при котором обеспечивается требуемое качество изделий и исключается возможность появления брака.

Корректность и грамотность применения статистических методов требует основательной подготовки будущих инженерно-технических работников в данной отрасли знания. Подготовка специалистов, способных осознанно использовать потенциал математических дисциплин, а так же современных информационных технологий, осваиваемых в рамках преподаваемых дисциплин соответствующего профиля, для системного решения профессиональных задач является одним из направлений качественного обновления высшего инженерного образования. Интеграция дисциплин в данном случае является одним из средств формирования профессиональной компетентности обучающихся.

Библиографический список

1. Александров В. Л. Полвека в профессии. СПб. : Морское наследие, 2017. 480 с.
2. Копельман Л. А. Основы теории прочности сварочных конструкций 2-е изд. испр. СПб. : Лань, 2010. 464 с.
3. Редько Л. А., Пескова Е. С. Проблемы применения статистических методов контроля и управления качеством // Вестник науки Сибири. 2011. № 1 (1). С. 203–205.
4. Дорохов С. Б. Место и роль технического контроля на предприятиях машиностроения // Контроль качества продукции. 2020. № 6. С. 16–20.
5. Фундаментальные проблемы теории точности / Рос. акад. наук, Ин-т проблем машиноведения. СПб. : Наука, 2001. 501 с.

**СОЦИАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ:
ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ**

Дополнительное образование как фактор успешной социализации детей с ОВЗ и гармонично развитой личности

Волнухина О. И., Мишина Э. В. (г. Севастополь, ГБОУ ДО "Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи")

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос социализации детей с ОВЗ и детей-инвалидов средствами дополнительного образования. Получение детьми с ограниченными возможностями здоровья дополнительного образования является одним из основных и неотъемлемых условий их успешной социализации, обеспечения их полноценного участия в жизни общества, эффективной самореализации в различных видах профессиональной и социальной деятельности.

Abstract. this article deals with the issue of socialization of children with disabilities and children with disabilities by means of additional education. Getting additional education for children with disabilities is one of the main and essential conditions for their successful socialization, ensuring their full participation in society, and effective self-realization in various types of professional and social activities.

Ключевые слова: социум, адаптация, коррекционно-развивающая среда, образовательные потребности, инклюзивное образование

Key words: society, adaptation, correctional and developmental environment, educational needs, inclusive education

Учреждение дополнительного образования – элемент социума, который призван выполнять государственный заказ по социализации детей и способствовать социальной защите личности, ее социальному формированию и развитию, поэтому реализация прав детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и детей-инвалидов на участие в программах дополнительного образования является одним из значимых аспектов государственной политики в сфере образования [1].

Особые образовательные потребности у детей с ограниченными возможностями здоровья обусловлены закономерностями нарушения развития: трудностями взаимодействия с окружающей средой и прежде всего с окружающими людьми, меньшей скоростью приема и переработки сенсорной информации, недостатками словесного опосредствования, замедленным темпом психического развития в целом и т. д. [2]. Программы дополнительного образования решают задачи реализации образовательных потребностей детей с ограниченными возможностями здоровья, защиты прав, адаптации к условиям организованной общественной поддержки их творческих способностей, развития их жизненных и социальных компетенций.

Получение детьми-инвалидами и детьми с ограниченными возможностями здоровья дополнительного образования способствует их социальной

защищенности, повышению социального статуса, становлению гражданственности и способности активного участия в общественной жизни и в разрешении проблем, затрагивающих их интересы, профессиональному становлению.

Дополнительное образование для детей с ограниченными возможностями здоровья (инвалидов) означает, что им создаются условия для вариативного вхождения в те или иные детско-взрослые сообщества, позволяющие им осваивать социальные роли, расширять рамки свободы выбора (социальные пробы) при определении своего жизненного и профессионального пути [3].

Основопологающим законодательным актом, регулирующим процесс образования детей с ОВЗ, является Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации.

Образовательная деятельность в ГБОУДО "ЦЭНТУМ" осуществляется по естественнонаучной направленности. Естественнонаучное дополнительное образование детей с ОВЗ и инвалидностью направлено на приобретение представлений о научной картине мира и удовлетворение познавательных интересов обучающихся в области естественных наук, приобретение практического опыта природоохранной деятельности, включающего умения и навыки в области охраны природы и бережного природопользования.

Для обучающихся с ОВЗ в нашем Центре разработана адаптированная дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа "Мир, в котором я живу". Программа скорректирована с учетом интеллектуальных, физических возможностей ребёнка, разработаны дидактическое и методическое сопровождение программы, что особенно важно в работе детьми с ограниченными возможностями здоровья. Программа ориентирована на создание ситуации успеха для воспитанников, имеющих ограниченные возможности здоровья (ОВЗ) и для их дальнейшего профессионального становления. Занятия вместе со здоровыми детьми и их родителями помогут развитию коммуникативных способностей, социальной адаптации и развитию творческих способностей.

На примере собственного опыта мы можем сказать, что, трудность обучения и воспитания таких детей во многом затрудняется по причине того, что с ранних лет они воспринимают окружающий мир в большей степени как агрессивную, враждебную среду, что порождает их стремление "спрятаться", уйти в сторону. Преодолеть такую "защиту" даже опытному педагогу бывает крайне непросто. Проект инклюзивного образования, активно развивающийся в наши дни, характеризуется слишком стремительным "вхож-

дением" ребенка, имеющего ограниченные возможности здоровья, в мир более здоровых сверстников. И часто к такому взаимодействию обе стороны оказываются в равной степени не готовы. И причина не в отсутствии специальных условий, или организации пространства образовательного учреждения, наличие адаптированной дополнительной программы. На наш взгляд, это недостаточная возможность обучающихся данной категории получить коррекционную помощь в системе дошкольного образования, до поступления в общеобразовательные учреждения. Как правило родители остаются с своей проблемой один на один. Ведь дети с ОВЗ и дети-инвалиды, по состоянию здоровья редко посещают дошкольные учреждения и не все дошкольные учреждения города Севастополя готовы создать условия для развития и адаптации таких особых детей. Переход особых детей из дошкольных учреждений в школу является актуальной проблемой. Это очень большой стресс не только для детей с ОВЗ, но и для обычных детей. Мы хотим поделиться своим опытом реализации адаптированной дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы "Мир, в котором я живу". Занятия проводятся на базе ГБОУ СОШ №15 города Севастополя 2 раза в неделю. Каждый ребенок с ОВЗ имеет свои особенности, но можно выделить общие трудности и проблемы, с которыми педагогам приходится работать на занятиях: проблемы замедленного и пограничного восприятия, недостатки развития моторики и речевого развития, недостаточная познавательная активность, неуверенность в себе, зависимость от окружающих и т. д. Специально разработанные занятия имеют для детей с ОВЗ больше воспитательное и коррекционное значение: помогают обучающимся расширить кругозор, развивать наблюдательность, получать опыт практических действий, учить самостоятельно добывать знания и пользоваться ими, устанавливать несложные причинно-следственные связи и закономерности [4].

Цель изучения адаптированной дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы "Мир, в котором я живу" – формирование целостной картины мира и осознание места в нем человека на основе единства рационально-научного познания и эмоционально-ценностного осмысления ребенком личного опыта общения с людьми, обществом и природой.

Основными задачами этой программы для детей с ОВЗ являются:

1. Освоение знаний об основных элементах неживой природы (воздухе, планетах, материках, океанах, воде, полезных ископаемых, почве) и живой природы (строении и жизни растений и животных, а также об организме человека и его здоровье);

2. Формирование правильного понимания таких природных явлений как дождь, снег, ветер, туман, осень, зима, весна, лето в жизни растений и животных;

3. Воспитание бережного отношения к природе;

4. Первоначальное ознакомление с приемами выращивания некоторых растений (комнатных и на школьном участке) и ухода за ними; с некоторыми животными, которых можно содержать дома;

5. Привитие навыков, способствующих сохранению и укреплению здоровья человека.

Усвоение детьми систематических и последовательных знаний об окружающем мире, о природе, ее объектах и явлениях становится обязательным компонентом образования и воспитания детей, так как заложенные на их основе первичные представления о среде обитания человека позволят в дальнейшем обучении формировать правильное и гуманное мировоззрение, создадут необходимые условия для успешного усвоения в дальнейшем в школе всего цикла природоведческих дисциплин [5].

Для достижения поставленных целей в своей работе мы используем:

- Материалы для дидактических игр;
- Дидактические игры и игрушки для развития элементарных представлений о предметах быта;
- Иллюстрации о временах года;
- Стихи, загадки, считалки, пословицы;
- Наглядные материалы (например, наборы муляжей фруктов, овощей);
- Репродукции картин художников;
- Музыкальное сопровождение занятий (использование музыкальных произведений известных композиторов);
- Познавательная и художественная литература, способствующая расширению представлений детей об окружающем мире.

– Применение разных видов деятельности позволяет удерживать внимание детей достаточно длительное время на протяжении всего занятия и побуждает их к активной работе. Для развития умственных способностей и поддержания необходимого уровня работоспособности детей на занятиях проводятся физкультурные минутки, подвижные игры.

Создание такой коррекционно-развивающей среды способствует расширению и обогащению чувственного опыта детей, накоплению представлений о предметах и явлениях ближайшего окружения, проявлению детьми познавательной активности.

Так как дети находятся в условиях депривации, то большое значение для их социализации и формирования представлений об окружающем мире способствуют экскурсии, целевые прогулки, фенологические наблюдения за явлениями и предметами окружающего мира на территории ГБОУ СОШ № 15.

Очень важно не только создание полных и устойчивых представлений ребенка о разнообразии и изменчивости окружающего мира, но и формирование отношения ребенка к тому, что его окружает, правильного поведения в социуме. Поэтому большое значение имеет взаимосвязь работы с классным руководителем и конечно же с родителями. Совместно с родителями дети с удовольствием участвуют в мероприятиях, праздниках, театрализованных представлениях, например "Вместе Ярче" "Экологическая ёлочка", "Традиции празднования Нового года", "А ну – ка девочки", участие в городских, Всероссийских, международных конкурсах. Все эти формы работы с детьми способствуют их социализации и развитию высших психических функций.

Работе с родителями детей с ОВЗ уделяется достаточно большое внимание. Для таких детей, контакт которых с окружающим миром сужен, неизмеримо возрастает роль семьи. Семье принадлежат значительные возможности в решении определённых вопросов: воспитания детей, включение их в социальные и трудовые сферы, становление детей с ОВЗ как активных членов общества. Только родительская любовь, огромное терпение, согласованность могут помочь добиться ребенку желаемых результатов. Мы помогаем родителям увидеть и раскрыть способности детей. Хорошо, когда родители заинтересованы, и настроены на лучший результат работы с ребенком. Мы считаем, что только партнерские отношения с родителями позволяют наиболее эффективно содействовать активной социализации ребенка. Будущее наших детей зависит от родителей, педагогов и всех людей, которые встретятся на их жизненном пути.

Приобретая опыт работы с детьми с ОВЗ, мы приходим к такому выводу: большой результат даёт не столько объём проделанной работы, сколько тонкий, грамотно выстроенный подход, который как раз и гарантирует эффективность приложенных усилий. Прежде всего педагоги, работающие с детьми с ограниченными физическими возможностями, должны помнить о своей высокой миссии: дети, с которыми они работают, должны понять, что они имеют право на удовлетворительную жизнь и меры, которые могут помочь им обрести максимальную самостоятельность, а также имеют право

на удовлетворение разносторонних социальных потребностей в познании, общении, творчестве.

В заключение хочется напомнить восемь принципов инклюзивного образования:

1. Ценность человека не зависит от его способностей и достижений.
2. Каждый человек способен чувствовать и думать.
3. Каждый человек имеет право на общение и на то, чтобы быть услышанным.
4. Все люди нуждаются друг в друге.
5. Подлинное образование может осуществляться только в контексте реальных взаимоотношений.
6. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников.
7. Для всех обучающихся достижение прогресса скорее может быть в том, что они могут делать, чем в том, что не могут.
8. Разнообразие усиливает все стороны жизни человека.

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон Рос. Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ : принят 37 Гос. Думой 21 декабря 2012 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902389617>.

2. Приходько О. Г. [и др.]. Деятельность педагога, учителя-предметника, классного руководителя при включении обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и детей-инвалидов в образовательное пространство. М. : Изд-во МГПУ, 2014. 227 с.

3. О направлении методических рекомендаций : письмо Министерства образования и науки РФ от 29 марта 2016 г. № ВК-641/0 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420349008>.

4. Бекшаев И. А., Андриякова Н. А. Инклюзивный подход к обучению детей с ОВЗ на уроках биологии // Научный форум: Педагогика и психология : сб. ст. по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф. М. : МЦНО, 2018. Т. 2 (15). С. 5–12.

5. Инклюзивное образование. Настольная книга педагога, работающего с детьми с ОВЗ / [Староверова М. С. и др. ; под ред. М. С. Староверовой]. М. : Владос, 2011. 166 с.

Экологическое образование – как залог успеха деятельности учреждения дополнительного образования в области познания и охраны природы Крыма

Дацюк Н. Д., Кожух В. А. (г. Севастополь, ГБОУДО "Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи", e-mail: sevcentrent@sev.gov.ru)

Аннотация. В результате проведения ГБОУДО "ЦЭНТУМ" ежегодных экологических акций, конкурсов и конференций среди учащихся школ города, а также учреждений дополнительного образования, происходит активизация научной и природоохранной деятельности, экологическое воспитание и привлечение детей, ученых, общественности и контролирующих органов к охране природных объектов и биологических ресурсов.

Abstract. As a result of the annual environmental events, actions and conferences held by the Sevastopol Environmentally-Educational Student Centre among students of the city, as well as centers of additional education, scientific and environmental activities, environmental education and the involvement of children, scientists, the public and regulatory organizations in the protection of natural objects and biological resources are intensified.

Ключевые слова: экологическое образование, ГБОУДО "ЦЭНТУМ", Севастополь

Key words: environmental education, Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol

В современном образовательном процессе, изобилующем компьютерными технологиями в обучении, а также склонностью детей к "гаджетомании", важно сохранять и поддерживать деятельность обучающихся, направленную на познание окружающего природного мира и его сохранность. "Общение" с природой позволит ребенку оставаться гармоничной личностью, ощущать себя и частью биомира, и важным элементом социальной жизни.

Целенаправленная политика всей деятельности учреждения дополнительного образования "Центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи" как раз направлена на изучение и охрану природы посредством непосредственного участия ребенка в экологической жизни региона: работа в экоотрядах, выполнение научных проектов, агитация по охране первоцветов, редких и лекарственных растений, фиксации и ликвидации свалок и экодесанты в прибрежной зоне города Севастополя, и многое другое.

На протяжении более 60-ти лет, ГБОУДО "ЦЭНТУМ" проводит мероприятия, которые с большой инициативой воспринимаются обучающимися, а также приносят положительный результат как с точки зрения образовательного процесса, так и являются неценной помощью городу Севастополю и Крыму в сфере контроля и охраны природных ресурсов.

Ежегодно ГБОУДО "ЦЭНТУМ" подводит итоги природоохранной работы и экологического просвещения среди образовательных учреждений города.

Большой популярностью среди экологических отрядов города пользуется городское мероприятие "Слет юных экологов", который проходит на базах оздоровительных лагерей при поддержке Департамента образования и науки города Севастополя, Главного управления природных ресурсов и экологии (Севприроднадзор), Государственного автономного образовательного учреждения профессионального образования "Институт развития образования" (ГАОУ ПО ИРО), регионального отделения Всероссийского общества охраны природы.

На этих масштабных мероприятиях школьники г. Севастополя соревновались в таких конкурсах: Визитная карточка "Сделаем Севастополь чище"; Эрудит "Экологическая безопасность"; Ландшафтная композиция "Осенняя фантазия"; Зелёная аптека "Росток"; Экологический десант "И станет наш мир чище"; Эстафета "Экологическая кругосветка"; "Отходы в окружающей среде", "Загадки Черного моря"; "Экологический эрудит"; "Животный мир". Кроме этого, были организованы мастер-классы для участников и педагогов. Команды юных экологов участвовали в экологическом квесте "Природа родного края", конкурсе флешмобов. Трудовая акция экослета заключалась в высадке деревьев и создании "Островка памяти, мужества и славы" в рамках Всероссийской акции "Россия – территория Эколят – Молодых защитников Природы", посвященной 75-летию освобождения Севастополя от немецко-фашистских захватчиков.

Не менее значимыми событиями 2018–2020 гг. является и проведение конференции **"Охрана окружающей среды и экологическая безопасность в регионе Севастополь"**. Выступления обучающихся учреждения и учащихся школ города с научными докладами, затрагивающими порой весьма горячие экологические проблемы региона, всегда актуальны и интересны широкому кругу специалистов и горожан. Цель конференции: развитие творческого потенциала, активизации научно-исследовательской деятельности учащихся в области экологии. С каждым годом увеличивается число проектов и исследовательских работ, принимающих участие в конференции, и расширяется область исследований учащихся 7–11 классов. Школьники представляют свои проекты в 4-х секциях: Прикладная экология; Зоология

и экология животных; Ботаника и экология растений; Экология человека. В конференциях принимают участие профессионалы-эксперты: начальник Главного управления природоохранных ресурсов и экологии города Севастополя, специалисты Севастопольской природоохранной прокуратуры и ученые ФИЦ Института биологии южных морей (Тимофеев В. А., Макаров М. В., Терещенко Н. Н., Бондаева Л. В., Чернышева Е. Б., Александров В. В. и др.). Что же волнует наших севастопольских ребят? Это, например, экологические вопросы, связанные с оценкой состояния популяции краснокнижных видов (прострела крымского, подснежника складчатого, пролески двулистной, крокуса узколистного) в районе монастыря Челтер (Зубкова В., Сухарева А.), влияние выкосов и рекреационной нагрузки на видовой состав луговых степей и физико-механические показатели почв водосборного бассейна реки Черной (Власенко Н.), экологическое состояние сосны Станкевича в районе урочища Инжир (мыс Айя) (Майоров С.), динамика численности и распространение водоплавающих птиц в акваториях Севастополя (Баирова Р.), нарушения покрова чешуи некоторых видов черноморских рыб (Новосельский В.) и многие другие.

Как было сказано ранее, попробовать свои силы в научной деятельности могут не только обучающиеся системы дополнительного образования, но и школьники, выполнившие свои проекты в рамках школьных занятий по биологии. В этом аспекте, как нельзя лучше, подходит городской конкурс "Лучший стендовый доклад", целью которого является поддержка учащихся, проявляющих интерес к исследовательской и практической работе по изучению и сохранению природных экосистем. Юные севастопольцы могут представить свой стендовый доклад по таким направлениям: Экология человека; Прикладная экология; Зоология и физиология животных; Гидроэкология; Агротехнология, защита растений; Ландшафтная экология; Ботаника и физиология растений. Вот несколько тем-примеров актуальных исследований учащихся на этом мероприятии: "Влияние пластмассы на окружающую среду" (Багацкая А.), "Влияние рекреационной нагрузки на некоторые габитуальные и популяционные характеристики цистозеры в шельфовой зоне юго-западного Крыма" (Симонова С.), "Использование показателей жабр черноморских рыб для диагностики состояния прибрежной ихтиофауны" (Зозуль А.), "Влияние омелы белой на состояние ценообразующих древесных пород заказника Мангуп-Кале (Западный Крым)" (Малиновская Л.),

"Биологический анализ и возможности сохранения редких видов орхидей на территории заказника "Байдарский" (Севастополь)" (Самуха М. А.), "Проблемы сохранения и популяционные характеристики мачка желтого в прибрежных зонах города Севастополя" (Томчук А.) и десятки других.

Возможность проявить свои таланты и знания на грани творчества и науки могут учащиеся 5–11 классов, участвуя в городском творческом конкурсе "Особо охраняемые природные территории Севастополя". Цель конкурса: воспитание у подрастающего поколения бережного отношения к объектам животного и растительного мира, в том числе на особо охраняемых природных территориях. Задачи конкурса: знакомство с особо охраняемыми природными территориями, их ролью в охране природы и выполняемыми ими функциями; знакомство с достопримечательностями родного края, представляющими природную или историко-культурную ценность, планирование и осуществление научно-исследовательской деятельности на особо охраняемых территориях.

Ежегодно учреждение проводит экологические акции-конкурсы: "Первоцвет", "Защитим Черное море" и "Подкормите птиц зимой". "Первоцвет" проводится среди учащихся и воспитанников общеобразовательных учреждений города по следующим направлениям: эколого-просветительское (природоохранные мероприятия по изучению и охране раннецветущих растений Севастополя и Крыма), а также творческое направление, состоящее из 5 конкурсов для детей разного возраста. Итоги акции-конкурса "Защитим Черное море" подводятся зимой и основываются на оценке работы детей по трем направлениям: практическое "Черному морю – чистые берега!" – трудовые десанты по очистке побережья от бытового мусора; эколого-просветительское "Мое любимое Черное море" – мероприятия с воспитанниками дошкольных учреждений, творческое – конкурс природоохранных видеороликов, информационных буклетов, презентаций о природоохранных мероприятиях по сохранению Черного моря для экологических отрядов, лэпбуков, стихотворений с оформлением, коллажей. "Подкормите птиц зимой" проходит в зимний период среди учащихся и воспитанников образовательных учреждений. Об активном участии в мероприятии детей и подростков говорят цифры... Так в 2019 году приняло участие 2188 обучающихся из 76 образовательных учреждений. В 2020 году – 2197 обучающихся из 80 образовательных учреждений. Ребята посещают бухты города, где наблюдают

и подкармливают птиц, изготавливают кормушки и развешивают их в парках и скверах города, ведут наблюдения за численностью и видовым разнообразием птиц.

Многогранность работы ГБОУДО "ЦЭНТУМ" позволяет привлекать обучающихся к природоохранной деятельности и экологическому просвещению по разным направлениям и интересам, добиваться высоких результатов как в процессе освоения теоретических знаний, так и при решении конкретных практических задач нашего региона. В итоге, творческий и научный труд севастопольской молодежи высоко оценивается как на конкурсах различного уровня, так и представителями научного экологического сообщества, и общественностью города.

Женщина и Север

Казаков П. А. (*г. Мурманск, e-mail: pavelkazakovanatot@gmail.com*)

Аннотация. В статье представлены биологические особенности позволяющие выделить три основные группы женского населения, проживающие на Севере и диктующие необходимость дифференцированного подхода при изучении репродуктивных процессов в этих группах

Abstract. The article presents biological features that allow us to distinguish three main groups of the female population living in the North and dictate the need for a differentiated approach to the study of re-productive processes in these groups

Ключевые слова: климатические условия, адаптация, Север, женщина, заболеваемость, здоровье, национальность, кочевой, оседлый, репродуктивность, военная служба

Key words: climate conditions, adaptation, North, woman, morbidity, health, nationality, nomadic, sedentary, reproduction, military service

Обширность территории Севера России обуславливает широкий региональный диапазон варьирования на этом пространстве выраженности различных климатообразующих факторов.

К наиболее значимым для здоровья человека климатическим условиям Севера относят длительную и суровую зиму, короткое холодное лето, резкое нарушение обычной для умеренного климата фотопериодичности, холод, тяжелый аэродинамический режим, факторы электромагнитной природы, пустынность и однообразие ландшафта, бедность флоры и фауны.

Еще одним фактором, влияющим на самочувствие людей в высоких широтах, является инфразвук, происхождение которого имеет связь с полярными сияниями. Особенности рельефа и климата способствуют его распространению в атмосфере на огромные расстояния.

Также необходимо упомянуть выраженный микроэлементный дисбаланс в почве, питьевой воде и продуктах.

О том, что Север относится территориям, где проживание человека связано с сильным напряжением адаптационных систем организма и выраженным риском для здоровья, было известно уже в XIX веке. Еще в 1870 году Э. Шперк обратил внимание на факт значительно более высокой заболеваемости и смертности пришлого населения Севера и Восточной Сибири в сравнении с коренными жителями: каряками, юкагирами, чукчами и ламутами.

Адаптивные реакции человека к природным условиям Севера включают изменения эмоциональной сферы, снижение выраженности тормозных про-

цессов в коре больших полушарий головного мозга, совершенствование терморегуляции, изменение в обмене веществ – переключение углеводного типа обмена на жировой и др.

Существуют биологические особенности позволяющие выделить три основные группы женского населения, проживающие на Севере и диктующие необходимость дифференцированного подхода при изучении репродуктивных процессов в этих группах:

1. истинно коренное население – малые народности востока и Севера страны;

2. пришлое население, закрепившееся здесь несколько десятилетий тому назад – в основном это население больших и старых городов;

3. женщины новостроек и новых промышленных районов, население которых формировалось в последние годы и переживает период акклиматизации (адаптации).

Первая группа женщин – женщины коренного населения Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Наибольшее количество родов у женщин коренных национальностей происходит в возрасте 20–24 года, резко снижаясь к 44 годам, у женщин некоренного населения – в 20–24 и 25–29 лет, резко снижаясь в последующие возрастные периоды.

Одним из важных факторов условий жизни, положительно влияющих на деторождение и последующее воспитание детей, является наличие семьи и образования.

Большинство женщин коренных национальностей, ведущих как кочевой, так и оседлый образ жизни, имеют среднее и неполное среднее образование, У некоторых имеется среднеспециальное образование Высшее образование у женщин, ведущих кочевой образ жизни не имеется, но среди женщин коренных национальностей, проживающих в городах и поселках, оно встречается.

Женщины коренных национальностей, ведущих кочевой образ жизни, в основном, занимаются домашним хозяйством, имеют традиционный жизненный уклад – изготавливают шкуры оленя и шьют из них одежду, перерабатывают добытое мясо и рыбу, воспитывают детей. Доля женщин коренных национальностей, проживающих в городах и поселках и занимающихся домашним хозяйством уже меньше.

Среди коренного населения сохраняются многодетность семей, отсутствие внутрисемейного планирования деторождений, равномерность рождаемости во всех возрастных группах фертильного возраста, низкая миграционная подвижность.

Однако репродуктивное здоровье женщин малочисленных коренных национальностей Крайнего Севера остается неблагополучным. Выявлена высокая распространенность вредных привычек, заболеваний почек и мочевыделительной системы и венерических заболеваний. При этом обнаружено, что женщины малочисленных коренных национальностей Крайнего Севера, имеющих традиционно кочевой уклад жизни и проживающих в тундре, более благополучны по своему социальному статусу и уровню гинекологической заболеваемости по сравнению с женщинами оседлого населения, проживающими в поселках. Изменив традиционный для народов Севера уклад жизни, они плохо адаптировались к жизни в городах и поселках.

Вторую, более значительную группу составляют женщины пришлого населения, проживающего в условиях востока страны и Севера в течение нескольких десятилетий. Особенность этой части населения, связанную с историей заселения и освоения Севера и востока страны, представляет собой многонациональность, сопровождающаяся браками между лицами различной национальности или прибывшими из различных регионов страны. Такой выраженный гетерозис, в соответствии с законами биологии, способствует усилению репродуктивных процессов, повышению устойчивости потомства к различным неблагоприятным влияниям за счет обогащения генофонда. Показатели, характеризующие репродуктивную функцию женщин этой части населения, отражают собой "физиологическую норму" для конкретных экологических условий.

Однако при выявлении признаков десинхроноза (нарушение суточного биоритма, характеризующееся расстройством сна, снижением работоспособности и целым комплексом других неприятных отклонений в состоянии здоровья) беременным женщинам рекомендуют госпитализацию за месяц до родов с тем, чтобы под влиянием строгого режима восстановить правильный суточный ритм физиологических функций.

И, наконец, третью группу женщин составляют женщины, приехавшие на восток и Север в течение последних нескольких лет. Роль этой части населения в демографии восточных регионов растет с каждым годом в связи с народно-хозяйственной и экономической политикой страны.

Особенность этой части населения заключается в том, что приезжие в течение нескольких лет переживают процесс адаптации к условиям среды, что накладывает особый отпечаток на репродуктивные процессы, как и на функции других систем человека.

Таким образом, три различных группы женщин проживающих на Севере нашей страны характеризуются различными специфическими особенностями репродуктивных процессов.

У женщин проходящих военную службу по контракту на Европейском Севере также имеются возрастные особенности формирования патологии.

Состояние здоровья женщин Крайнего Севера требует проведения безотлагательных социально-экономических и медико-организационных мероприятий. Особая роль в этом принадлежит первичной медико-санитарной помощи, расширению ее возможностей, созданию современно оснащенных амбулаторий общей врачебной практики (семейной медицины) в регионах Крайнего Севера, поскольку только на первичное звено здравоохранения возложены обязанности профилактики заболеваний, оказание квалифицированной первичной медицинской помощи, своевременное направление больных к специалистам узкого профиля.

Здоровье взрослого человека закладывается в детском возрасте, а здоровье ребенка зависит от здоровья матери.

Библиографический список

1. Багнетова Е. А. Особенности адаптации, психологического и функционального состояния организма человека в условиях Севера // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 4. С. 63–69.
2. Вопросы экологии человека в условиях Крайнего Севера / отв. ред. Л. Е. Панин. Новосибирск : СО АМН СССР, 1979. 96 с.
3. Захарова Т. Г., Кашина М. А. Медико-социальная характеристика беременных женщин коренных национальностей Крайнего Севера Красноярского края // Здравоохранение Российской Федерации. 2009. № 6. С. 39–41.
4. Захарова Т. Г., Петрова М. М., Кашина М. А. Здоровье женщин малочисленных коренных народов Крайнего Севера в зависимости от уклада жизни // Профилактическая медицина. 2012. Т. 15, № 3. С. 40–42.
5. Логинов С. И., Косолапова Т. В., Мальков М. Н., Гизатулина Л. В. Физическая активность женщин на урбанизованном сибирском Севере: вли-

яние возраста и профессии // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. 2006. № 6. С. 27–31.

6. Мызников И. Л., Устименко Л. И., Аскерко Н. В. [и др.]. Состояние здоровья женщин, проходящих службу по контракту на Европейском Севере // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 6. С. 38–42.

7. Никитин Ю. П., Хаснулин В. И., Гудков А. Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72.

8. Прохоров Б. Б. Экология человека. Социально-демографические аспекты. М. : Наука, 1991. 111 с.

9. Саввин Ю. Ю. Особенности реадaptации к условиям средних широт у военнослужащих из районов Крайнего Севера : дис. ... канд. мед. наук : 19.00.02. СПб., 2013. 135 с.

10. Соловьева К. Б. Пути оптимизации диспансерного наблюдения мужчин с факторами сердечно-сосудистого риска в Заполярном районе Крайнего Севера : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05. Нижний Новгород, 2014. 149 с.

11. Халдеева Н. В. Трудовые отношения в районах Крайнего Севера: теория и практика правового регулирования : дис. ... д-ра юрид. наук : 12.00.05. М., 2015. 430 с.

12. Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск : СО РАМН, 1998. 337 с.

13. Щеглова А. Н. Тенденции развития региональных социально-экономических систем Крайнего Севера в условиях модернизации высшего образования : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. Апатиты, 2013. 158 с.

Интеграция в обучении как средство повышения качества экологического воспитания и системного мышления детей

Оскольская О. И., Белова Е. Н. (г. Севастополь ГБОУ ДО "Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи", e-mail: sevcentrent@sev.gov.ru)

Аннотация. Рассматриваются проблемы экологического образования и воспитания. Само экологическое образование подразумевает интеграцию естественнонаучных наук с науками гуманитарного цикла. Экологическое образование должно стать неотъемлемой составной частью содержания основного, начального, среднего, высшего образования. Основным требованием экологического мышления является не только освоение природы, но и ее восстановление и охрана.

Abstract. This article discusses the problems of environmental education and upbringing. Environmental education itself implies the integration of natural Sciences with the Humanities. Environmental education should become an integral part of the content of basic, primary, secondary, and higher education. The main requirement of ecological thinking is not only the development of nature, but also its restoration and protection.

Ключевые слова: экологическое образование, экология, экологическое мышление, биоразнообразие

Key words: environmental education, ecology, ecological thinking, biodiversity

Экологическое образование – это непрерывный процесс обучения, воспитания, самообразования, культуры и развития личности, который направлен на формирование норм нравственного поведения людей.

Федеральным законом №7-ФЗ от 10.01.2002 года "Об охране окружающей среды" в ст. 71 установлено, что в целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды устанавливается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и дополнительное профессиональное образование специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма.

Низкий уровень экологических знаний, или же их отсутствие служат причиной потребительского отношения к окружающей среде, поэтому необходимо формирование экологической культуры.

По мнению И. Д. Зверева "основная задача экологического образования – это теоретическое освоение учащимися знаний о природе, деятельности человека в природе, об ее особенностях, об экологических проблемах и способах их решения в быту, на производстве, в процессе отдыха".

В экологическом воспитании необходимо учитывать три основных фактора:

- Интеллектуальный – экологические знания и интеллектуальные умения мировоззренческого порядка;
- Личностный – отношения, мотивация и оценки;
- Внутреннюю готовность – намерение, желание и потребность осуществить свои позиции в деятельности по охране окружающей среды.

Сущность экологического воспитания, в первую очередь, определяется его задачами, которые предполагают формирование следующих аспектов:

- потребности общения с природой;
- интереса к познанию законов и явлений природы;
- мотивов и установок деятельности, которая направлена на осознание универсальной ценности природы;
- убеждения в необходимости сбережения природы, сохранения своего и общественного здоровья;
- потребности участия в практической деятельности по изучению и охране природы;
- пропаганда экологических знаний.

В системе экологического образования исключительно важную роль играет дополнительное образование, оно должно носить непрерывный, интегрированный характер и осуществляться в течение всей жизни человека, начиная с дошкольного возраста. Задача дополнительного образования состоит не только в том, чтобы сформировать определенный объем знаний по экологии, но и способствовать приобретению навыков научного анализа явлений природы, осмыслению взаимодействия общества и природы, осознанию значимости своей практической помощи природе.

Исследовательская деятельность – одна из самых эффективных форм работы по изучению экологии, экологическому воспитанию школьников. В ходе исследований происходит непосредственное общение обучающихся с природой, приобретаются навыки, накапливается опыт научных экспериментов, развивается наблюдательность, пробуждается интерес к изучению конкретных экологических проблем.

В процессе поисково-исследовательской деятельности дети самостоятельно изучают природу родного края, ведут мониторинговые, геоботанические исследования окружающей среды. Исследовательский характер деятельности способствует воспитанию у обучающихся инициативы, активного, добросовестного отношения к научному эксперименту, увеличивает интерес к изучению экологических проблем родного края.

Выполнение различных исследовательских проектов в природной обстановке позволяет школьникам активно приобщаться к изучению природы и ее охраны, участвовать в научно-практических конференциях, обмениваться результатами своих исследований с другими обучающимися, работающими по этим же проблемам. Школьники, участвующие в выполнении экологических исследований, имеют возможность реализовать свои способности, повысить свою экологическую грамотность.

Проведение экологических акций одна из интересных форм работы. Экологические акции – это событийно-значимые мероприятия, направленные на сохранение окружающей среды. В ходе их проведения обучающиеся получают природоведческие знания, у них формируются навыки экологической культуры, активная жизненная позиция. Акции служат экологической пропагандой среди родителей, которые становятся активными помощниками среди всего взрослого населения, где проходит акция.

Современный школьник обладает огромным багажом знаний по разным наукам, но не имеет целостного представления о природе и окружающей его действительности, увязать всё воедино – вот одна из основных задач экоэтики. Конкретные знания без общего представления о процессах не применимы к познанию существующей действительности. Важно понять, что "для решения качественно новых задач нужна структурно новая личность, не растасканная по отдельным наукам, а цельно и в единстве со всей природой воспринимающая мир".

Одним из примеров системного подхода в обучении биологии может служить раскрытие темы биоразнообразия, которая предполагает изучение живых систем, начиная с факториальной экологии и вплоть до решения проблем сохранения видов и биосферы в целом. В последнее время вследствие деятельности человека катастрофически сокращается биоразнообразие, создается реальная угроза исчезновения не только отдельных видов, но и целых биоценозов. Поэтому проблема сохранения биоразнообразия заняла по значению ведущее место в экологических исследованиях, по новому осве-

щая и сущность проблемы охраны окружающей среды. Стратегия сохранения биоразнообразия должна сдерживать тенденции процессов, которые могут деформировать состояние популяций видов. Прогноз последствий такой деформации достигается использованием системы биомониторинга. Живой компонент биосферы во всем его разнообразии можно сохранить только путем поддержки всех популяций с их взаимосвязями, жизненными пространствами и сохранением процессов трансформации вещества и энергии. Проводимые в последние годы олимпиады по экологии среди учащейся молодежи показали отсутствие знаний по видовому разнообразию. Дети великолепно справляются с достаточно сложными вопросами по биологии вида, но при этом не в состоянии перечислить многообразие животного и растительного мира своей местности.

Главный принцип кризиса образования есть его дегуманизация. Его признаками является разрыв между природно-технической и гуманитарной культурой, что приводит к узкой специализации во время фундаментальной подготовки специалистов. Целью образования должна быть не просто добыча информации, а развитие ребенка и его самосовершенствование в гармонии с природой.

Важнейшим методом воспитания является длительное пребывание в естественной природной среде, дающее ощущение сопричастности к ней и равнозначности всех ее элементов.

Необходимо помнить, что только вооруженный экологическими знаниями человек способен понимать сложную взаимосвязь явлений природы и необдуманное вмешательство в ее жизнь может привести к неожиданным тяжелым последствиям. Поэтому не следует стремиться улучшать природу, необходимо ее охранять. Основным требованием экологического мышления является не только освоение природы, но и ее восстановление и охрана.

Несмотря на определенные различия в подходах к реализации экологического образования, сегодня большинством специалистов признается необходимость включать рассмотрение экологических проблем практически во все учебные программы: от философии и социологии до географии и этики. Экологическое образование должно стать неотъемлемой составной частью содержания основного, начального, среднего, высшего образования.

Велика ответственность и самого индивида в постоянном расширении собственного экологического знания, как в сфере экологии человека, так и в целом в охране окружающей среды.

Новое время, новое тысячелетие. В нашей жизни многие аспекты стали значить гораздо больше, нежели несколько десятков лет назад. Технологический процесс "пошел в гору". Машины, заводы, фабрики и др. загрязняют нашу планету, в нашем веке стоит задуматься об экологическом воспитании и образовании человечества. Человек должен осознать, что наша планета – это наш дом, и мы должны оберегать ее. Так же в наше время человек должен быть экономичен и подкован.

Экологическое образование – это непрерывный процесс воспитания, обучения самообразования и развития личности, направленный на формирование норм нравственных, поведения людей.

Экологическое воспитание – это процесс нескончаемого, периодического и целенаправленного формирования эмоционально нравственного, гуманного и бережного отношения человека к природе и общепризнанных норм поведения в находящейся вокруг среде.

Экологическое воспитание и образование – это целеустремленный, санкционированный, регулярный, планомерный педагогический процесс формирования системы экологических познаний, умений, взоров, убеждений, моральных свойств, гарантирует становление у личности ответственного отношения к природе. Тем самым, основной целью экологического образования и воспитания считается становление экологической культуры.

Библиографический список

1. Об охране окружающей среды : федер. закон от 10.01.2002 года №7-ФЗ (с изм. от 31.12.2017) : принят Гос. Думой 20 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года // СЗ РФ от 14.01.2002 г. № 9 ст. 133.

2. Абрамян Э. А. Экологическое образование должно быть непрерывным // Экология и жизнь. 1998. № 3. С.16–18.

3. Васильева В. Н. Формирование экологического мышления в процессе образования // Инновации и образование : сб. материалов конф. СПб. : Санкт-Петербургское философское общество, 2003. Выпуск 29. С. 273–287. (Серия "Symposium"). URL: <http://anthropology.ru/ru/text/vasileva-vn/formirovanie-ekologicheskogo-myshleniya-v-processe-obrazovaniya>.

4. Гончарик В. Л. Формирование экологической культуры – важнейший фактор подготовки будущего специалиста высшей школы. Молодежь и наука // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всерос.

науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края : сайт. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/18977>.

5. Зверев И. Д. Экогласность и образование // Советская педагогика. 1991. № 1. С. 9–11.

6. Рубанова Е. В. Проблемы современного экологического образования // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315, № 6. С. 75–81.

7. Тарасова Т. И. Экологическое воспитание младших школьников на межпредметной основе // Приоритетные направления развития науки и образования. № 4(7)10. 2015. С. 70–71.

Некоторые аспекты функционирования норм социального контроля в современном обществе

Рябев В. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра философии и права, e-mail ryabev51@gmail.com)

Аннотация. Новое столетие формулирует новые задачи, стоящие перед современным обществом. В предлагаемой статье анализируются определённые проблемы, возникающие в процессе функционирования "новых" и "старых" трансформирующихся форм социального контроля. Намечаются направления изучения некоторых современных социальных проблем, связанных с применением моральных и правовых норм в их взаимосвязи.

Abstract. The new century formulates new challenges facing modern society. This article analyzes certain problems that arise in the process of functioning of "new" and "old" transforming forms of social control. The directions of studying some modern social problems related to the application of moral and legal norms in their interrelation are outlined.

Ключевые слова: право, мораль, социальные нормы, социальный контроль, трансформация, общество, личность

Key words: Law, morality, social norms, social control, transformation, society, personality

Как известно, источники у морали и права одни. Это обычаи, табу, мифы, религия. Обычаи и являют собой обычное право. Однако с того момента, когда внешняя сторона жизнедеятельности человека отделилась от его внутреннего духовного мира, началось соперничество двух типов норм: морали и права. Право ведало внешней стороной, поведением, мораль – внутренней. Несмотря на противоборство между ними, правовая норма живет только благодаря ее моральному, нравственному содержанию. Как только это содержание исчезает, правовая норма перестаёт существовать де-факто. Именно этим объясняется множество "пустых" законов в современном обществе. Поэтому, как это ни парадоксально, гражданское общество и государство должны быть заинтересованы в защите и сохранении нравственных ценностей, которые их питают.

Конфликт правового и нравственного обостряется в эпохи тотального насилия над человеком, в эпохи, когда интересы государства входят в вопиющее противоречие с естественными ценностями человека. Выход из конфликта – в изменении права (как искусственной конструкции), в приспособлении его к человеку, в создании ситуации, когда интересы человека учитываются вместе с интересами государства, которое служит только средством, инстру-

ментом, обеспечивающим максимум возможностей для самореализации человека.

С этой точки зрения, из двух тенденций развития права – его расширения или локализации – как представляется, вторая в большей мере связана с интересами человека.

Однако, как отмечает современный американский социолог Дж. Ритцер, эта позиция не подтверждается, по крайней мере, в случае макдональдизированных систем и новых средств потребления. Эти системы и средства потребления характеризуются весьма отчетливыми нормами и даже эксплицитными правилами поведения в рамках системы. Так как эти системы процветают и распространяются по всему миру, можно ожидать, хотя бы в их границах, скорее снижения, чем возрастания, аномии. Конечно, остальное общество может быть, как и полагал Дюркгейм, все более аномичным [1]. Это формирует проблему потенциального конфликта между контролирующими системами и лишенным норм обществом. Так Дж. Ритцер рассматривает новые формы контроля в современных обществах: контролирование работников и клиентов, контроль над процессами и продуктами, крайние формы контроля над рождением и смертью индивидов [2].

Однако реальной проблемой при рассмотрении данной проблематики представляется скорее избыток контроля, нежели недостаток его. Помимо многочисленных явных методов контроля, существуют неисчислимы более тонкие техники контроля над людьми. В современном обществе, как отмечают многие социологи, всё больше контроля над людьми осуществляется с помощью электронных средств. Количество средств такого контроля в компьютеризированном обществе возрастает в геометрической прогрессии.

Таким образом, вновь можно говорить о проблематике отчуждения, проанализированной ещё Г.-В.-Ф. Гегелем и К. Марксом, в силу избыточного внешнего контроля над людьми и их способностью мыслить и действовать творчески.

В пределах внутренней духовной свободы человек осуществляет любое доброе дело без всяких расчетов на взаимность, не навязывая никому, а выполняя его в той мере, в какой его поведение способствует другому человеку обрести свободу. Долг ради свободы есть внутренняя обязанность человека перед самим собой. Здесь нет никакого внешнего контроля, никаких внешних санкций.

Долг по отношению к обществу этот человек будет выполнять лишь тогда, когда общество будет оплотом, защитой его духовной свободы, если общество гарантирует ему личные свободы. Если же общество поработочает человеческую индивидуальность, то свободный человек может только дистанцироваться от него.

Формой необходимости в моральном бытии человека выступает знание. С позиции свободы как главного императива знание выполняет лишь инструментальную роль, оно подчинено свободе, оно – для свободы. Более того, знание мира и знание себя сливаются в одно целое. По сути, это знание ради свободы.

Первое философско-социологическое понимание права предложили античные представители школы естественного права, прежде всего, древнегреческий мыслитель Аристотель – Стагирит. На его трудах была основана самая древняя и весьма авторитетная в настоящее время теория естественного права. Согласно положениям этой теории, основу права составляют врожденные, естественные и неотчуждаемые права и свободы человека, которые закрепляются, обеспечиваются и гарантируются в нормах издаваемых государством законов.

Если сравнивать с естественным правом, законодательные установления выступают всего лишь произвольным и подчас неестественным правом, ибо в них естественное право воплощается часто приблизительно и имеет элементы субъективизма. По этой причине ценности свободы, справедливости и формального равенства людей в обществе в нормативных установлениях государства находят ровно столько воплощения, насколько прогрессивен формационный уклад и образованы сами законодатели.

Полного отражения в законах сущности права как всеобщей и универсальной меры свободы, справедливости и формального равенства, достичь трудно, а иногда и невозможно. Можно только приближаться к этому. Теорию естественного права также активно разрабатывали Гуго Гроций, Иммануил Кант и многие другие.

Именно Кант сформулировал одно из наиболее известных философских пониманий права, которое определялось как "ограничение свободы каждого условием согласия ее со свободой всех других, насколько это возможно по некоторому общему закону" [3]. Через свободу определял специфику права и Г. В. Ф. Гегель. Он подчеркивал, что идея права, по сути, представляет собой свободу.

В середине 19 века К. Маркс предложил и обосновал диалектико-материалистическое учение формального права, в котором раскрывается его противоречивая природа в классово-антагонистическом обществе. По его мнению, право является классовой формой общественного сознания в антагонистических формациях. Оно, прежде всего, выражает закрепленную в законах политическую волю господствующего класса, с помощью которых не столько регулируется социальная жизнедеятельность людей и общества, сколько устанавливается социальный порядок, обеспечивающий интересы этого класса [4].

Отсюда философско-социологическое определение права исходит из того, что аксиологическим основанием права выступают социально-правовые ценности свободы, справедливости, формального равенства, гуманизма и прав человека. Поэтому право является специфической формой общественного сознания, воплощающей и отражающей установленную обществом всеобщую, универсальную и равную меру свободы, справедливости и формального равенства людей в обществе. В этом определении делается явный акцент на понимании права как всеобщей, универсальной и равной меры свободы, справедливости и формального равенства людей. Эта мера формируется вначале в общественном сознании, а уже затем переводится обществом и государством в соответствующие нормативные установления (законы, кодексы, обычаи, традиции, моральные заповеди и др.)

Из определения следует, что далеко не все изданные государством юридические нормы и созданные обществом социальные установления имеют правовой характер. Прежде всего, это те из них, которые базируются на ценностях свободы, справедливости и равенства всех людей и в которых содержится вышеназванная универсальная и всеобщая мера справедливости и формального равенства людей в обществе.

Если эта мера имеет место, хотя бы в минимальной степени, то можно говорить об известном правовом характере тех или иных норм. В случае отсутствия этой меры речь может идти только о юридической или социальной норме, выражающей субъективную волю её создателя, но не о правовом установлении.

Нельзя забывать и о функциях социального контроля над поведением индивидов и групп индивидов со стороны гражданского общества с целью защиты и сохранения, прежде всего, норм естественного права.

Как известно, во времена Т. Гоббса и Дж. Локка под гражданским обществом понималась политически организованная жизнь в противовес естественному, догосударственному состоянию человечества: "Поскольку люди являются, как уже говорилось, по природе свободными, равными и независимыми, то никто не может быть выведен из этого состояния и подчинен политической власти другого без своего собственного согласия. Единственный путь, посредством которого кто-либо отказывается от своей естественной свободы и надевает на себя узы гражданского общества, – это соглашение с другими людьми об объединении в сообщество. Именно для того, чтобы удобно, благополучно и мирно совместно жить, спокойно пользуясь своей собственностью и находясь в большей безопасности, чем кто-либо не являющийся членом общества" [5].

Правда, идеолог американской демократии Томас Пейн, оспаривая концепции Гоббса и Локка, выдвинул теорию государства как "ночного сторожа" и обосновал естественную склонность индивидов к жизни в безопасном и мирном обществе, гармоничные отношения в котором обусловлены переплетением интересов и солидарности. По его мнению, мирные коллективные формы социального бытия являются самостоятельными и не зависят от государственной власти. Французский учёный – аристократ Алексис де Токвиль, аналитически разделил политическое и гражданское общество после путешествия по США и внимательного изучения и описания большого количества неправительственных организаций. Если первое представляется созданным отношениями между государственными органами управления и гражданами, то второе – отношениями между самими гражданами, которые руководствуются нормами, прежде всего, естественного права [6].

В современном российском обществе Общественная палата РФ, Общественные палаты субъектов РФ, Общественные советы при органах исполнительной власти федерального и регионального уровня принимают участие в социальном контроле, общественной экспертизе и обсуждении законопроектов и ведомственных решений, взаимодействии и оказании помощи некоммерческим организациям и гражданским инициативам, "стоящим на страже" норм естественного права.

Библиографический список

1. Дюркгейм Э. Социология. Её предмет, метод, предназначение / пер. с фр. М. : Канон, 1995. 349с.

2. Ритцер Дж. Макдональдизация общества 5 / пер. с англ. М. : Праксис, 2011. 591 с.

3. Кант И. Сочинения : в 6-ти т. / [пер. с нем.] М. : Мысль, 1965. Т. 4. Ч. 2. 478 с.

4. Маркс К., Энгельс Ф., Ленин В.И. Афоризмы, изречения. М. : Политиздат, 1987. 541 с.

5. Локк Дж. Два трактата о правлении // Сочинения : в 3 т. / [пер. с англ.]. М. : Мысль, 1988. Т. 3. 669 с.

6. Большой толковый социологический словарь (Oxford) = Collins dictionary of sociology / [пер. с англ.]. [В 2 т.]. Т. 2. М. : Вече : АСТ, 2001. 528 с.

Особенности силовой подготовки конькобежцев на соревновательном этапе

Шелков М. В., Щербина Ф. А. Федоренко М. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра физического воспитания и спорта, e-mail: shelkovmv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Силовая подготовка конькобежцев в мезоцикле перед соревнованием строится с учетом значительного снижения объема и интенсивности нагрузки в зависимости от развиваемой выносливости.

Abstract. Power training of speed skaters on the completed mesocycle before the competition is built taking into account a significant decrease in the volume and intensity of the load, depending on the developed endurance.

Ключевые слова: силовая выносливость, тейперинг, объем, интенсивность

Key words: Strength endurance, tapering, volume, intensity

Цель. Изучить способы использования силовой подготовки во время подводки к основным соревнованиям высококвалифицированными спортсменами конькобежцами.

Анализ исследований состоял в системном изучении литературных источников.

Современные тренировки характеризуются выполнением работы на протяжении многих часов. Объем и интенсивность возрастают, а упражнения выполняются множество раз. Периодизация силовых тренировок предполагает обоснованное использование разнообразных средств и методик в зависимости от задач этапов, макроциклов и микроциклов.

Силовая тренировка в процессе подготовки спортсмена должна быть вариативной, адаптироваться под состояние спортсмена, последовательна и сочетаться с соревновательной деятельностью. Содержание тренировки должно планироваться в соответствии с объемом и интенсивностью. Силовая подготовка должна проходить после работы над техникой и скоростной работы на льду. Следовательно, у спортсмена остается небольшой запас времени и запаса энергии для данных тренировок. Силовая тренировка должна быть непродолжительной и учитывать специфику данного вида спорта. Приведены примеры и описание тренировок. Данное представление заключается в следующем:

1. Продолжительность энергозатратной тренировки с большой нагрузкой составляет 20–23 минут. Цель тренировки – развитие или комбинация

максимальной силы и мощности. Соответственно, мощность подбирается исходя из задач подготовки для спринта или длинной дистанции. Спортсмены должны выполнить 4–5 упражнений на основные группы мышц, участвующих в локомоциях данного вида спорта. Тренировка силы происходит с нагрузкой 70–80 процентов от повторного максимума в быстром темпе с хорошей техникой. Количество повторений от одного до трех (резерв 15–20 процентов) в составе двух-четырёх подходов. Время на отдых в перерыве между подходами.

2. Продолжительность тренировки со средней нагрузкой составляет 20–30 минут. Цель тренировки – развитие или комбинации максимальной силы и мощности. Спортсмены выполняют три или четыре упражнения. Тренировка силы происходит с нагрузкой 70 процентов от повторного максимума. Спортсмены выполняют от трех до пяти взрывных повторений и делают два или три подхода с двух или трехминутным перерывом на отдых между подходами.

3. Продолжительность тренировки с низкой нагрузкой составляет 15–30 минут. Цель тренировки – развитие максимальной силы, мощности или комбинации максимальной силы и мощности. Спортсмены выполняют два или три упражнения во взрывной манере и работают с нагрузкой 60–70 процентов от повторного максимума. Спортсмены выполняют от одного до шести повторений (с резервом 20–30 процентов) в составе двух-трех подходов с двух- или трехминутным перерывом на отдых между подходами.

4. Продолжительность перерывов на отдых должна быть отрегулирована в соответствии с количеством упражнений и объемом подхода с целью соответствия времени выделенному на проведение тренировки.

5. Силовые упражнения, направленные на развитие одних и тех же мышц, можно объединять в пары в составе методики перехода подходов с целью экономии времени, при одновременном достаточном времени для восстановления между двумя подходами одного и того же упражнения [4].

Во время трех соревновательных микроциклов перед основным стартом предполагает следующую динамику силовых тренировок: энергозатратные тренировки проводятся только во время второй недели. На третьей неделе происходит подведение спортсмена к соревнованию на пике формы. Поэтому в данной модели следует планировать две тренировки, причем вторая тренировка выполняется с низкой интенсивностью. На второй неделе

в среду тренировка (соревнование в воскресенье) паузы отдыха проводятся до полного восстановления. Пиковые нагрузки проводятся на второй неделе. Их количество составляет три тренировки. Нагрузка должна даваться с резервом, как минимум, 20 процентов (например, от трех до шести повторений выполняются с нагрузкой 65 процентов от повторного максимума или 1-2 повторения выполняются с нагрузкой 70 процентов повторного максимума). Такой подход помогает предотвратить остаточное утомление, которое может снизить спортивный результат на соревнованиях. [7; 5].

Максимальный уровень интенсивности тренировок при занятиях скоростно-силовыми видами спорта в последний момент используется при подводки в последний раз за 14–15 дней до соревнований, которым предшествует 5–7 дней нагрузки. Существенно снижается объем упражнений, обычно 50–60 процентов, используемый при интенсивном микроцикле. Как правило, микроцикл с максимальной нагрузкой выполняется за три недели до основного старта [1–3].

В видах спорта на выносливость интенсивность тренировок снижается на 10–15 процентов для каждой тренировки в течение двух недель. Силовые тренировки выполняются в количестве 2 раз, а в последнюю неделю устраняются. Исключения являются женщины, также спортсмены, которые теряют быстро силу. Для них силовые тренировки должны продолжаться в течение последнего микроцикла. Объем нагрузки постепенно снижается на 40–60 процентов в течение двух недель. Интенсивность должна быть выше, чем в другие микроциклы, но с очень маленьким объемом, для того чтобы не допустить накопления утомления [6; 8].

Силовая тренировка на соревновательном этапе должна учитывать интенсивность, объем применяемых средств, а также количество выполняемых силовых тренировок. Непосредственно перед соревнованием тренировочный план включает значительное снижение объема нагрузки и относительно высокую интенсивность.

Библиографический список

1. Adlercreutz H., Härkönen M., Kuoppasalmi K. [et al.]. Effect of Training on Plasma Anabolic and Catabolic Steroid Hormones and Their Response During Physical Exercise // International Journal of Sports Medicine. 1986. Vol. 7, Iss. S 1. P. S27–S28. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025798>.

2. Banister E. W., Carter J. B., Zarkadas P. C. Training theory and taper: validation in triathlon athletes // *European Journal of Applied Physiology*. 1999. Vol. 79, Iss. 2. P. 182–191. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004210050493>.
3. Bompa T. O., Haff G. G. *Periodization. Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics, 2009.
4. Bompa T. O., Buzzichelli C. A. *Periodization training for sports*. Champaign, IL : Human Kinetics, 2005.
5. Kubukeli Z. N., Noakes T. D., Dennis S. C. Training techniques to improve endurance exercise performances // *Sports medicine*. 2002. Vol. 32, Iss. 8. P. 489–509. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200232080-00002>.
6. Mujika I. *Tapering and Peaking for Optimal Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2009
7. Trinity J. D.; Pahnke M. D.; Reese E. C. [et al.]. Maximal Mechanical Power during a Taper in Elite Swimmers // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006. Vol. 38, Iss. 9. P. 1643–1649. DOI: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000229104.39145.6b>.
8. Fleck S. J., Kraemer W. J. *Designing Resistance Training Programs*. 2nd edition. Ch IL: Human Kinetics, 1997.

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

Разработка рецептуры и технологии кулинарной продукции "Окунь филе в соусе красном с добавлением темного пива" охлажденной и замороженной

Басистов Д. И., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: sircreyne@gmail.com)

Аннотация. Представлены результаты разработки рецептуры и технологии рыбной кулинарной продукции – полуфабриката "Окунь филе в соусе красном с добавлением темного пива". Приведены результаты автоматизированного проектирования рецептуры кулинарной продукции с использованием компьютерной программы MatLab.

Abstract. The results of the development of the recipe and technology of fish culinary products – semi-finished product "Sea bass fillet in red sauce with dark beer" are presented. The results of computer-aided design of recipes for culinary products using the MatLab computer program are presented.

Ключевые слова: полуфабрикат рыбный охлажденный, окунь морской, соус красный с добавлением темного пива, автоматизированное проектирование рецептуры, нечеткая логика

Key word: semi-finished chilled fish, sea bass, red sauce with dark beer, automated recipe design, fuzzy logic

В последние годы неуклонно растет популярность продуктов в категории "ready-to-cook" – полуфабрикатов высокой степени готовности охлажденных или быстрозамороженных. Высокий темп современной городской жизни делает непозволительной роскошью трату времени на длительное приготовление пищи. Одновременно с этим, растет запрос горожан на здоровое питание, которое способствовало бы нормализации обмена веществ, препятствовало формированию избыточной массы тела и ожирения.

С учетом актуальных трендов на первый план в разработке и продвижении на потребительский рынок продуктов категории "ready-to-cook" должно отводиться рыбным продуктам, характеризующимся высоким содержанием полноценных по аминокислотному составу белков, полиненасыщенных жирных кислот, микро- и макроэлементов, витаминов и биологически-активных веществ.

Окунь морской – традиционный объект промысла в Северной Атлантике отвечает всем требованиям, предъявляемым к сырью для изготовления полуфабрикатов высокой степени готовности. Размерно-массовый и общий химический состав окуня морского приведен в таблицах 1 и 2 [1, 2].

Таблица 1 – Размерно-массовый состав окуня морского

В процентах

Показатель	Размерные группы, см			
	от 27 до 30	от 31 до 35	от 36 до 40	от 41 до 45
Средняя масса тела, г	320	460	620	1000
Массовый состав				
Голова	37,9	41,6	38,9	38,8
Тушка	50,4	45,9	48,9	45,4
Мясо с кожей	44,5	40,8	42,8	40,6
Кости	5,9	5,1	6,1	4,8
Плавники	2,3	2,1	2,1	1,9
Чешуя	1,1	0,9	0,7	0,6
Внутренности, всего	8,3	9,5	9,4	13,3
в том числе	печень	0,4	0,9	1,2
	гонады	1,2	1,3	1,0

Таблица 2 – Общий химический состав окуня морского

Часть тела	Влага	Белок	Жир	Зола
Мясо	от 69,6 до 77,5 сред. 73,6	от 17,7 до 18,5 сред. 17,8	от 2,2 до 10,3 сред. 6,6	от 1,4 до 1,5 сред. 1,5
Печень	от 45,7 до 78,3 сред. 58,9	от 9,8 до 14,1 сред. 11,4	от 10,0 до 41,1 сред. 27,1	от 1,0 до 1,9 сред. 1,4
Голова	от 61,5 до 71,2 сред. 65,5	от 14,7 до 17,1 сред. 15,7	от 6,9 до 14,8 сред. 11,0	от 4,9 до 9,5 сред. 7,2
Кости	от 56,5 до 67,3 сред. 61,8	–	от 7,8 до 18,3 сред. 13,6	от 8,9 до 12,3 сред. 10,7
Внутренности	от 30,1 до 67,3 сред. 49,6	от 7,2 до 12,5 сред. 9,8	от 5,2 до 62,7 сред. 40,2	от 0,5 до 1,3 сред. 0,9

Из данных таблиц следует, что рыба обеспечивает при разделке приемлемый выход филе (около 50 %), которое характеризуется высоким содержанием белка – около 18 % при умеренном содержании жира – около 7 % в среднем. Мясо окуня имеет приятный гармоничный вкус, нежную и сочную консистенцию. Значение белково-водного коэффициента (БВК) составляет для средних значений показателей химического состава 24,2 %, что менее 27 % – пороговой величины показателя, до достижения которой основным способом переработки рыбы по классификации Л.П. Миндера является кулинарная обработка [3].

Анализ аминокислотного состава окуня [2] позволяет сделать вывод о высокой биологической ценности белков мяса окуня морского, имеется всего одна лимитирующая незаменимая аминокислота – метионин.

Проведенное анкетирование потребителей выявило наличие неудовлетворенного спроса на рыбные полуфабрикаты высокой степени готовности, в том числе рыбное филе в различных соусах и заливках. При этом окунь морской вошел в тройку лидеров сырьевых предпочтений потребителей для приготовления продуктов категории "ready-to-cook". Оригинальность продукту, по мнению потребителей, прибавит добавление к рыбному филе оригинального соуса.

Предложенная технологическая схема изготовления охлажденного рыбного полуфабриката "Окунь морской филе в соусе красном с добавлением темного пива" включает в себя следующие этапы: прием и хранение рыбного и нерыбного сырья до обработки, дефростирование окуня б/г потрошеного мороженого, сортирование и мойка в проточной воде при температуре не выше 18 °С, разделка на филе с кожей, инспекция и доработка филе, ополаскивание, порционирование филе и укладывание в потребительскую тару (полимерные боксы с крышкой), приготовление томатного соуса с добавлением темного пива по разработанной рецептуре, добавление соуса к филе, упаковывание и маркирование потребительской упаковки, охлаждение и хранение до реализации.

Приведенная выше технологическая схема – традиционная, не содержит инноваций и широко применяется для изготовления рыбных полуфабрикатов. Инновационную составляющую разработанной технологии составляет оригинальная рецептура томатного соуса с добавлением темного пива "Guinness" и установленное оптимальное соотношение соуса и рыбной компоненты полуфабриката.

В качестве базовой рецептуры томатного соуса с добавлением темного пива использована классическая рецептура соуса красного основного (№ 1011) Сборника рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания [4]. В разработанных вариантах новой рецептуры соуса произведена замена мясного бульона на рыбный и части рыбного бульона – на пиво. Варианты рецептов соуса и результаты органолептической оценки опытных образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептическая оценка соуса с морковью и луком

Компонент рецептуры	Масса брутто на 200 г соуса				
	Варианты опытной рецептуры				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Рыбный бульон	800	800	800	800	800
Томаты в собственном соку консервированные	20	32	42	32	32
Пиво	32	32	32	20	42
Морковь	20	20	20	20	20
Лук	8	8	8	8	8
Выход	200 г	200 г	200 г	200 г	200 г
Органолептическая оценка	3,19	3,25	3,25	3,1	3,1

Анализ данных таблицы 3 показал, что все опытные образцы соуса получили недостаточно высокую оценку экспертов. Анализ структуры органолептической оценки выявил отрицательное влияние моркови и лука пассерованных на суммарные впечатления, консистенцию, вкус и запах соуса. В связи с этим было принято решение отказаться в дальнейшем от использования моркови и лука пассерованных в рецептуре соуса томатного с добавлением пива, а так же изменить баланс пива и томата.

При автоматизированном проектировании рецептуры соуса томатного с добавлением пива использовали метод нечеткого моделирования (модуль fuzzy logic) в программном пакете MatLab. В качестве параметра оптимизации (выходная переменная) принята органолептическая оценка в баллах соуса по разработанной пятибалльной шкале. Область факторного пространства ограничена значениями от 3 до 5 баллов, что соответствует уровню качества от 60 до 100 %.

В качестве влияющих факторов выбраны:

- доля темного пива, г на 200 г соуса;
- доля томатов в собственном соку пюрированных, г на 200 соуса.

Исходная матрица эксперимента содержала значения влияющих факторов в процентах на общую массу соуса, которые были пересчитаны в граммах на 200 г соуса – массу опытного образца по каждому варианту рецептуры для удобства проведения эксперимента и обработки его результатов.

Варьирование влияющих факторов достигали пропорциональным изменением основы соуса, приготовленной по базовой рецептуре, исключая лук и морковь пассерованные.

В таблице 4 приведена матрица эксперимента, включающая характеристики основных принятых влияющих факторов и выходной переменной – параметра оптимизации.

Таблица 4 – Матрица для автоматизированного проектирования рецептуры соуса томатного с добавлением темного пива методом нечеткой логики в программной среде "MatLab"

Компонент рецептуры (не менее двух)	Диапазон компонента, грамм на 200 г соуса	Лингвистические термы (от 3-х до 5-ти)	Диапазон значений для одного терма
<i>Входные переменные (влияющие факторы)</i>			
Масса пива (pivo)	от 25 до 75	"мало" (malo)	от 3 до 3,67
		"средне" (sredne)	от 3,7 до 4,27
		"много" (mnogo)	от 4,3 до 5
Масса томатов (tomati)	от 25 до 75	"мало" (malo)	от 3 до 3,67
		"средне" (sredne)	от 3,7 до 4,27
		"много" (mnogo)	от 4,3 до 5
Масса основы (osnova)	от 75 до 125	"мало" (malo)	от 3 до 3,67
		"средне" (sredne)	от 3,7 до 4,27
		"много" (mnogo)	от 4,3 до 5
<i>Выходная переменная (параметр оптимизации)</i>			
Средний суммарный балл органолептической оценки готовой продукции с учетом коэффициентов значимости, балл (organoleptika)	от 3 до 5	"очень нежелательно" (ochennezhelatelno)	от 3,0 до 3,3
		"не очень желательно" (neochenzhelatelno)	от 3,4 до 3,7
		"удовлетворительно" (udovletvorytelno)	от 3,8 до 4,1
		"желательно" (zhelatelno)	от 4,2 до 4,5
		"очень желательно" (ochenzhelatelno)	от 4,6 до 5,0

Затем в соответствии с алгоритмом работы в программном модуле Fuzzy Logic Toolbox, входящего в пакет MatLab, были составлены правила (база данных) для выполнения эксперимента по определению органолептической оценки (уровня качества) для всех вариантов рецептуры.

Визуализация нечёткого логического вывода в программе Fuzzy Logic Toolbox приведена на рисунке 1.

Для большей наглядности результаты моделирования с оптимальным соотношением компонентов соуса представлены на рисунках 2 и 3 в виде поверхности отклика (различные проекции).

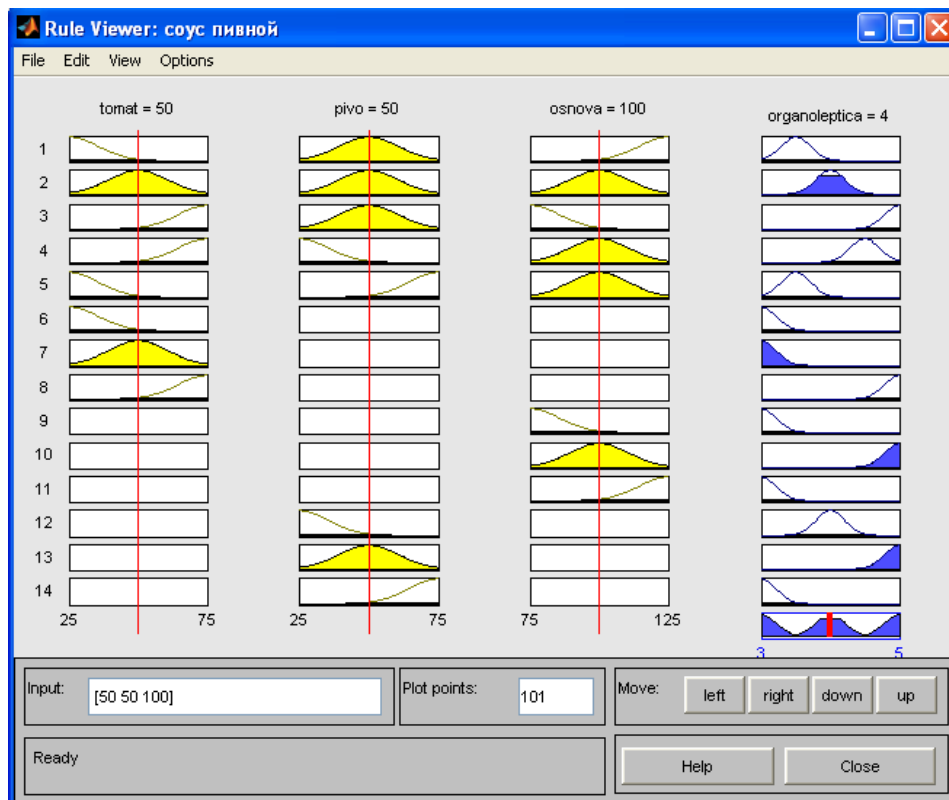


Рисунок 1 – Визуализация нечеткого логического вывода

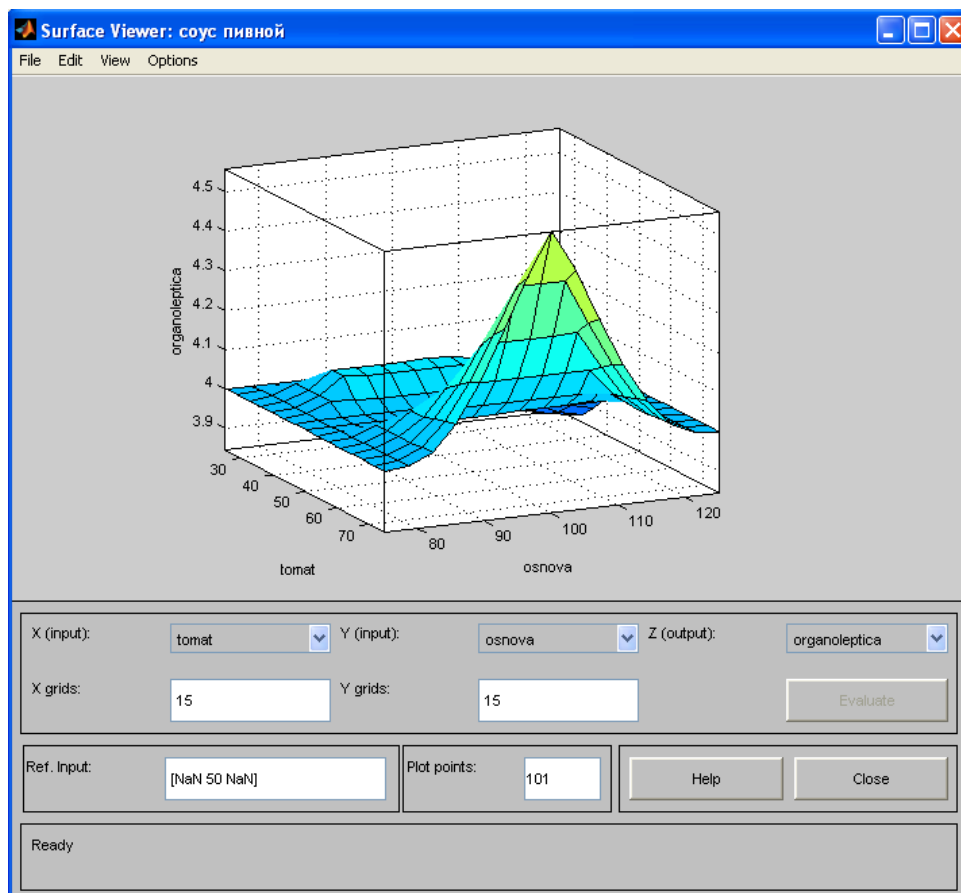


Рисунок 2 – Поверхность отклика в проекциях "томаты-основа"

Оптимальная рецептура соуса красного с добавлением темного пива включена в разработанную проектную техническую документацию – ТУ и ТИ на полуфабрикат "Окунь морской филе в соусе красном с добавлением темного пива".

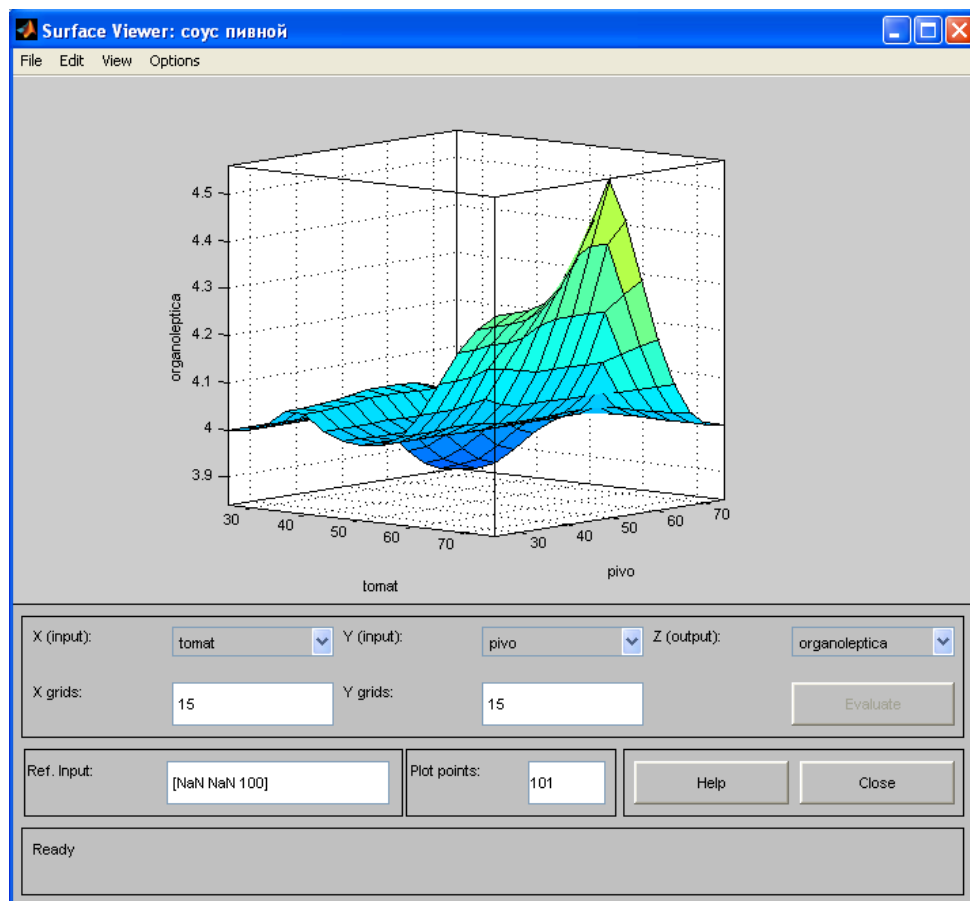


Рисунок 3 – Поверхность отклика в проекциях "томаты-пиво"

Библиографический список

1. Биденко М. С., Перова Л. И., Кукуев Е. И., Суховешин В. В. Промысловые рыбы Атлантического океана : справочник. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 177 с.
2. Скурихин М. М. Химический состав пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева – 2-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1987. 224 с. (Кн. 1. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов).
3. Технология рыбы и рыбных продуктов / А. М. Ершов [и др.] ; под общ. ред. А. М. Ершова. М. : Колос, 2010. 944 с.
4. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий. Нормативная документация для предприятий общественного питания. Спб. : Профессия, 2012. 1016 с.

Разработка технологии приготовления желированных пен для салатной продукции с элементами молекулярной кухни

Бражная И. Э., Земскова Н. Г., Грибова О. М. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: brain67@mail.ru)

Аннотация. Представлена технология и рецептуры желированных пен для салатной продукции с применением элементов молекулярной кухни, рецептуры опытных образцов, анализ оценки органолептических показателей.

Abstract. The technology and formulations of gelled foams for salad products using elements of molecular cuisine, formulations of prototypes, analysis of the assessment of organoleptic indicators are presented.

Ключевые слова: технология молекулярной кухни, желированные пены, рецептуры, салатная продукция

Key words: molecular cuisine technology, gelled foams, recipes, salad products

Одним из основных направлений государственной политики в сфере продовольственной безопасности является создание новых технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, которые соответствуют установленным экологическим, санитарно-эпидемиологическим, ветеринарным и иным требованиям, в целях обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией, их внедрение и использование [1]. Таким образом, разработка новых технологий в питании одно из направлений государственной политики, а значит имеет большое значение для нашей страны. Молекулярная кухня, это совокупность инновационных методов, использование которых в технологиях ресторанной продукции позволяет изменять консистенцию и форму изделий. Термин "молекулярная кухня" не отражает суть процесса изготовления блюд, так как производственный персонал работает не с отдельными молекулами, а с химическим составом и агрегатным состоянием продуктов, конструктивным составлением известных нам блюд в необычном для потребителя виде. Полисахариды и протеины широко используются в наши дни во многих отраслях промышленности, они выполняют многие полезные функции, а именно: загущение и гелеобразование водных растворов, стабилизация пен, эмульсий и суспензий, замедление и полное предотвращение кристаллизации льда и сахара, регулирование аромата и т. д. Наиболее часто в пищевой промышленности используются гелеобразующие и стабилизирующие свойства желатина [2; 3]. Целью работы является разработка технологии

и рецептуры желированной пены для использования в технологии холодных блюд. Желированная пена изготавливалась по специально разработанной технологической схеме [4]. В ходе работы были разработаны рецептуры желированной пены для использования в технологии холодных блюд, такие как творожная, овощная, с морепродуктами, и томатная, а также базовые рецептуры салатов с морепродуктами и варианты холодных блюд с применением композиций желированных оболочек в виде пен. Базовые рецептуры желированных пен представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Базовые рецептуры желированных пен

Компоненты, г	Творожная	Овощная	С морепродуктами	Томатная
Сыр творожный	30		10	
Огурец свежий		30		
Креветка/путассу			20/20	
Томатный кетчуп				35
Овощной бульон				45
Вода	50	50	50	
Желатин листовой	8	8	8	8
Выход	80	80	80	80

Анализ опытных образцов желированных пен, представленных в таблице, позволил установить пену, которая хорошо сочеталась с разными вариантами салатной продукции. Дегустаторы отметили, что овощная желированная пена может быть универсальной для многих рецептов салатов. Соотношение компонентов в желированной пене влияет на качество и стабильность желированной пены. Влияние изменения компонентов в рецептуре пены было исследовано в ходе анализа органолептических показателей опытных образцов в ходе дегустаций [5]. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Профилограммы опытных образцов овощной желированной пены

Образец	Профилограмма	Характеристика образца
соотношение вода/огурец/желатин 50/30/8	<p>Профилограмма (радар-диаграмма) для образца с соотношением 50/30/8. Диаграмма имеет пять осей: Внешний вид (5), Вкус (4), Запах (4), Консистенция (3), Цвет (3). Значения нанесены на радиальной шкале от 1 до 5.</p>	Приемлемый внешний вид, вкус водянистый, консистенция жидкая, цвет соответствует вложенным компонентам, запах насыщенный

Окончание табл. 2

Образец	Профилограмма	Характеристика образца
<p>соотношение вода/огурец/желатин 40/40/8</p>		<p>Приемлемый внешний вид, необходимая консистенция, цвет соответствует вложенным компонентам, вкус и запах насыщенный</p>
<p>соотношение вода/огурец/желатин 30/50/8</p>		<p>Приемлемый внешний вид, вкус насыщенный, консистенция густовата, цвет соответствует вложенным компонентам, запах насыщенный</p>

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод, что наиболее приемлемой для производства салатной продукции является овощная желированная пена в соотношении вода/огурец/желатин, равном 40/40/8 грамм на одну порцию. Так же были разработаны базовые рецептуры салатной продукции, которые могли бы сочетаться с желированными пенами. Основные технологические операции соответствуют сборнику рецептов блюд и кулинарных изделий [6]. Салаты производили по технологической схеме [4]. Полученные образцы были оценены дегустационной комиссией и получили высокие оценки, что говорит о высоком качестве продукта.

Библиографический список

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения 24.11.2020).

2. Борисенко А. А. Молекулярное моделирование желатина в различных дисперсионных // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 4 (39). С. 24–30.

3. Ивлева А. Р., Канарская З. А. Применение полисахаридов в качестве гидроколлоидов в пищевых продуктах // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 14. С. 418–422.

4. Земскова Н. Г., Бражная И. Э. Молекулярная кухня в современном мире / Н. Г. Земскова, // Сборник материалов Всероссийской студенческой научно-технической конференции СНТК–2020 (Мурманск, 27–29 мая 2020 г.). Ч. 1. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2020. С. 171–173.

5. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания (Переиздание). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103472> (дата обращения 24.11.2020).

6. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий. Нормативная документация для предприятий общественного питания. М. : Дело и Сервис, 2002. 1016 с.

Исследование параметров двойного закаточного шва консервов "Печень трески "По-мурмански"

Ершов М. А., Новожилов М. П., Ершов А. М., Куранова Л. К. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: ershovma@mstu.edu.ru)

Аннотация. Проведены исследования соответствия параметров двойного закаточного шва консервов "Печень трески "По-мурмански" требованиям нормативно-технической документации. Определено действительное значение ширины перекрытия закаточного шва для партий консервов разных дат выработки. Рассчитаны среднее взвешенное значение ширины и коэффициент перекрытия закаточного шва. Установлено соответствие показателей герметичности закаточного шва требованиям действующих нормативов.

Abstract. The compliance of the double seam parameters of canned cod liver "Po-Murmanski" ("Murmansk-style") with the requirements of the normative and technical documentation was studied. The actual value of the seam overlap width was found for the batches of canned goods of different production dates. The precision of the measurement results of the studied batches was established. The weighted average value of the width and the coefficient of the seam overlap was found.

Ключевые слова: консервы, печень трески, параметры закаточного шва

Key words: canned food, cod liver, seam parameters

В настоящее время нет необходимости доказывать, что безопасность и качество пищевых продуктов являются определяющими критериями в борьбе за рынки сбыта, за покупателя. Особенно важно постоянно следить за соблюдением всех параметров ведения процесса изготовления продукции, непосредственно влияющих на её безопасность.

Производство стерилизованных консервов в металлических банках является важным направлением пищевого использования объектов водного промысла.

Одним из критериев безопасности при производстве консервов считается укупорка банок с продуктом. Герметизация, как следует из теории и практики, является точкой повышенного риска и, наряду с режимом стерилизации, влияет на безопасность готовой продукции на протяжении всего срока годности консервов. Согласно требований технического регламента Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016) процесс герметизации консервов должен обеспечивать предотвращение вторичного загрязнения продукции во время и после тепловой обработки. Требования технического регламента по герметичности консервов могут быть обеспечены при соблюдении параметров двойного закаточного шва укупоренных металлических банок [1]. Соответствие этим

параметрам гарантирует сохранение свойств продукции по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям согласно требованиям нормативной документации.

На рисунке 1 представлена диаграмма производства консервов и пресервов в Мурманской области за 2017 и 2018 г. По данным Мурманскстат в Мурманской области среди консервированной рыбопродукции в значительной степени преобладает производство консервов из печени трески [2].

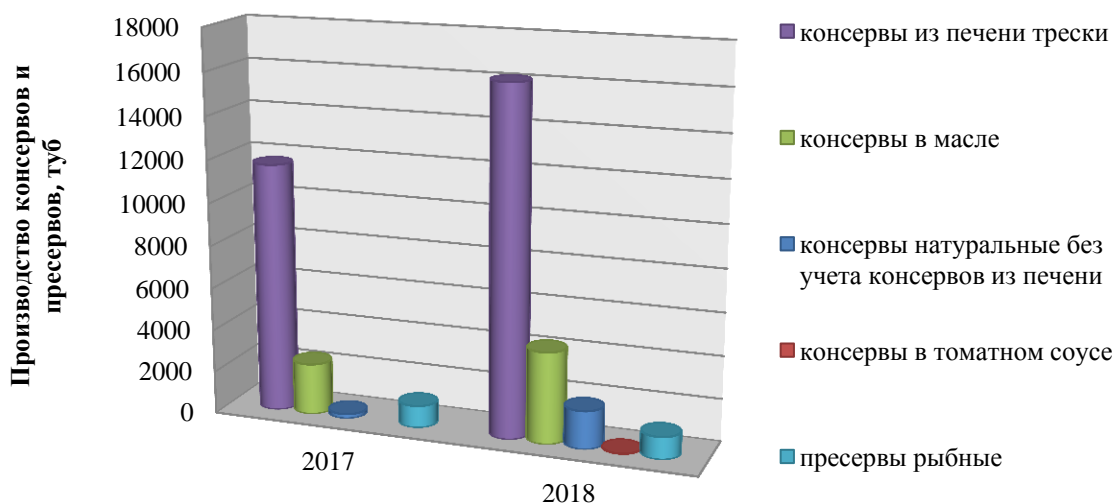


Рисунок 1 –Динамика производства консервов и пресервов в Мурманской области за 2017 и 2018 гг.

Консервы из печени трески по праву являются одним из брендов Северного бассейна. На протяжении нескольких десятков лет спрос на них постоянно растёт, несмотря на то, что их производят достаточно много как в море, так и на береговых предприятиях. В последние годы наибольшую популярность приобрели консервы "Печень трески "По-мурмански", характеризующиеся приятной однородной мажущейся консистенцией, отличающиеся отсутствием выделившегося жира [3]. Эту продукцию можно употреблять в виде бутербродов, салатов, а также в различных образцах кулинарных изделий [4].

Предприятия заинтересованы в поддержании высокой конкурентоспособности выпускаемой продукции.

В этой связи по заявке предприятия АО "Мурмансельдь 2" были проведены исследования по определению качества закаточного шва металлических банок № 3 консервов "Печень трески по-мурмански", укупоренных легко вскрываемыми крышками с ключом. Исследовательские работы проводились с 16.03.2020 г. по 26.10.2020 г. Было отобрано 114 банок консервов "Печень трески "По-мурмански" в металлической круглой сборной банке

№ 3 изготовителя АО "Мурмансельдь 2" (даты выработки с 17.02.2020 г. по 02.09.2020 г.).

В работе применялись стандартные методы исследования параметров двойного закаточного шва в соответствии с пунктом 3.2.1 сборника технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов [1], а также метод исследования герметичности в соответствии с пунктом 7.1 ГОСТ 8756.18-2017 "Консервы. Методы определения внешнего вида, герметичности упаковки и состояния внутренней поверхности упаковки" [5]. Результаты измерений обрабатывались методами математической статистики [6; 7].

Исследование параметров двойного закаточного шва проводили на аппарате проверки закаточного шва Antoh Ohlert Koln.

Двойной закаточный шов должен быть герметичным, механически прочным, коррозионно-устойчивым, гладким, без накатов, зубцов, языков, подрезов, одинаковой ширины по всему диаметру, без волнистости и морщин, достаточно уплотненным, но не раздавленным; верхняя кромка шва должна иметь небольшой плоский участок с плавными закруглениями; низ шва должен быть закруглен и плотно прикатан к корпусу банки без раската нижней части шва, уплотнительная паста не должна выступать из-под закаточного шва [1].

Герметичность и прочность двойного закаточного шва банки зависят от перекрытия крючков крышки и банки, толщины (плотности) шва, размеров других элементов шва, глубины посадки крышки, усилия сжатия банки нижним патроном закаточной машины [1]. Обозначения основных параметров закаточного шва представлены на рисунке 2.

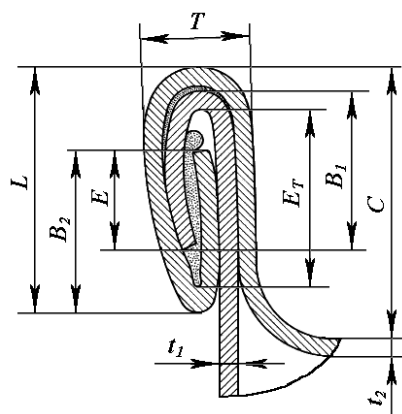


Рисунок 2 – Параметры двойного закаточного шва

t_1 – толщина материала банки; t_2 – толщина материала крышки;

L – ширина закаточного шва; C – глубина посадки крышки; B_1 – ширина крючка банки;

B_2 – ширина крючка крышки; T – толщина закаточного шва; E – ширина перекрытия закаточного шва; E_T – ширина теоретического перекрытия закаточного шва

В таблице 1 представлены результаты измерений основных параметров закаточного шва.

Таблица 1 – Результаты измерений основных параметров закаточного шва

№ партии консервов	Образец № 1					Образец № 2					Образец № 3				
	Е, мм	Е _т , мм	Л, мм	К, %	Т, мм	Е, мм	Е _т , мм	Л, мм	К, %	Т, мм	Е, мм	Е _т , мм	Л, мм	К, %	Т, мм
1	1,33	2,03	2,98	65,52	1,50	1,32	1,96	3,00	67,35	1,24	1,55	2,22	2,94	69,82	1,33
2	1,46	2,40	3,11	60,83	1,25	1,44	2,20	3,11	65,45	1,29	1,58	2,14	3,11	73,83	1,28
3	1,50	2,34	3,26	64,10	1,34	1,44	2,19	3,09	65,75	1,40	1,48	2,24	3,10	66,07	1,29
4	1,53	2,21	3,09	69,23	1,42	1,44	2,29	3,07	62,88	1,37	1,58	2,13	3,04	74,18	1,37
5	1,49	2,21	3,04	67,42	1,34	1,33	2,21	2,97	60,18	1,23	1,49	2,38	3,02	62,61	1,31
6	1,58	2,01	3,08	78,61	1,34	1,51	2,34	3,12	64,53	1,34	1,37	2,09	3,13	65,55	1,31
7	1,22	2,14	2,98	57,01	1,34	1,24	2,02	3,13	61,39	1,37	1,51	2,02	3,05	74,75	1,32
8	1,50	2,17	2,88	69,12	1,31	1,62	2,05	3,01	80,00	1,33	1,54	2,24	3,05	68,75	1,26
9	1,35	2,13	2,91	63,38	1,35	1,60	2,25	2,94	72,44	1,29	1,31	2,29	3,04	57,21	1,21
10	1,49	2,30	3,10	64,78	1,37	1,29	2,23	3,02	57,85	1,35	1,51	2,33	3,10	64,81	1,37
11	1,50	2,36	3,12	63,56	1,28	1,45	2,30	3,07	63,04	1,27	1,51	2,18	2,98	69,27	1,38
12	1,60	2,27	3,10	73,13	1,35	1,28	2,35	3,16	54,47	1,26	1,48	2,26	3,07	65,49	1,23
...
...
38	1,58	2,20	2,99	71,82	1,35	1,36	2,24	3,04	60,71	1,21	1,37	2,35	3,13	58,30	1,24

В результате исследования параметров закаточного шва консервов "Печень трески "По-мурмански" установлено, что все исследуемые образцы по показателю герметичности соответствуют требованиям ГОСТ 8756.18-2017 "Консервы. Методы определения внешнего вида, герметичности упаковки и состояния внутренней поверхности упаковки".

Установлена воспроизводимость результатов значений перекрытия закаточного шва в исследуемых партиях консервов.

Коэффициент перекрытия, определяемый как отношение фактического перекрытия к теоретически возможному значению, соответствовал требованиям нормативно-технической документации.

Ширина перекрытия, выраженная как среднее взвешенное значение с учетом вероятной погрешности, составила $(1,40 \pm 0,03)$ мм. Данное значение входит в требуемый диапазон ширины перекрытия закаточного шва от 1,05 до 1,60 мм.

Библиографический список

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. В 3 т. Т. 1. СПб. : Судостроение, 2012. 159 с.

2. Рыбохозяйственная деятельность в Мурманской области. Мурманск-стат, 2019. 48 с.

3. ГОСТ Р 56418-2015. Консервы из печени, икры и молок рыб "По-Мурмански". Технические условия. М. : Стандартинформ, 2019. 18 с.

4. Блюда из филе трески и "Печени трески "По-мурмански". Рецепты: ФГБОУ ВПО "МГТУ". Шеф-повар ресторана "Деканте" Рачук В. В. Мурманск : Ракета, 2017. 139 с.

5. ГОСТ 8756.18-2017 Консервы. Методы определения внешнего вида, герметичности упаковки и состояния внутренней поверхности упаковки : введ. 04.10.2017. М. : Стандартинформ, 2018. 7 с.

6. Математическая обработка результатов измерений : метод. указания к выполнению расчет.-граф. задания по дисциплине "Метрология, стандартизация, сертификация" для направлений 260200.62 "Продукты питания животного происхождения", 260800.62 "Технология продуктов и организация общественного питания", 100800.62 "Товароведение" / сост. О. А. Николаенко, А. В. Барышников. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. – Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Шабалин С. А. Прикладная метрология в вопросах и ответах. М. : Изд-во стандартов, 1986. 200 с.

Перспективы использования на пищевые цели салатов на основе фукусковых водорослей

Мищенко А. Р. Бражная И. Э. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: brain67@mail.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты маркетинговых исследований с целью выявления спроса на новую продукцию из морских водорослей, обладающих функциональными свойствами. Рассчитаны коэффициенты полноты и широты ассортимента салатов с морскими водорослями.

Abstract. The article presents the results of marketing research to identify the demand for new products from seaweed with functional properties. The factors of completeness and latitudes of the assortment of salads with seaweed were calculated.

Ключевые слова: морские водоросли, питание

Key words: seaweed, food

В условиях Крайнего Севера в употребляемых продуктах ощущается нехватка макро- и микроэлементов (магния, калия, кальция, селена, йода и т. д.), которые защищают клетки от воспалений, служат защитой от рака, предотвостоят изнашиванию сосудов, поддерживая всю биологическую систему организма. Употребление несбалансированных по пищевым компонентам продуктов, продуктов, приводит также к росту ожирения [3].

В соответствии с концепцией здорового питания, которая нацелена на формирование и сохранение здоровья, снижение риска возникновения алиментарно-зависимых заболеваний, важнейшим направлением является включение в пищевой рацион функциональных пищевых продуктов, оказывающих благоприятный эффект на здоровье человека. Значительный интерес и перспективу для изготовления целого ряда специализированной пищевой продукции представляют бурые водоросли, полезные свойства которых состоят в том, что они являются источниками ряда макро и микронутриентов, липотропных веществ, пищевых волокон, витаминов группы В, йода и некоторых других БАВ [2].

Научными исследованиями, как в России, так и за рубежом, показано, что непосредственное употребление в пищу водорослей или продуктов, получаемых из них, оказывает благотворное действие при многих заболеваниях человека. Доказано, что при введении в рацион питания бурых водорослей,

присутствующие в них пищевые волокна способны снижать артериальное давление, повышать сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям, улучшать процессы пищеварения, уменьшать накопление радионуклидов, а также оказывать положительное влияние на лечение заболеваний пищеварительного тракта, сердечно-сосудистых заболеваний [2].

По информации Территориального управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области (Роспотребнадзор), в Мурманской области наблюдается устойчивая динамика роста заболеваний, связанных с дефицитом йода, таких как многоузловой зоб – в 1,5 раза, тиреотоксикоз – в 1,8 раза, тиреоидит – в 1,2 раза, а так же тенденция к ухудшению ситуации по распространенности йододефицитных состояний в целом по области, особенно среди школьников. Продукция на основе фукусовых водорослей, в качестве природного источника йода, может быть рекомендована для профилактики йододефицитных заболеваний [1].

Одним из путей решения проблемы йододефицита населения Мурманской области является разработка технологий функциональной продукции (холодных закусок и салатов) из фукусовых водорослей. Для выявления спроса на новую продукцию были проведены исследования рынка в городе Мурманске и области. С этой целью составлена анкета для опроса населения [4]. Установлено, что основным потенциальным потребителем холодных закусок и салатов в Мурманске являются – женщины (67,9 % от общего числа респондентов), Из них – большинство в возрасте от 20 до 40 лет, работают (81, 6 % от общего числа респондентов) и имеют уровень доходов средний и ниже среднего (22,0 и 42,0 % от общего числа респондентов соответственно).

В результате опроса выявлен достаточно невысокий спрос на холодные закуски и салаты, большинство респондентов приобретает данную продукцию на ПОП не чаще 1 раза в месяц (46,4 %).

Анализ потребительских предпочтений по ассортименту холодных закусок, в частности, салатов, представленный на рисунке 2, показал, что респонденты в основном предпочитают овощные салаты (50 % из общего числа опрошенных), а также из морских или океанических продуктов (36,2 %). Мясные салаты и салаты с мясом птицы и дичи предпочитают 28,3 % из общего числа опрошенных. Рыбные, грибные салаты, а так же салаты из бобовых

составляют 18,3 % (по 6,1 % на каждый вид салата). Из опрошенных респондентов лишь 3,9 % употребляют салаты с фруктами и винегреты.

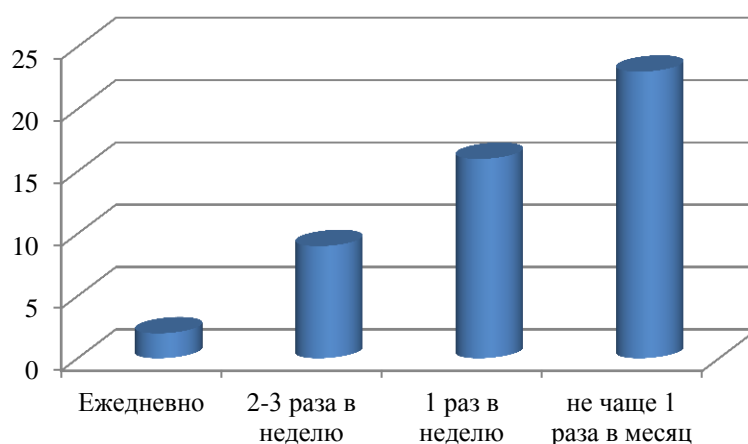


Рисунок 1 – Частота употребления холодных закусок и салатов в предприятиях общественного питания.

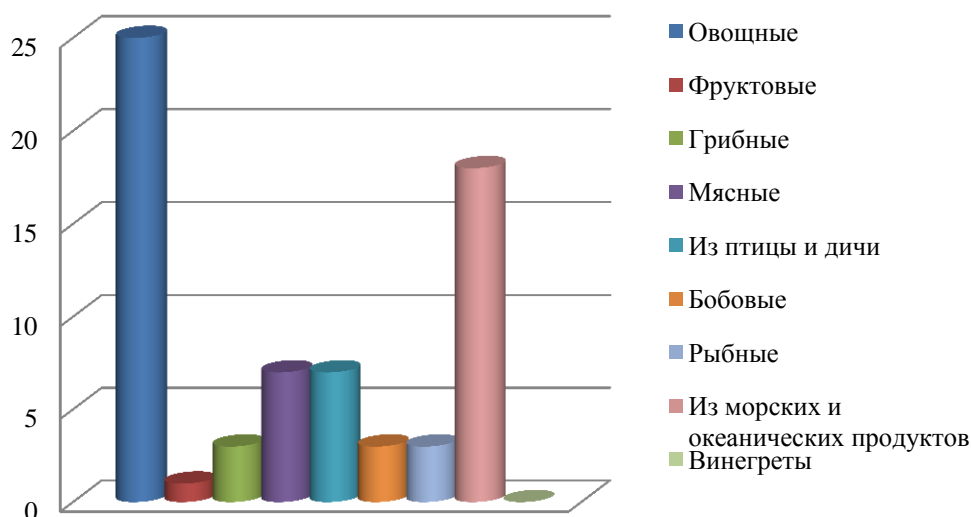


Рисунок 2 – Анализ потребительских предпочтений

В результате опроса также установлено, что салаты с функциональными свойствами вызывают интерес у 85,7 % респондентов, а также 57,1 % опрошенных считают, что использование в рецептуре салата местного растительного сырья повышает его привлекательность, в частности 61,9 % респондентов положительно относятся к салатам из морских водорослей.

Рынок холодных закусок и салатов в г. Мурманске изучали на материалах предприятий общественного питания. Всего в группе холодных закусок и салатов имеющейся в меню Мурманских предприятий общественного

питания представлено 60 наименований товаров, которые составили действительную широту ассортимента холодных закусок и салатов.

$$K_{Ш} = (Ш_{д} / Ш_{б}) \cdot 100$$

$$K_{Ш} = (60/138) \cdot 100 = 43,5 \%$$

где $Ш_{д}$ – широта действительная, согласно проведенным исследованиям рынка составляет 60 наименований;

$Ш_{б}$ – широта базовая, 138 наименований.

При расчете коэффициента широты ассортимента в качестве базовой величины использовали количество наименований холодных закусок и салатов согласно Сборнику рецептур. Величина коэффициента широты 43,5 % свидетельствует о недостаточной насыщенности изучаемого рынка.

Коэффициент полноты ассортимента салатов и винегретов на предприятиях общественного питания г. Мурманска рассчитывают по формуле [4]. Полнота ассортимента салатов и винегретов составит;

$$K_{П} = (П_{д} / П_{б}) \cdot 100$$

$$K_{П} = (24/62) \cdot 100 = 38,7 \%$$

где $П_{д}$ – полнота действительная, составляет 24 наименования продукта;

$П_{б}$ – полнота базовая, за базовую полноту принят ассортиментный перечень салатов и винегретов, представленный в Сборнике рецептур (62 наименования).

Тогда полнота ассортимента салатов с морскими водорослями в точках общепита составит:

$$K_{П} = (П_{д} / П_{б}) \cdot 100$$

$$K_{П} = (0/5) \cdot 100 = 0 \%$$

где $П_{д}$ – полнота действительная, составляет 0 наименований продукта;

$П_{б}$ – полнота базовая, за базовую полноту принят ассортиментный перечень салатов из морской капусты, представленный в Сборнике рецептур (5 наименований).

Проведенные маркетинговые исследования (анкетирование в письменной форме) позволили установить наличие неудовлетворенного потребительского спроса на салаты с морскими водорослями, обладающих функциональными свойствами. Коэффициент полноты ассортимента салатов с морскими водорослями свидетельствует о новизне разрабатываемой продукции.

Таким образом, при сохраняющемся неудовлетворенном потребительском спросе и недостаточной полноте и глубине ассортимента салатов с мор-

скими водорослями, разработка и совершенствование технологии изготовления с применением местного сырья актуальна.

Библиографический список

1. Вафина Л. Х. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (Phaeophyta) при получении функциональных пищевых продуктов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. М., 2010. 25 с.

2. Гержова Т. В. Разработка технологии специализированной пищевой продукции из ламинарии для питания детей в организованных коллективах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. М., 2014. 28 с.

3. Туршук Е. Г., Мищенко А. Р. Разработка низкокалорийных салатов из голубики и фукусковых водорослей // Ключевые факторы развития северных территорий России: духовность, социальная сфера, экология, промышленность : сб. докл. региональной науч.-практ. конф. В рамках общественного форума «Всемирный Русский Народный Собор», г. Кировск, Мурманская обл., 2–3 февр. 2018 г. / отв. за выпуск А. М. Ершов. Мурманск : МАГУ, 2018. С. 179–183.

4. Практикум по разработке новых продуктов питания и проектной деятельности на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности : для обучающихся по направлениям подгот. 19.06.01 "Промышленная экология и биотехнологии" (направленность 05.18.04 "Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств", направленность 05.18.15 "Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания", 19.03.01 "Биотехнология" (профиль Пищевая биотехнология), 15.03.02 "Технологические машины и оборудование", 19.04.04 "Продукты питания животного происхождения", 19.03.04 "Технология продукции и организация общественного питания" / сост. Ю. В. Шокина. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. Загл. с экрана.

Разработка рецептуры и технологии функциональной рыбной мучной продукции, обогащенной хондроитинсульфатом, с использованием шоковой заморозки

Павлова В. В., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: pavlovavv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Представлены результаты разработки технологии и рецептуры рыбной мучной кулинарии – пирога с начинкой из трески и ската, обогащенного хондроитинсульфатом. Приведены результаты исследования влияния шоковой заморозки на потребительские свойства мучной рыбной кулинарной продукции и срок ее годности.

Abstract. The results of the development of technology and recipes for fish flour cooking – a pie stuffed with cod and thorny skate, enriched with chondroitin sulfate. The results of research on the impact of shock freezing on the consumer properties of fish products and their shelf life are presented.

Ключевые слова: пирог рыбный, скат звездчатый, хондроитинсульфат, шоковое замораживание, срок годности

Key word: fish pie, thorny skate, chondroitin sulfate, shock freezing, shelf life

В последние годы неуклонно растет популярность продуктов обогащенных, диетического и функционального питания среди населения Российской Федерации [1]. Для приморских регионов России характерна многолетняя традиция потребления рыбной кулинарии, в том числе мучной – пирогов и пирожков с рыбной начинкой. Регулярно проводимые маркетинговые исследования показывают кратный рост в течение последних десяти лет ассортимента рыбной мучной кулинарии, реализуемой на предприятиях розничной торговли в составе крупных региональных сетей, а также через систему он-лайн заказов и доставки на предприятиях общественного питания в г. Мурманске. Налицо стабильный потребительский спрос на рыбную мучную кулинарию [2].

С учетом сформировавшегося тренда актуальную задачу исследования представляет разработка технологии и рецептуры функционального рыбного мучного кулинарного изделия – пирогов рыбных печеных с начинкой из ската звездчатого и трески, обогащенных хондроитинсульфатом.

Ранее проведенными исследованиями установлено высокое содержание в рыбной кулинарной продукции из ската звездчатого ценного физиологически функционального пищевого ингредиента – хондроитинсульфата – в количестве, которое позволяет отнести данную продукцию к категории "функциональные продукты питания" (ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой

продукции", от 15 до 50 % от рекомендуемого уровня адекватного потребления (далее РУАП), составляет 700 мг глюкозамина в сутки для взрослого человека) [3–5].

Для достижения более сбалансированного химического состава новой продукции предложено комбинировать в начинке пирога мясо ската звездчатого с мясом трески атлантической. Данное технологическое решение позволит, кроме прочего, облегчить вывод на потребительский рынок продукта, в состав которого входит нетрадиционный для россиян вид рыбы – скат звездчатый.

Предложенная технологическая схема изготовления пирога рыбного с начинкой из ската звездчатого включает в себя следующие этапы: прием и хранение рыбного и нерыбного сырья до обработки, размораживание крыльев ската, сортирование и бланширование в воде при температуре от 96 до 98 °С с целью снижения массовой доли мочевины и облегчения последующей разделки крыльев, охлаждение и отделение мяса ската от хрящей и кожи, разделка трески атлантической на филе с кожей, порционирование филе, подготовка нерыбных компонентов начинки пирога – сортирование, мойка, нарезка лука репчатого, зачистка и порционирование масла сливочного, сортирование, очистка и нарезка картофеля тонкими ломтиками, соединение компонентов начинки пирога с внесением соли и перца черного молотого, приготовление дрожжевого теста безопасным способом, порционирование теста, раскатка, формование пирога, расстойка полуфабриката при температуре от 45 до 50 °С, выпекание пирога до готовности, охлаждение пирога до температуры не выше 45 °С, шоковая заморозка до температуры в центре пирога не выше минус 18 °С, упаковывание в термосвариваемый пакет и картонную коробку, маркирование потребительской упаковки, хранение при температуре не выше минус 18 °С [6; 7].

Ключевым вопросом при разработке технологии стало определение оптимальной рецептуры начинки пирога, определяющей его органолептические свойства. Параметром оптимизации выбрана органолептическая оценка пирога в баллах по разработанной пятибалльной словесной шкале оценки. Критерий оптимизации – достижение максимально возможного суммарного балла органолептической оценки пирога с учетом весомости отдельных учитываемых показателей.

Влияющими факторами, которые варьировались в ходе экспериментов по оптимизации рецептурного состава рыбной начинки пирога, выбраны массовые доли компонентов, определяющие органолептическую оценку го-

товой продукции в наибольшей степени, а именно X_1 – доля рыбной компоненты в начинке пирога, % от массы начинки пирога; X_2 – доля мяса ската в рыбной компоненте начинки пирога, % от массы рыбной компоненты начинки пирога. Регулирование изменяемых долей достигалось в ходе экспериментов за счет пропорционального изменения доли нерыбной компоненты начинки пирога (картофеля и лука репчатого) и доли мяса трески атлантической соответственно. Остальные влияющие на параметр оптимизации технологические факторы поддерживали в ходе всех экспериментов на постоянном уровне.

Для автоматизированного проектирования и оптимизации рецептуры начинки пирога был выбран метод нечеткого логического вывода в программном пакете MatLab, модуль Fuzzy Logic. Данный метод идеально подходит для задачи оптимизации параметра, характеризуемого при помощи словесного описания (органолептическая оценка пищевого продукта). В таблице 1 приведен план эксперимента, в таблице 2 полученная в ходе его реализации система правил (база знаний).

Таблица 1 – План эксперимента по автоматизированному проектированию и оптимизации рецептурного состава начинки пирога рыбного функционального "На здоровье"

Параметр	Единица измерения	Диапазон значений (область факторного пространства)	Лингвистические термы, характеризующие параметр
<i>Входные переменные</i>			
X_1 , массовая доля рыбной компоненты в начинке пирога	% от массы начинки пирога	от 30 до 70	malo
			neochenmalo
			sredne
			neochenmnogo
			mnogo
X_2 , массовая доля мяса ската в рыбной компоненте начинки пирога	% от массы рыбной компоненты начинки пирога	от 25 до 75	malo
			neochenmalo
			sredne
			neochenmnogo
			mnogo
<i>Выходная переменная</i>			
X_3 , органолептическая оценка	балл	от 4,4 до 5,0	ocennegelatelno
			neochenzhelatelno
			ydovletvoritelno
			zhelatelno
			ochengelatelno

Таблица 2 – Правила (база знаний), сформулированные по результатам экспериментов

№ п/п	Правило	Коэффициент весомости правила
1	если "rybavnachinke" средне, то органолептика "zhelatelno"	1,0
2	если "rybavnachinke" не очень много, то органолептика "ydovletvoritelno"	0,9
3	если "rybavnachinke" много, то органолептика "neocenzhelatelno"	1,0
4	если "skatvrybe" среднее, то органолептика "ocennegelatelno"	1,0
5	если "skatvrybe" мало, то органолептика "zhelatelno"	1,0
6	если "skatvrybe" много, то органолептика "neocenzhelatelno"	1,0
7	если "skatvrybe" не очень мало, то органолептика "ydovletvoritelno"	0,8
8	если "skatvrybe" не очень много, то органолептика "zhelatelno"	0,8
9	если "rybavnachinke" много и "skatvrybe" не очень мало, то органолептика "ydovletvoritelniy"	0,8
10	если "rybavnachinke" мало и "skatvrybe" не очень мало, то органолептика "ocennegelatelno"	0,8
11	если "rybavnachinke" средняя и "skatvrybe" не очень мало, то органолептика "zhelatelno"	0,8
12	если "rybavnachinke" мало, то органолептика "neocenzhelatelno"	1,0
13	если "rybavnachinke" не очень мало, то органолептика "ydovletvoritelniy"	0,8
14	если "rybavnachinke" много и "skatvrybe" мало, то органолептика "neocenzhelatelno"	0,8
15	если "rybavnachinke" не очень мало и "skatvrybe" не очень мало, то органолептика "zhelatelno"	0,8

Полученная при помощи компьютерной программы визуализация нечеткого логического вывода приведена на рисунке 1 и в виде поверхности отклика – на рисунке 2.

На рисунке 1 показан ход логического вывода по каждому правилу, получение результирующего нечёткого множества и выполнение процедуры дефаззификации. Каждое правило базы знаний представляется в виде последовательности горизонтально расположенных прямоугольников. Заливка графиков функций принадлежности входных переменных демонстрирует степень соответствия значений на входе сформулированным правилам.

Заливка графика функции принадлежности выходной переменной представляет собой результат логического вывода в виде нечёткого множества по данному правилу. Результирующее нечёткое множество, соответствующее логическому выводу по всем правилам, показано в нижнем прямоугольнике последнего столбца графического окна. В этом же прямоугольнике верти-

кальная линия соответствует чёткому значению логического вывода, полученному в результате дефаззификации.

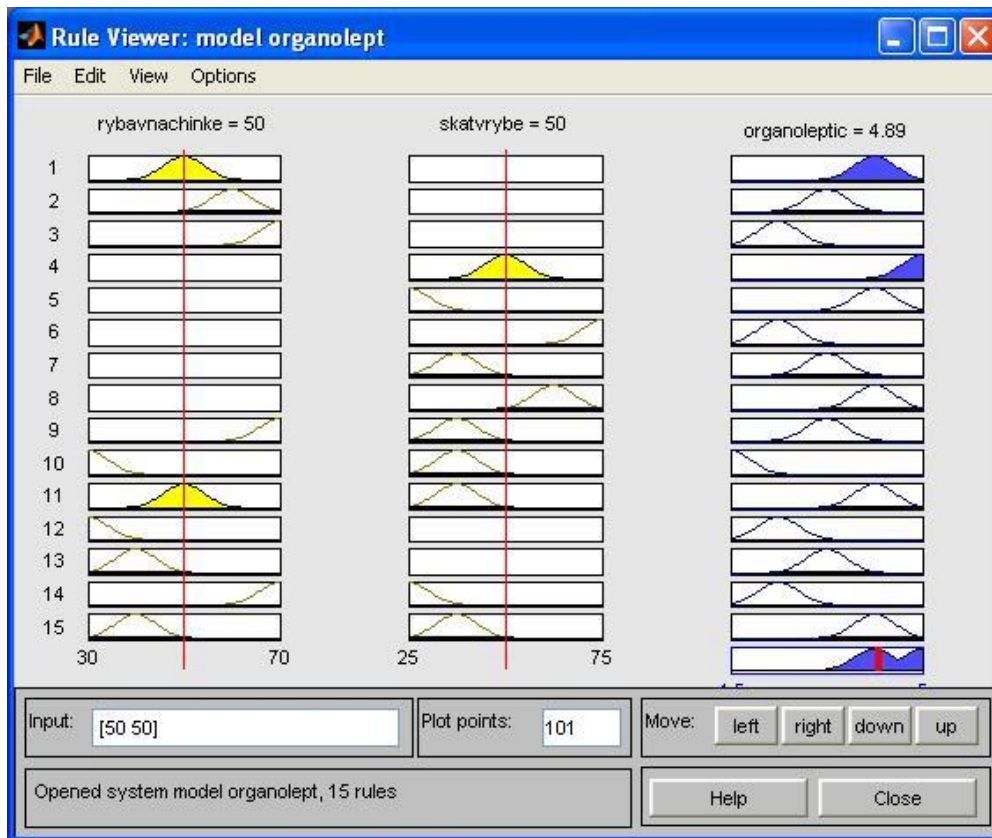


Рисунок 1 – Визуализация нечеткого логического вывода

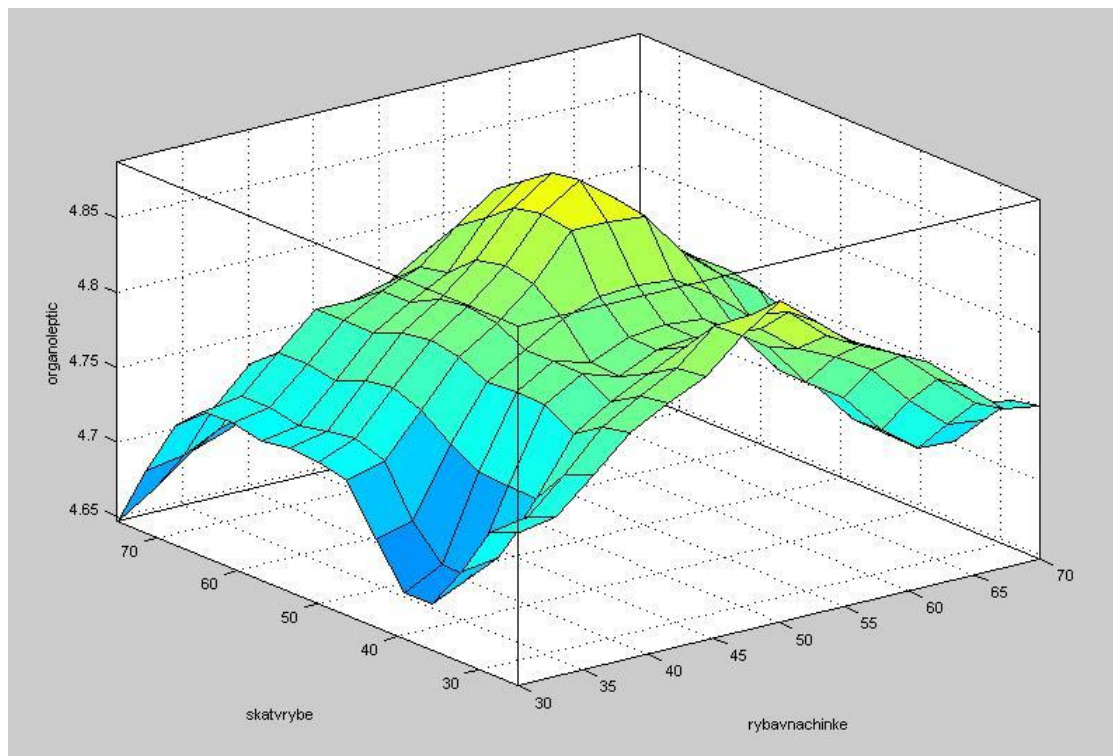


Рисунок 2 – Поверхность отклика

Полученная при помощи компьютерной программы модель, связывающая органолептическую оценку продукции с влияющими факторами, использована для оптимизации рецептуры начинки пирога как генератор оптимальной доли ключевых компонентов – рыба в начинке пирога – 50 %, скат в рыбной компоненте начинки пирога – 50 %.

Разработанная оптимальная рецептура начинки пирога включена в разработанный проект технической документации на технологию и функциональную продукцию – ТУ и ТИ.

Библиографический список

1. Третьякова Л. М., Шокина Ю. В., Сергеева Н. С., Файзуллова Ю. Ф. Исследование мурманского рынка рыбной кулинарной продукции // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти проф. Н. Н. Рулёва. Г. Мурманск, 24–25 апреля 2008 г. Мурманск : МГТУ, 2008. С. 68–70.

2. Шушкова О. А., Васильева Г. С., Коллерт К. В., Шокина Ю. В. Исследование регионального рынка рыбной кулинарной пастообразной продукции в целях обоснования разработки инновационных технологий и расширения ассортимента // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. 2018. № 1. С. 69–80.

3. Шокина Ю. В., Саенкова И. В. Технологии изготовления замороженных рыбомучных кулинарных изделий с функциональными свойствами из ската звездчатого // Инновации в технологии продуктов здорового питания : материалы докл. Международной науч. конф. III Международный Балтийский морской форум, Калининград, 24–30 мая 2015 г. Калининград :Изд-во КГТУ, 2015. С. 237–251.

4. Шокина Ю. В., Щетинский В. В. Определение эффективности удаления мочевины из мышечной ткани хрящевых рыб усовершенствованным фотоколориметрическим методом // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апреля 2015 г. Могилев : Могилевский государственный университет продовольствия, 2015. С. 53.

5. Павлова В. В., Саенкова И. В., Шокина Ю. В., Шлапак И. В., Новиков В. Ю. Расширение ассортимента рыбных кулинарных продуктов с функциональными свойствами – залог успешного решения проблемы несбалан-

сированного питания населения Мурманской области // Охрана окружающей среды и здоровья человека в Российской Федерации и в странах Евросоюза: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 31 октября 2014 г. Мурманск : МГТУ, 2014. С. 114–120. URL:

<http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/bioeco2014-9.pdf>.

6. Жмайлик В. С., Павлова В. В., Саенкова И. В., Щетинский В. В., Шокина Ю. В. Применение метода нечеткого моделирования для оптимизации рецептур рыбных кулинарных изделий специализированного назначения из ската звездчатого // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 8 апреля 2016 г. : в 2 ч. : ч. 2. Мурманск : МГТУ, 2016. С. 22–27.

7. Саенкова И. В., Шокина Ю. В., Жмайлик В. С., Новожилова Е. А. Перспективы применения недоиспользуемых объектов промысла северного бассейна: технологии замороженных фаршевых и мучных полуфабрикатов специализированного назначения из ската звездчатого // Рыбное хозяйство. 2017. № 1 (63). С. 103–108.

Применение дискриминантного анализа спектров отражения в ближней инфракрасной области для идентификации рыб

Рысакова К. С., Новиков В. Ю., Барышников А. В. (г. Мурманск, Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" им. Н. М. Книповича), лаборатория химико-аналитических исследований Центра экологического мониторинга, e-mail: rysakova@pinro.ru)

Аннотация. Методом ИК-спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК) проанализированы 25 образцов мышечной ткани промысловых морских видов рыб и трех анадромных. Показана возможность таксономической идентификации рыб до биологического отряда на основе измерения спектральных характеристик белков их мышечной ткани в ближней инфракрасной области в диапазоне от 3700 до 6700 см⁻¹ и классификации методом линейного дискриминантного анализа исследованных объектов.

Abstract. Near-infrared (NIR) infrared spectroscopy was used to analyze 25 muscle tissue samples from marine fish and 3 anadromous species. The possibility of taxonomic identification of the marine fishes based on measuring the spectral characteristics of their muscle tissue proteins in the range of 3700 to 6700 cm⁻¹ of near-infrared region and classification by linear discriminant analysis of the studied objects is shown.

Ключевые слова: спектральный анализ, ближняя инфракрасная область, морская рыба, таксонометрическая принадлежность, метод классификации, фальсификация

Key words: spectra analysis, near infrared region, sea fish, classification method, taxon affiliation, falsification

Спектроскопия в ближней инфракрасной (БИК) области спектра представляет собой современный инструментальный метод количественного и качественного анализа различных объектов [1; 4; 3]. Спектры поглощения (отражения, рассеивания) молекул являются уникальными для каждого вещества, а интенсивность их связана с содержанием поглощающего компонента в исследуемом объекте (1). Эффективность метода ближней инфракрасной спектроскопии, как простого, так и недорогого метода для классификации различия веществ по химическому строению была продемонстрирована в многочисленных исследованиях [2; 5]. Поэтому планировалось использовать данный метод для видовой идентификации промысловых видов и выявления фальсификатов.

Цель исследования – применение дискриминантного анализа спектров отражения в ближней инфракрасной (БИК) области для идентификации видовой принадлежности промысловых видов рыб.

Для достижения данной цели решались следующие задачи: 1) выбор объектов, относящихся к разным таксонам; 2) получение БИК-спектров диф-

фузионного отражения и их математическая обработка для представления в виде матрицы, пригодной для дискриминантного анализа; 3) проведение дискриминантного анализа БИК-спектров отражения белков рыб, принадлежащих разным таксонам.

Подготовка проб для анализа БИК-спектров осуществлялась в лаборатории химико-аналитических исследований Полярного филиала ВНИРО. Образцы мышечной ткани измельчали на мясорубке с диаметром отверстий 3 мм. Далее влажные образцы перетирали через капроновое сито с размером ячеек 0,1 мм для получения гомогенной пастообразной массы.

Для исследования сухих образцов их обезвоживали высушиванием при 105 °С и удаляли липиды экстракцией диэтиловым эфиром в аппарате Соколета. Высушенные и обезжиренные образцы измельчали на шаровой мельнице Pulverisette 7 (FRITSCH GmbH, Германия) в стаканах из нержавеющей стали при 500 об/мин в течение 10 мин.

Спектры диффузионного отражения сухих обезжиренных образцов получали с использованием ИК-спектрофотометра IRTracer-100 (Shimadzu, Япония) с приставкой для измерения диффузионного отражения DRS-8000A. Измерения проводили в диапазоне от 700 до 7000 см⁻¹.

Математическую обработку БИК спектров сухих образцов, и построение графиков осуществляли в программах Excel (Microsoft, США) и MagicPlot Pro ver. 2.9.0.0 (Magicplot Systems, LLC, Россия). Статистический анализ результатов включал проверку нормальности и однородности распределения данных в экспериментальных выборках и расчет доверительных интервалов. Для выполнения статистических расчетов использовали программы Excel (Microsoft, США) и IBM SPSS Statistics ver. 25 (IBM Corp., США).

Для белков 28 образцов промысловых видов рыб были измерены спектры диффузионного отражения в области, которая визуально показала существенные различия в интенсивности пиков отражения для разных видов рыб.

Спектры отражения были преобразованы в спектры поглощения. На рисунке 1 приведен пример массива экспериментальных спектров, которые были использованы для последующей математической и статистической обработки. Полученные спектры представляют сложную комбинацию нескольких пиков, отличающиеся интенсивностью и соотношением высоты пиков для различных рыб.

В результате дискриминантного анализа были выявлены основные волновые числа в БИК-спектре белков, которые, вероятно, связаны с видовой принадлежностью морских рыб.

Спектры поглощения были математически обработаны в программе MagicPlot. Каждый спектр был разложен на составляющие пики, используя распределение Гаусса (рисунок 1, кривые 1–14). Каждый пик характеризовался волновым числом и высотой (величиной поглощения).

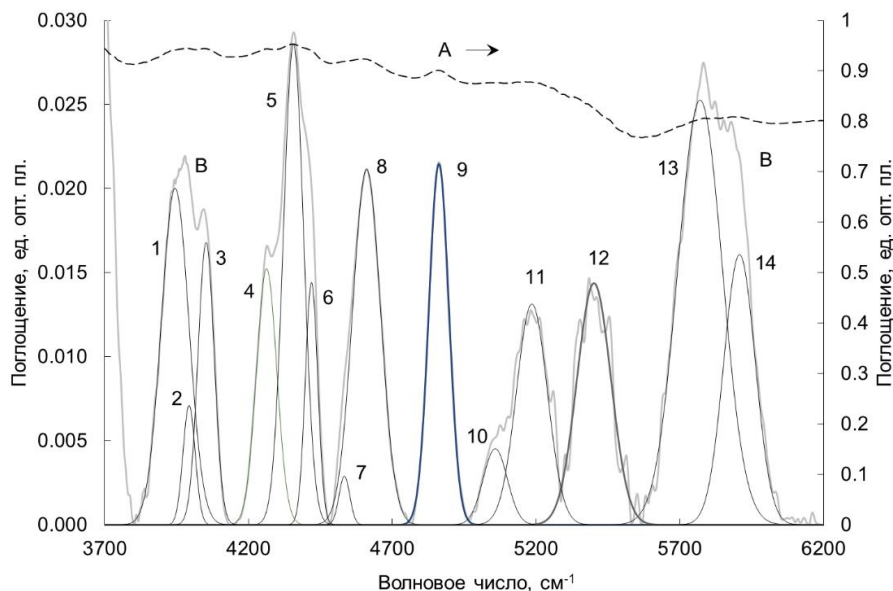


Рисунок 1 – Разложение БИК-спектра поглощения образца мышечной ткани пинагора на составляющие гауссианы. А – исходный спектр поглощения, В – спектр после вычитания базовой линии, 1–14 – пики, рассчитанные по функции распределения Гаусса

По полученным данным была составлена матрица, в которой столбцы соответствовали номерам пиков, а строки – отрядам исследованных рыб. Все исследуемые рыбы были разделены на классификационные группы, по их принадлежности к отрядам: 1 – скорпенообразные (*Scorpaeniformes*): пинагор, ликод, коттункул; 2 – корюшкообразные *Osmeriformes*): гладкоголов Агассиса; 3 – трескообразные (*Gadiformes*): менек, путассу северная, пикша, тресочка Эсмарка, налим северный морской; 4 – камбалообразные (*Pleuronectiformes*): лиманда; 5 – окунеобразные (*Perciformes*): окунь золотистый, окунь морской гигантский, окунь морской клюворылый, окунь синеротый, шедоф; 6 – стомиевые (*Stomiidae*): хаулиод; 7 – хрящевые (*Chondrichthyes*): химера, звездчатый скат, акула черная, большая черная акула, акула полярная, акула длиннорылая, акула белоглазая длинноносая, акула фабрициуса; 8 – сельдеобразные (*Clupeiformes*): аргентина.

Для оценки близости спектров рассчитывали расстояние Махаланобиса БИК-спектров каждого исследуемого вида рыб от аналогичных спектров остальных рыб. Полученные канонические дискриминантные функции 1 и 2 позволили разделить все объекты по выбранным группам (рисунок 2). На ри-

сунке 2 представлены неперекрывающиеся группы, отвечающие каждому отряду рыб.

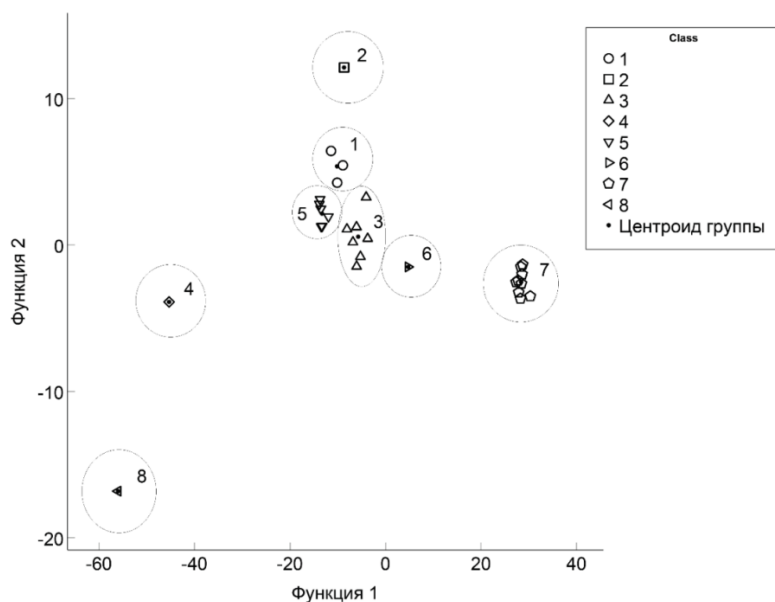


Рисунок 2 – Канонические дискриминантные функции (номера групп соответствуют номерам выбранных отрядов рыб)

Примененный подход к обработке данных позволил получить практически неперекрывающиеся кластеры, в каждый из которых попали значения, соответствующие только одному отряду исследованных рыб. Различие между группами считается достоверным, если расстояние Махаланобиса превышает значение критерия Фишера (F) при уровне значимости p ($p = 0,05$). Минимальное расстояние Махаланобиса между ближайшими кластерами составило 7,27 (кластеры 1 и 3, $F = 2,86$) и 7,94 (кластеры 2 и 5, $F = 3,88$), то есть является статистически значимым. Результат классификации показал, что классифицированы правильно 100,0 % исходных и 96,6 % перекрестно проверенных сгруппированных наблюдений.

Также были проанализированы высушенные образцы рыб, принадлежавших к трем видам семейства лососевых: форель *Salmo trutta morpha fario*, семга *Salmo salar* и горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Центры гауссианов для сухих образцов практически полностью совпадают для всех изученных видов. Абсолютная погрешность составляет от 1 до 9 см⁻¹.

В результате анализа все исследуемые рыбы были разделены на три группы по их принадлежности к видам: 1 – горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*; 2 – семга *Salmo salar*; 3 – форель *Salmo trutta morpha fario*.

По полученным данным были составлены матрицы, в которой столбцы соответствовали номерам пиков, а строки – видам исследованных рыб.

Для оценки близости спектров рассчитывали расстояние Махаланобиса БИК-спектров каждого исследуемого вида рыб от аналогичных спектров остальных рыб. Полученные канонические дискриминантные функции по выбранным классам.

Использовались два метода расчета: пошаговый выбор значимых переменных и принудительное включение всех использованных переменных.

Результирующие канонические дискриминантные функции позволили разделить все переменные на группы.

При пошаговом выборе программа выбрала 5 значимых переменных, соответствующих волновым числам 4209, 4553, 4865, 5041 и 5233 см^{-1} . Диаграмма рассеяния приведена на рисунке 3Б.

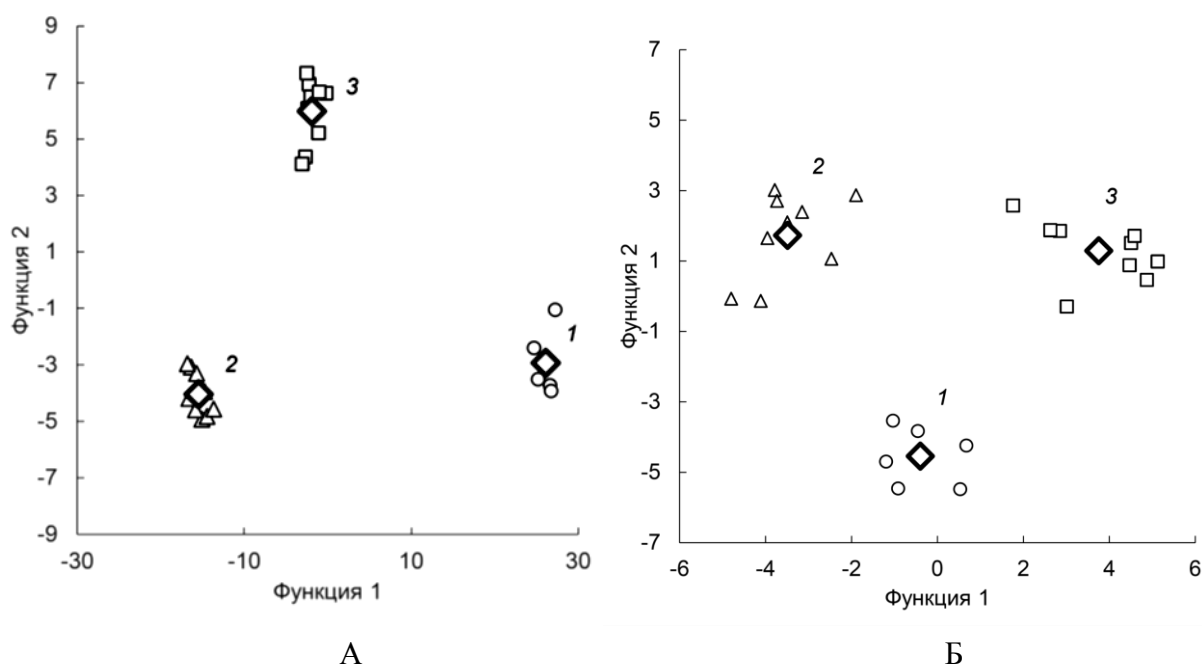


Рисунок 3 – Диаграммы рассеяния канонических дискриминантных функций для высушенных обезжиренных образцов лососевых рыб. А – в случае принудительного включения всех переменных; Б – при пошаговом выборе значимых переменных. Номера классов соответствуют номерам выбранных видов рыб.

Обозначения \circ – горбуша, Δ – семга, \square – форель, \diamond – центр оид группы

Примененный подход к обработке данных позволил получить практически неперекрывающиеся кластеры, в каждый из которых попали значения, соответствующие только одному виду исследованных рыб. Минимальное расстояние Махаланобиса между ближайшими кластерами составило 33,2 (кластеры 1 и 2), 29,7 (кластеры 1 и 3) и 28,3 (кластеры 2 и 3) (различие между группами считается достоверным, если расстояние Махаланобиса превышает 3). Результат классификации показал, что 100,0 % исходных

сгруппированных наблюдений классифицированы правильно и 100,0 % перекрестно проверенных сгруппированных наблюдений классифицированы правильно.

В случае принудительного включения в расчет всех переменных (Рисунок 3А) (19 значимых пиков) был получен гораздо лучший результат. Минимальное расстояние Махаланобиса между ближайшими кластерами составило 778,2 (кластеры 1 и 3) и 220,7 (кластеры 2 и 3) (различие между группами считается достоверным, если расстояние Махаланобиса превышает 3). Результат классификации показал, что 100,0 % исходных сгруппированных наблюдений классифицированы правильно и 75,0 % перекрестно проверенных сгруппированных наблюдений классифицированы правильно. Последнее значение указывает на увеличение статистической ошибки (статистического шума) при увеличении числа переменных, роль которых в межгрупповых различиях незначительна или полностью отсутствует.

Таким образом, дискриминантный анализ позволяет с достаточной достоверностью по БИК-спектрам классифицировать промысловых рыб в соответствии с таксономической принадлежностью. Наилучшее разделение кластеров оказалось в случае принудительного включения всех переменных, но при несколько сниженном качестве перекрестно проверенных сгруппированных наблюдений.

Библиографический список

1. Крищенко В. П. Ближняя инфракрасная спектроскопия. М. : КРОН-пресс, 1997. 638 с.
2. Foley W. J. [et al.]. Ecological applications of near infrared reflectance spectroscopy – a tool for rapid, cost-effective prediction of the composition of plant and animal tissues and aspects of animal performance // *Oecologia*. 1998. Vol. 116, Iss. 3. P. 293–305. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004420050591>.
3. Handbook of near-infrared analysis / eds.: D. A. Burns, E. W. Ciurczak. 3rd ed. Boca Raton : Taylor & Francis Group, LLC, 2008.
4. Near-Infrared Spectroscopy in Food Science and Technology / eds.: Y. Ozaki, W. F. McClure, A. A. Christy. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2006.
5. Rodriguez-Fernandez J. I. [et al.]. Barcoding without DNA Species identification using near infrared spectroscopy // *Zootaxa*. 2011. Vol. 2933. Iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2933.1.3>

**Исследование реологических свойств соусов в технологии
быстрозамороженной рыбной кулинарной продукции
"Скат и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе"**

Щетинский В. В., Кучина Ю. А., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский государственный технический университет", кафедра тех-
нологий пищевых производств, e-mail: seva-7149@mail.ru)

Аннотация. Исследован показатель динамической вязкости сливочных соусов с добавлением в качестве загустителя трех видов муки – овсяной, рисовой и кукурузной в концентрациях от 1,5 до 4,5 % на массу соуса. Описана зависимость показателя от вида и способа внесения загустителя, его концентрации. Установлено, что оптимальное сочетание потребительских свойств и реологических характеристик показал соус с добавлением овсяной муки в концентрации 3,5 % на массу соуса. Результаты исследования могут быть использованы в технологии рыбных кулинарных изделий (рыбы, запеченной с гарниром в сливочном соусе) шоковой заморозки в категории "ready to eat".

Abstract. The indicator of dynamic viscosity of cream sauces with the addition of three types of flour as a thickener – oatmeal, rice and corn in concentrations from 1.5 to 4.5% by weight of the sauce. The dependence of the indicator on the type and method of thickener application and its concentration is described. It was found that the optimal consumer properties were shown by the sauce with the addition of oatmeal at a concentration of 1.5 % by weight of the sauce. The results of the study can be used in the technology of fish culinary products (fish baked with a side dish in cream sauce) of shock freezing in the "ready to eat" category.

Ключевые слова: сливочный соус, загуститель, рисовая мука, овсяная мука, кукурузная мука, динамическая вязкость

Key word: cream sauce, thickener, rice flour, oatmeal, corn flour, dynamic viscosity

С целью сохранения высокой органолептической оценки рыбной кулинарной продукции "Скат и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе", подвергающейся шоковой заморозке, в разработанную рецептуру сливочного соуса (сливки 22 % и соль в количестве 0,2 % на общую массу соуса) был введен загуститель. Введение загустителя позволило избежать расслоения соуса в процессе длительного низкотемпературного хранения и последующего размораживания кулинарной продукции.

В качестве загустителя использовали кукурузную, рисовую и овсяную муку. Для оценки стабильности полученных систем "соус-загуститель" была проведена дегустационная оценка, а также определение эффективной вязкости до и после шокового замораживания.

Органолептическую оценку соусов проводили по разработанной 5-ти-балльной словесной шкале с учетом назначенных экспертным методом коэффициентов значимости показателей.

Эффективную вязкость соусов определяли на реометре "RheolabQC" (Anton Paar, Австрия) с измерительной ячейкой СС39, состоящей из двух коаксиальных цилиндров: неподвижного наружного, диаметром 42 мм и вращающегося внутреннего, диаметром 38,7 мм, помещенных в термостатирующую камеру. Длина измерительной поверхности внутреннего цилиндра – 60 мм, скорость сдвига $\dot{\gamma} = 1 \text{ с}^{-1}$. Перед определением показателя соус подогрели до температуры подачи блюда – $(60 \pm 0,1) \text{ }^\circ\text{C}$.

Количество вносимого загустителя составило – 1,5 %, 2,5 %, 3,5 %, 4,5 % на общую массу соуса (далее по тексту "соус 1,5 %", "соус 2,5 %", "соус 3,5 %", "соус 4,5 %"). Замораживание соуса производили в скороморозильном аппарате камерного типа с воздушной охлаждающей средой. После хранения замороженного соуса при температуре (минус 21 ± 1) $^\circ\text{C}$ в течение 7 суток опытные образцы разогревали до температуры $(60 \pm 0,1) \text{ }^\circ\text{C}$, после чего проводили исследование при указанных выше условиях.

Результаты определения органолептических показателей соусов приведены в таблице 1 и на рисунке 1 в виде профилограммы.

Таблица 1 – Комплексные показатели органолептической оценки соусов с добавлением загустителей

Образец	Комплексный показатель органолептической оценки, баллы
соус 1,5% с рисовой мукой	4,91
соус 2,5% с рисовой мукой	4,89
соус 3,5% с рисовой мукой	4,37
соус 4,5% с рисовой мукой	4,02
соус 1,5% с кукурузной мукой	4,94
соус 2,5% с кукурузной мукой	4,91
соус 3,5% с кукурузной мукой	4,79
соус 4,5% с кукурузной мукой	4,52
соус 1,5% с овсяной мукой	4,75
соус 2,5% с овсяной мукой	4,81
соус 3,5% с овсяной мукой	4,90
соус 4,5% с овсяной мукой	4,14

Максимальную оценку (4,94 балла) получил опытный образец соуса, в котором в качестве загустителя использовали кукурузную муку в концентрации 1,5 % на массу соуса. Соус отличался однородной консистенцией густой сметаны, имел приятный молочно-белый цвет и сливочный аромат. Присутствие загустителя в составе соуса не оказало негативного влияние на его вкус, соус имел гармоничный сливочный вкус.

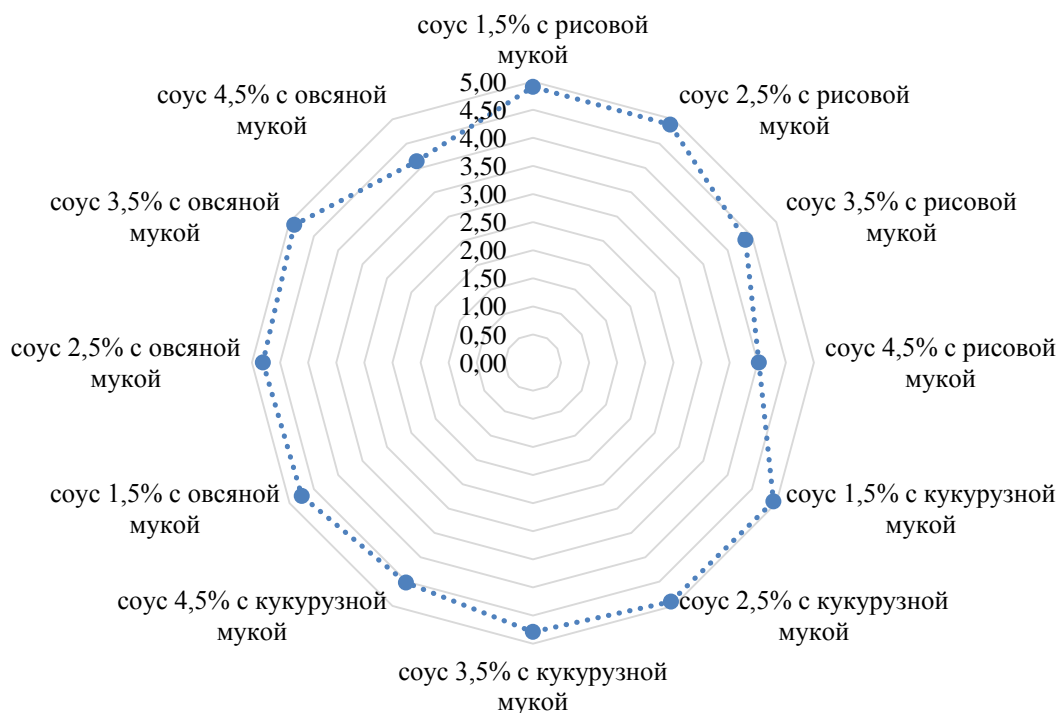


Рисунок 1 – Суммарный балл органолептической оценки опытных образцов соуса, подвергнутого шоковому замораживанию, после дефростации и разогрева до температуры $(60 \pm 0,1) \text{ } ^\circ\text{C}$

Результаты определения эффективной вязкости опытных образцов соусов с различными загустителями представлены на рисунках 2–4.

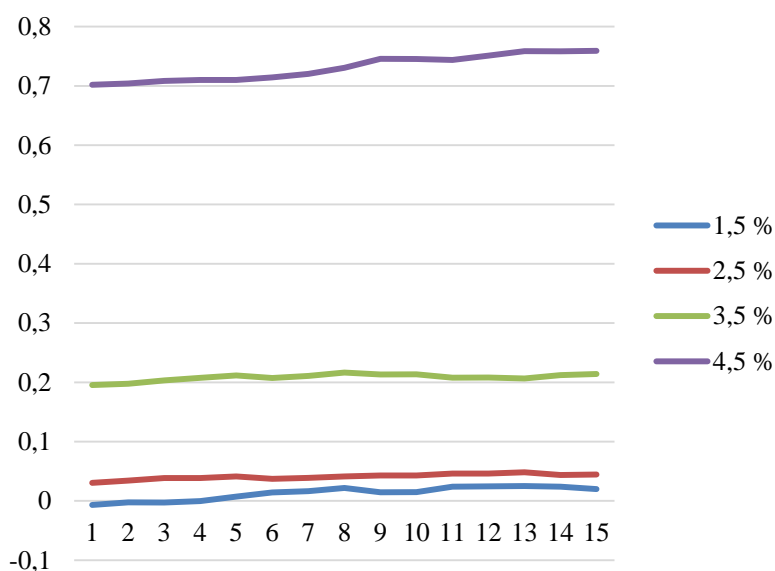


Рисунок 2 – Показатель эффективной вязкости соуса, η , мПа·с, с добавлением овсяной муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), до шокового замораживания

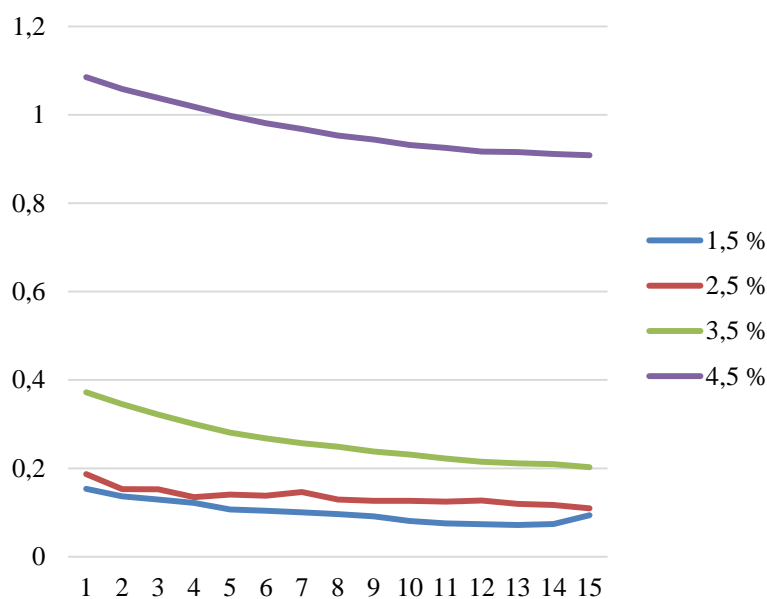


Рисунок 3 – Показатель эффективной вязкости соусов, η , мПа·с, с добавлением овсяной муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), после шокового замораживания, низкотемпературного хранения, дефростации и доведения до температуры 60 °С

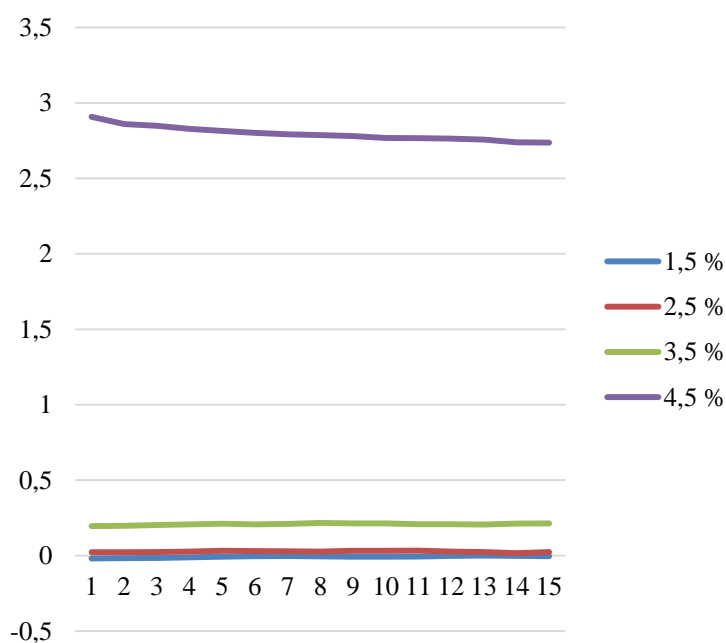


Рисунок 4 – Показатель эффективной вязкости соусов, η , мПа·с, с добавлением рисовой муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), внесение загустителя до шокового замораживания

Анализируя данные приведенные на рисунках 4–7 можно сделать вывод, что реологические свойства соусов с добавлением различных видов загустителей нелинейно изменяются при увеличении количества вносимого загустителя в интервале массовой концентрации от 1,5 до 4,5 %. При этом в рассмотренном ряду загустителей – овсяная, рисовая и кукурузная мука –

характер нелинейной зависимости схож у всех опытных образцов соуса – с увеличением концентрации загустителя нарастает значение динамической вязкости.

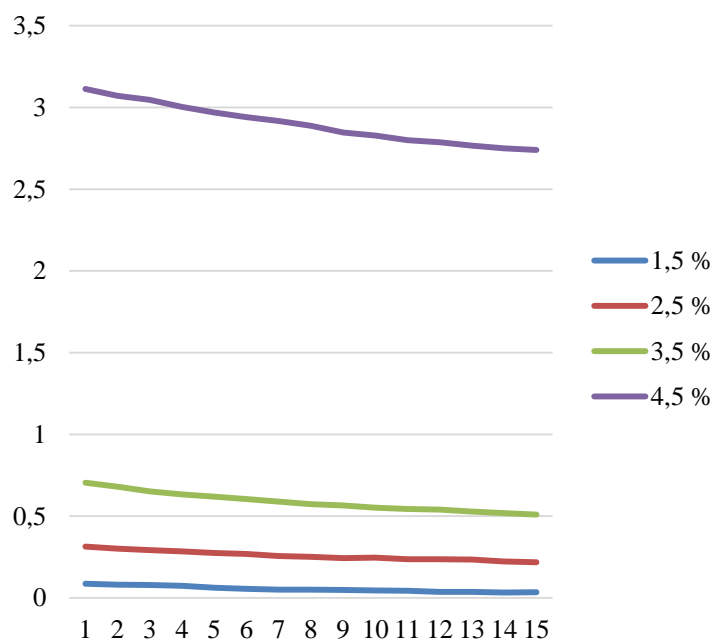


Рисунок 5 – Показатель эффективной вязкости соусов, η , мПа·с, с добавлением рисовой муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), после шокового замораживания, низкотемпературного хранения, дефростации и доведения до температуры 60 °С

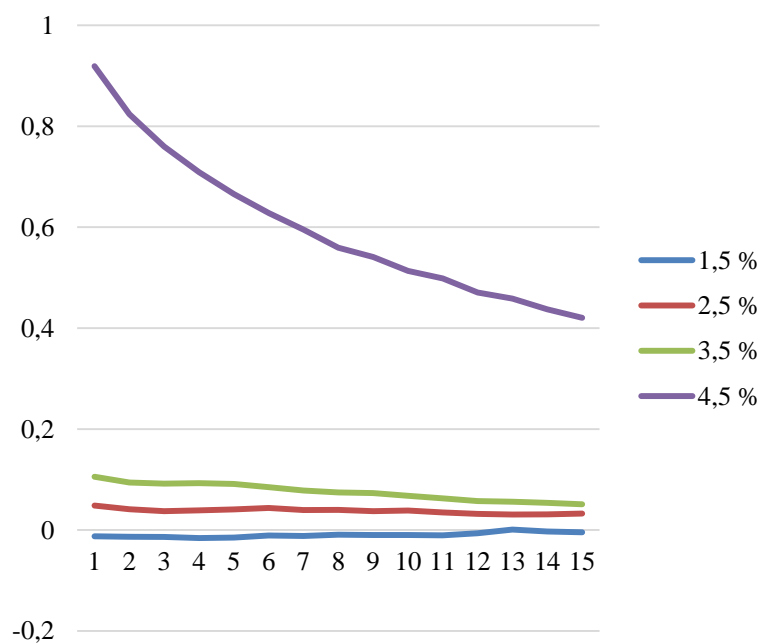


Рисунок 6 – Показатель эффективной вязкости соусов, η , мПа·с, с добавлением кукурузной муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), внесение загустителя до шокового замораживания соуса

Замораживание и низкотемпературное хранение негативно сказывается в первую очередь на показателе соуса "консистенция", который является субъективным. Объективизировать оценку консистенции соуса можно при помощи реологического показателя динамической вязкости, которая коррелирует с консистенцией соуса. Значительное изменение динамической вязкости в процессе шокового замораживания соуса и последующего низкотемпературного хранения свидетельствует об ухудшении органолептических свойств, следовательно, потребительских свойств соуса.

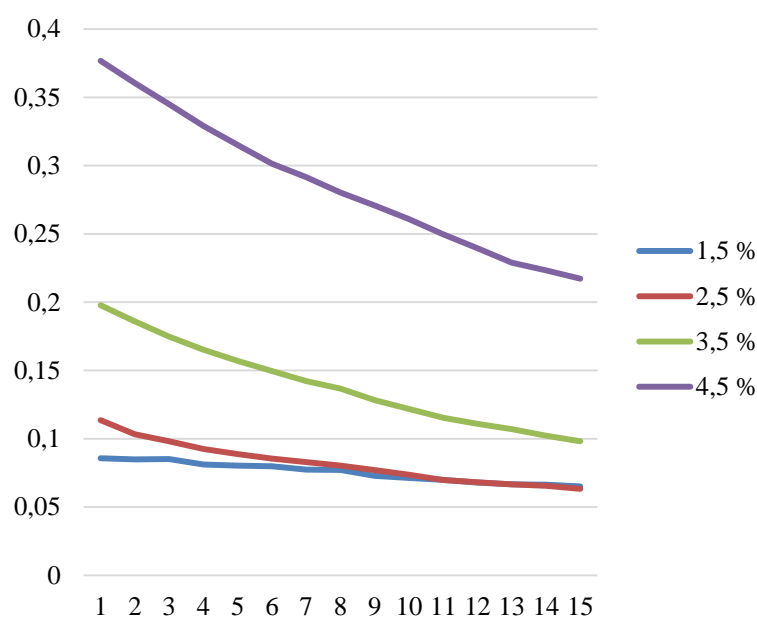


Рисунок 7 – Показатель эффективной вязкости соусов, η , мПа·с, с добавлением кукурузной муки в качестве загустителя (от 1,5 % до 4,5 %), после шокового замораживания, низкотемпературного хранения, дефростации и доведения до температуры 60 °С

Анализ результатов экспериментального исследования показывает, что наилучшие реологические свойства, коррелирующие с показателем "консистенция" показали сливочные соусы с добавлением овсяной муки в массовой концентрации 3,5 %.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ
НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ**

Задача об уравнении падения давления в пласте при отборе газа

Власовских П. А. Коротяев А. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: estheor7@mail.ru)

Аннотация. Статья посвящена расчету падения давления в газовом пласте при отборе из него газа. Отбор газа осуществляется при высоком начальном давлении в пласте. Данная задача рассмотрена при сверхвысоком давлении.

Abstract. The article is devoted to the calculation of the pressure drop in a gas reservoir when gas is withdrawn from it. Gas extraction is carried out at a high initial pressure in the formation. This problem is considered at ultra-high pressure.

Ключевые слова: падение давления, газовый пласт, отбор газа

Key words: pressure drop, gas reservoir, gas extraction

Постановка задачи: пусть необходимо определить темп падения давления в газовом пласте во времени, при отборе с заданной производительностью.

Пусть масса отбираемого газа соответствует темпу отбора газа из пласта по техническому заданию по разработке. Отобранная масса газа пропорциональна оставшейся массе газа в пласте. Найдем зависимость между давлением и временем отбора газа. Скорость отбора газа равна производной массы газа по времени:

$$\frac{dM}{dt} = -k M, \quad (1)$$

где k – коэффициент, определяемый экспериментально или из расчета материального баланса извлечения газа из пласта. Знак минус говорит о том, что масса газа в пласте уменьшается, а время увеличивается. Произведем разделение переменных в уравнении (1):

$$\frac{dM}{M} = -k dt. \quad (2)$$

Проведем стандартное интегрирование и получим

$$\ln M = -k t + \ln C. \quad (3)$$

Из (3) следует:

$M = C e^{-kt}$, где C найдем из начальных условий: $C = M_H$ при $t = 0$, M_H – начальные запасы газа в пласте.

$$M = M_H e^{-kt}. \quad (4)$$

Произведем замену массы в (4) на $M = \rho V$

$$\rho V = \rho_H V e^{-kt}. \quad (5)$$

Уравнение (5) сократим на V и обе части уравнения умножим на $g h$ и получим:

$$P = P_H e^{-kt}. \quad (6)$$

$z = \frac{\mu h^2 10^5}{k P_0 \tau}$ – безразмерный параметр, где τ – временной параметр модели данного месторождения, μ – вязкость газа, k – проницаемость. Определяется τ экспериментально или если данные отсутствуют, можно определить из другой оценки расчета падения давления в пласте при отборе газа. В расчете τ определялось как $\tau = 86400 n$, где $n = \{1, 2, 3 \dots n\}$.

$$k = \frac{1}{z}$$

Приведем график прогнозного падения давления при отборе газа из Мурманского месторождения на 25 лет.

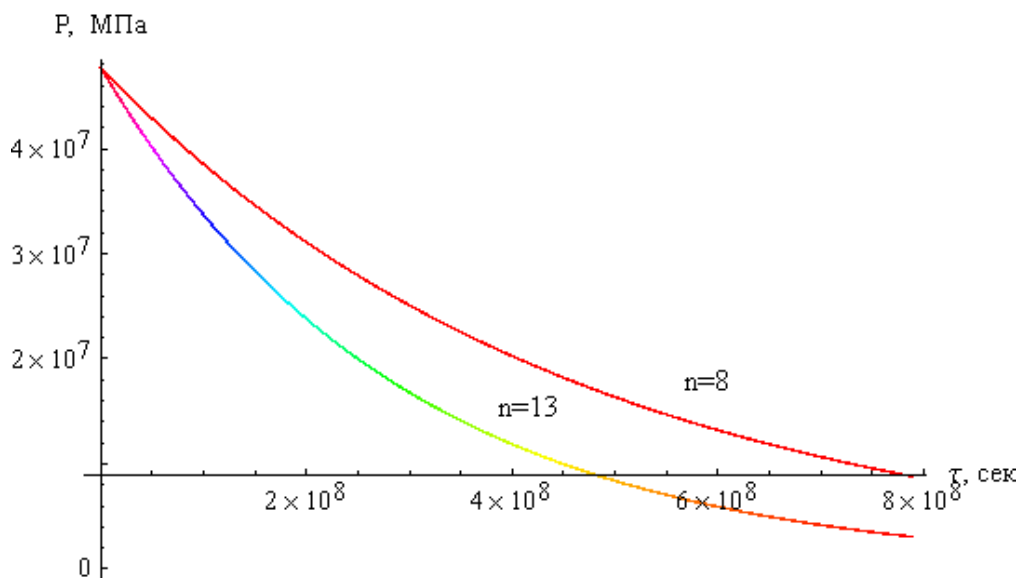


Рисунок 1 – Прогнозный темп падения давления Мурманского месторождения при отборе газа в зависимости от времени

Следующие данные были применены при расчете и построения графика.

$$h=80 \text{ м}; k = 0.5 * 10^{-12} \text{ м}^2; P_0 = 47.7 * 10^6 \text{ Па};$$

$$\tau = 86400n; \mu = 12 * 10^{-6} \text{ Па с};$$

где h – эффективная мощность пласта; k – коэффициент проницаемости; τ – время, сек; P_0 – пластовое давление; μ – средняя вязкость газа на момент расчета.

Вывод:

Данная модель расчета может быть применима для построения прогнозных моделей падения давления в пласте при отборе из него газа при высоких пластовых давлениях.

Математическое моделирование движения двухфазного потока смеси по магистральному подводному газопроводу ШКГМ-Гусиная банка

Клюшенкова Е. С., Коротаев Б. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: vasutah@icloud.com)

Аннотация. В данной работе будет произведен анализ особенности эксплуатации газопровода транспортирующего "газ+газовый конденсат" с учетом климатических условий Арктического шельфа. Также необходимо обратить внимание на возможное влияние рельефа местности на транспортируемые параметры смеси "газ+газовый конденсат".

Abstract. This paper will analyze the features of the operation of the gas pipeline transporting "gas + gas condensate" taking into account the climatic conditions of the Arctic shelf. It is also necessary to pay attention to the possible influence of the terrain on the transported parameters of the mixture "gas + gas condensate".

Ключевые слова: газопровод, термодинамические параметры, транспорт газа, проектирование трубопровода, расчет скорости газа, температура

Key words: gas pipeline, thermodynamic parameters, gas transport, pipeline design, gas velocity calculation, temperature

Произведём расчет термобарических условий стационарных течений двухфазной смеси "газ+газовый конденсат": летние условия транспорта, с учетом рельефа местности и температурных условий Арктического шельфа.

Уравнения стационарного движения фаз в кодах составляем при постоянных значениях коэффициентов сжимаемости фаз, коэффициентах теплоемкости, коэффициента Джоуля-Томсона (для газовой фазы) и плотности жидкой фазы [1]. Модели однофазного движения газа можно найти в [2–4].

$$\begin{aligned} & \frac{\partial(\alpha_L \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] v_L^2)}{\partial x} = \\ & = -\alpha_L \frac{\partial P}{\partial x} - (\alpha_L g \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] \frac{d\mathcal{H}}{dx}) + R_{L,W} - R_{G,L} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\alpha_G \rho_G v_G^2)}{\partial x} = -\alpha_G \frac{\partial P}{\partial x} - (\alpha_G g \rho_G \frac{d\mathcal{H}}{dx}) + R_{G,W} + R_{G,L}$$

$$\begin{aligned} & (c_L T_L + v_L^2 / 2) \frac{\partial(\alpha_L \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] v_L)}{\partial x} + (\alpha_L \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] v_L) c_L \frac{\partial T_L}{\partial x} + \\ & (\alpha_L \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] v_L) \frac{\partial(v_L^2 / 2)}{\partial x} = q_{L,i} + q_{L,W} (c_G [P_{mid}, T_{mid}] T_G + \\ & v_G^2 / 2) \frac{\partial(\alpha_G \rho_G v_G)}{\partial x} + (\alpha_G \rho_G v_G) (-Di_G [P_{mid}, T_{mid}] c_G [P_{mid}, T_{mid}] \frac{\partial P}{\partial x} + \\ & c_G [P_{mid}, T_{mid}] \frac{\partial T_G}{\partial x}) + (\alpha_G \rho_G v_G) \frac{\partial(v_G^2 / 2)}{\partial x} = q_{G,i} + q_{G,W}, \end{aligned} \quad (2)$$

где α_L – доля жидкости; α_G – доля газа; ρ_G – плотность газа; v_G – скорость газа; P – давление в газопроводе; c_L – удельная теплоемкость жидкой фазы; c_G – удельная теплоемкость газовой фазы; T_L – температура жидкой фазы; $q_{L,W}/q_{G,W}$ – тепловые потери через стенку трубы; $q_{L,i}/q_{G,i}$ – теплообмен между фазами; Di_G – коэффициент Джоуля-Томсона; ρ_L – плотность жидкости; P_{mid} – среднее давление; T_{mid} – средняя температура; v_L – скорость жидкости; g – ускорение свободного падения; \mathcal{H} – изменение высоты положения газопровода на рельефе; $R_{L,W}/R_{G,L}/R_{G,W}$ – удельные силы трения на границе соответствующих разделов фаз. В данной системе при ее расчете произвели замену $\alpha_L \rho_L [16,280] v_L [1]$ на $\alpha_L \rho_L [P_{mid}, T_{mid}] v_L$.

Приведем совмещенный график распределения давления с рельефом местности, рисунок 1.

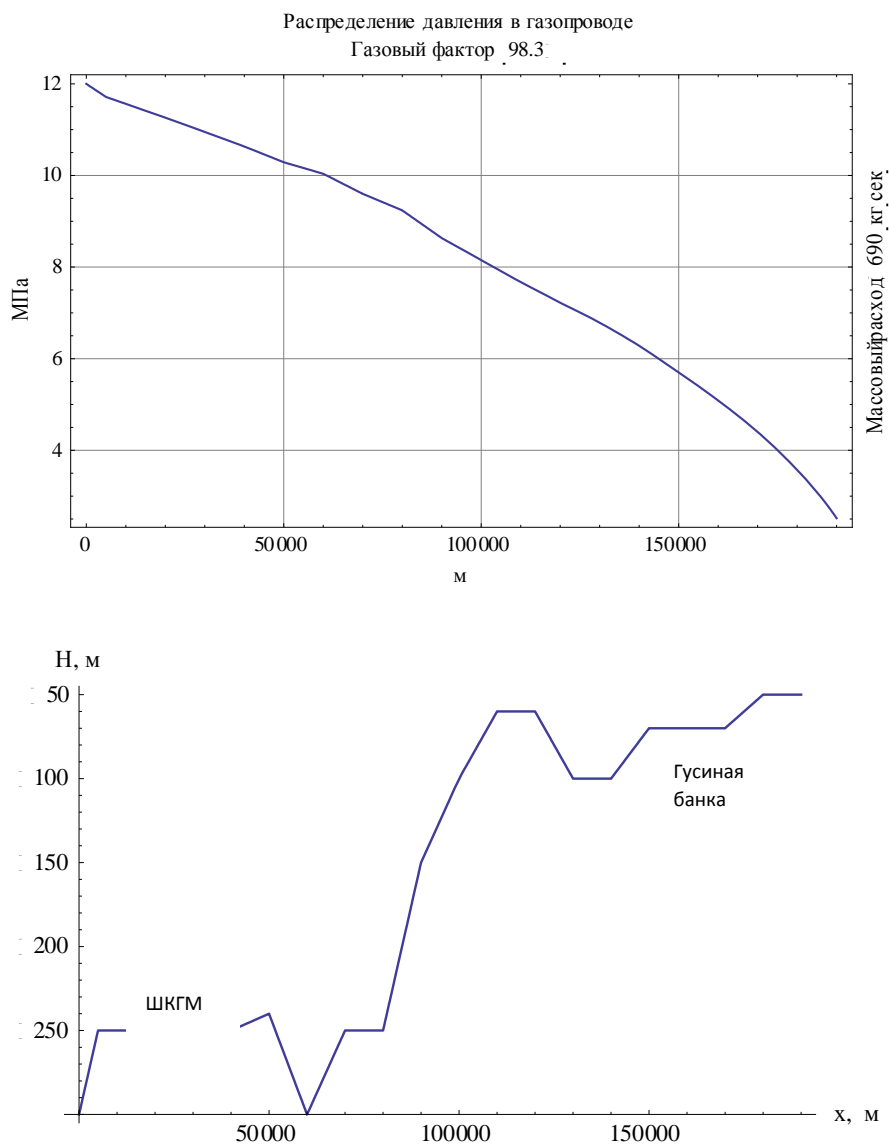


Рисунок 1 – Совмещенный график распределения давления и рельефа местности

Как видим на совмещенном графике, на распределение давления в газопроводе рельеф местности практически не оказывает влияния. Рассмотрим вопрос распределения температуры по длине трассы рельефного газопровода, рисунок 2.

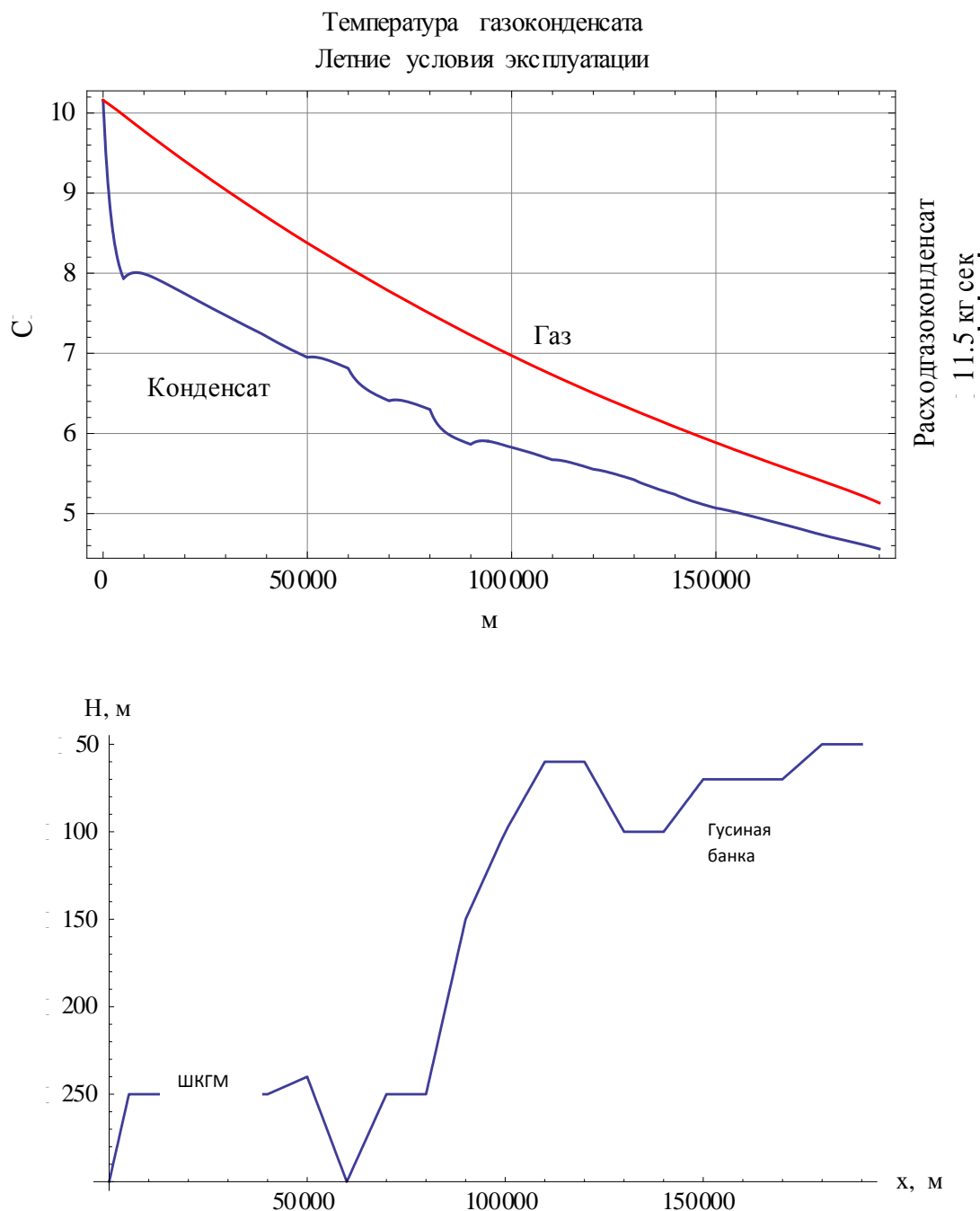


Рисунок 2 – Совмещенный график распределения температур и рельефа местности

Исходя из анализа полученных графиков можно сделать вывод, что рельеф местности на состояние распределения температуры практически в данном случае не влияет из-за масштабного фактора глубины акватории

последнего. Влияние рельефа немного просматривается только на графике распределения температуры конденсата.

Рассмотрим распределение скоростей движение газовой фазы и жидкой по длине газопровода.

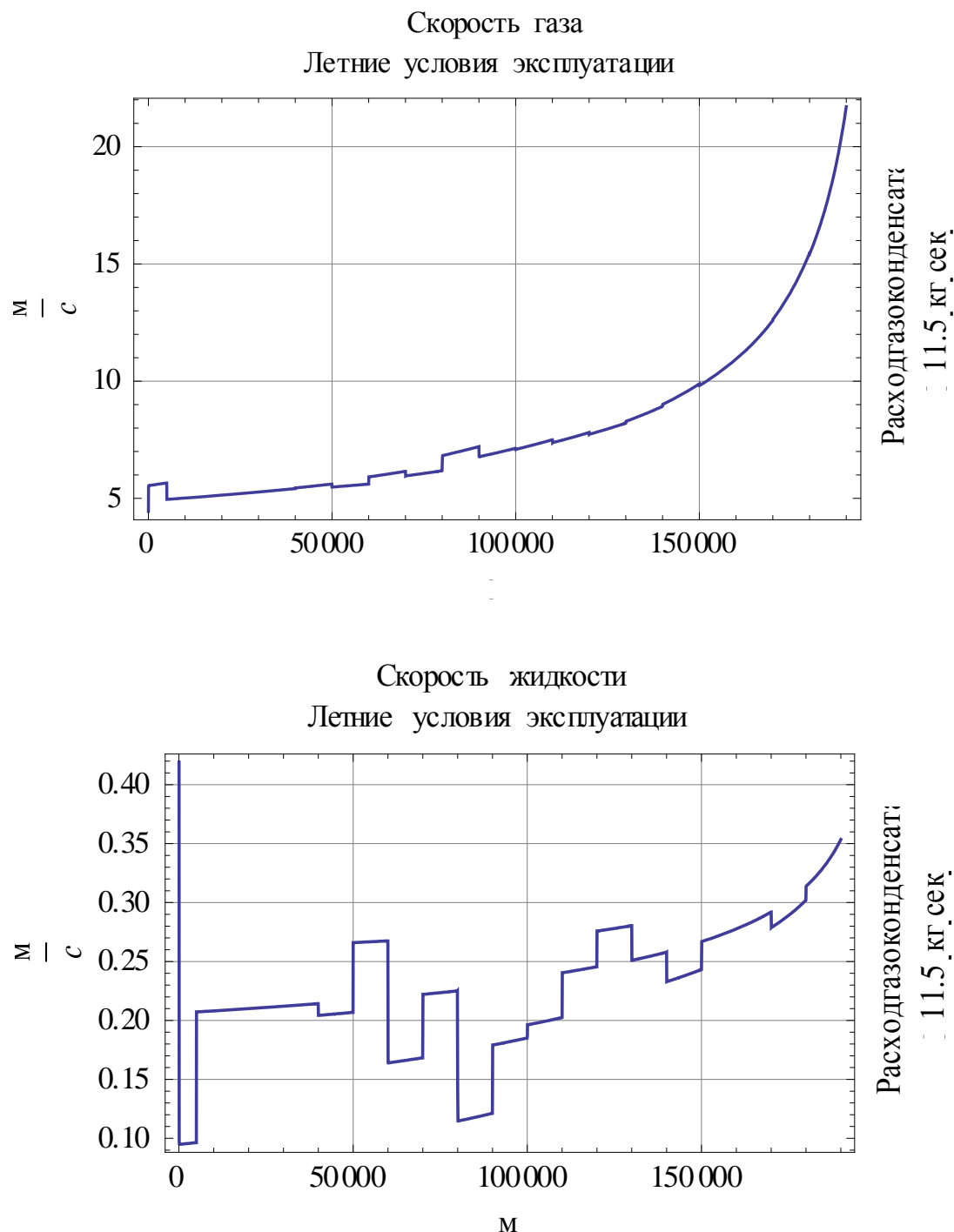


Рисунок 3 – Совмещенный график распределения скоростей по длине газопровода

Проведем температурный анализ модели [1] с учетом вариации температуры смеси газа и конденсата и температуры морской воды. В расчете при-

нимались следующие начальные температуры: температура газа и конденсата равна 10 °С, температура акватории – плюс 2 °С. Зададим потоку газа и конденсата 0 °С, температуру акватории оставим прежней. Произведем расчет и построим графики распределения температур, рисунок 4.

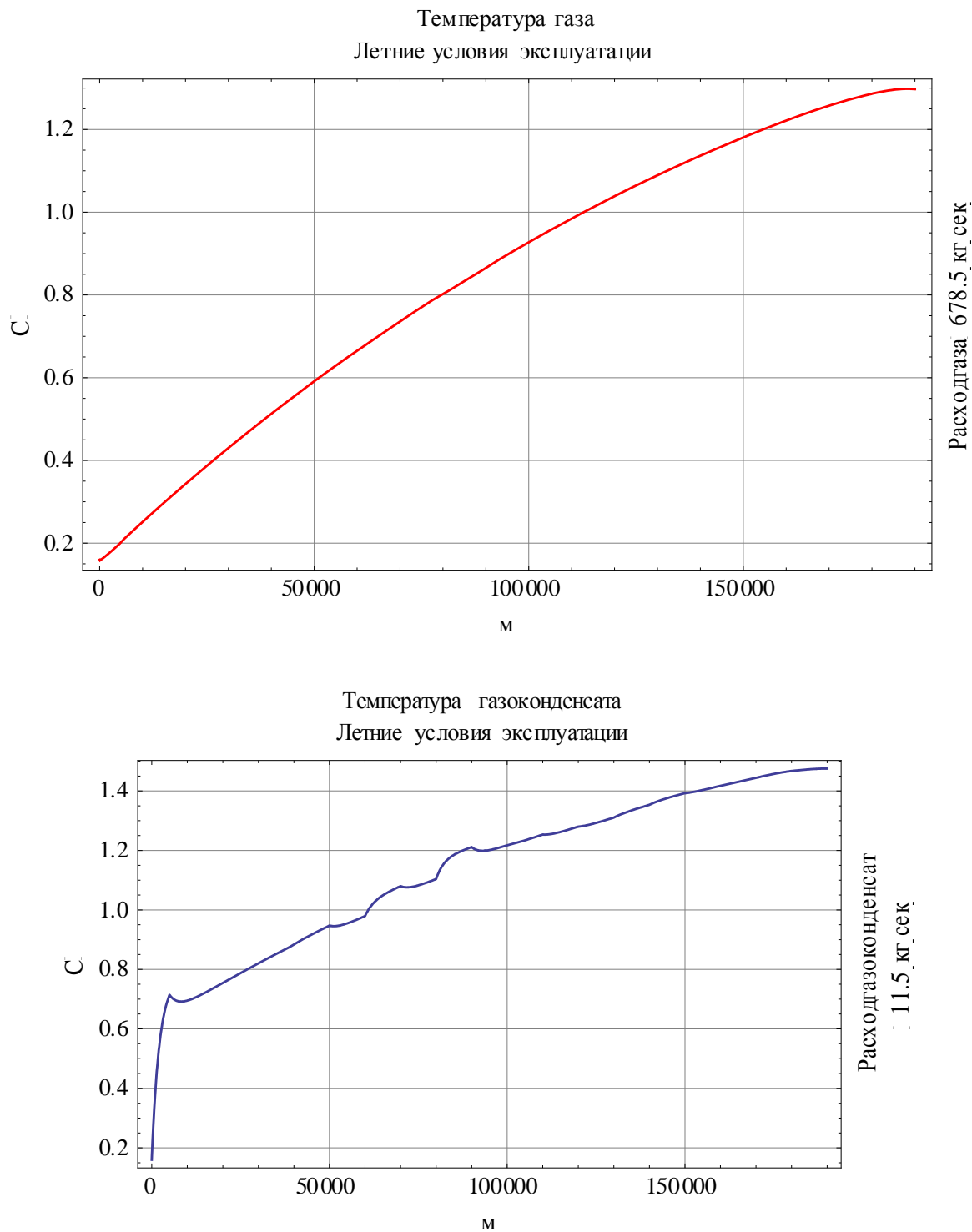


Рисунок 4 – Совмещенные графики температуры газа и конденсата

Модель показывает, что за счет коэффициента теплопередачи от воды к смеси "газ+газовый конденсат" газ нагреется на $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а конденсат на $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рассмотрим зимние условия транспортировки продукта по газопроводу ШКГМ – Гусиная банка. Зададим потоку газа и конденсата $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура акватории примем равной минус $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, рисунок 5.

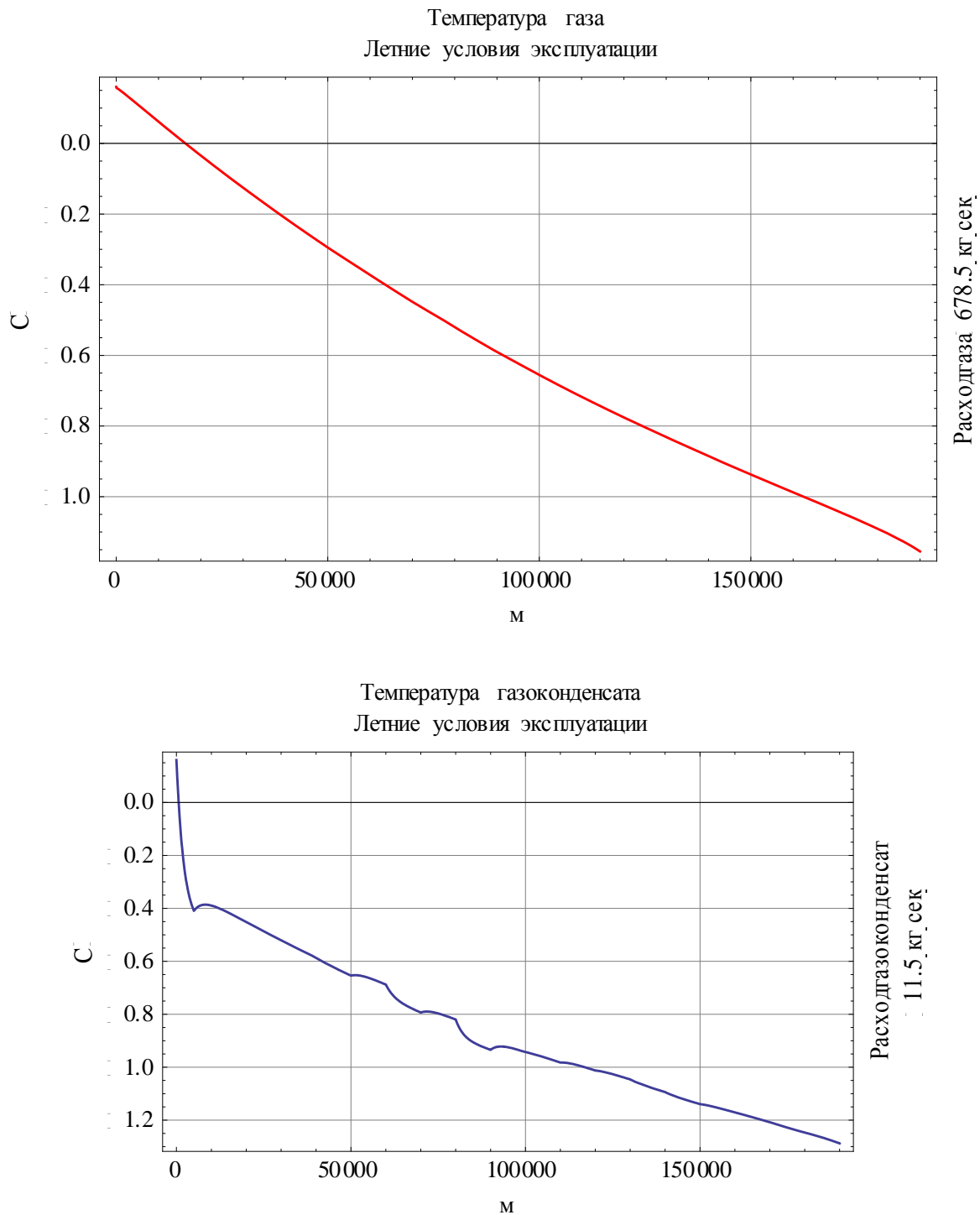


Рисунок 5 – Совмещенные графики температур зимних условий акватории

Во всех случаях при наличии капельной влаги возможно образование газогидратов в газопроводе. Отсюда следует, что для работы газопровода "ШКГМ – Гусиная банка" без осложнений придется доставлять метанол или другую жидкость, предотвращающую гидратообразование, с Гусиной банки к устьям добычных скважин.

Библиографический список

1. Папуша А. Н., Казунин Д. В. Динамика многофазных течений в морских магистральных трубопроводах. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. ; Москва : [б. и.], 2012. С. 116–122 с.
2. Агапкин В. М., Борисов С. Н., Кривошеин Б. Л. Справочное руководство по расчетам трубопроводов. М. : Недра, 1987. С. 58–59 с.
3. ОНТП 51-1-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Ч. 1. Газопроводы. М., 1985. 218 с.
4. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. М., 2006. 196 с.

Оценка верхней границы существования газогидрата метана по термобарическим условиям на арктическом шельфе

Коротаев А. Б. Васёха М. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: korotaevab@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной статье авторами была произведена оценка верхней границы существования газогидрата метана по термобарическим условиям на Арктическом шельфе, основанная на анализе инженерно-геологических изысканий и определении равновесных давлений и температур в верхнем разрезе пород.

Abstract. In this article, the authors estimated the upper limit of the existence of methane gas hydrate based on the temperature and pressure conditions on the Arctic shelf, based on the analysis of engineering and geological surveys and the determination of equilibrium pressures and temperatures in the upper section of the rocks.

Ключевые слова: газогидраты, Арктический шельф, границы образования

Key words: Gas hydrates, Arctic shelf, boundaries of formation

Арктический шельф и газогидраты. Одни авторы придерживаются позиции, что на Арктическом шельфе газогидратов нет. Другие считают, что предпосылки их существования имеются. Необходимо отметить, что сведений о прямых (визуальных) наблюдениях природных газовых гидратов в Арктике нет. Оценки же возможного распространения и мощности зон газогидратообразования, сделанные главным образом по сведениям о термобарических условиях, довольно многочисленны и охватывают 22 нефтегазоносные области страны общей площадью 3.4 млн. км² [1; 2]. Основные инженерно-геологические изыскания проводило предприятие АМИГЭ. При этих изысканиях интервал отбора керна ограничивался 100 м ниже дна акватории. В основу метода определения зоны возможного существования залежей газогидрата положено определение равновесных давления и температуры в разрезе пород. Впервые метод был предложен для суши в 1965 г. [3]. В работе [3] приведен осредненный разрез зоны гидратообразования в Мировом океане (рисунок 1).

Для разных систем гидратов, в зависимости от его состава, характерны свои кривые стабильности, которые выражены в графиках зон газогидрата метана в зависимости от равновесных давлений и температур (рисунок 2).

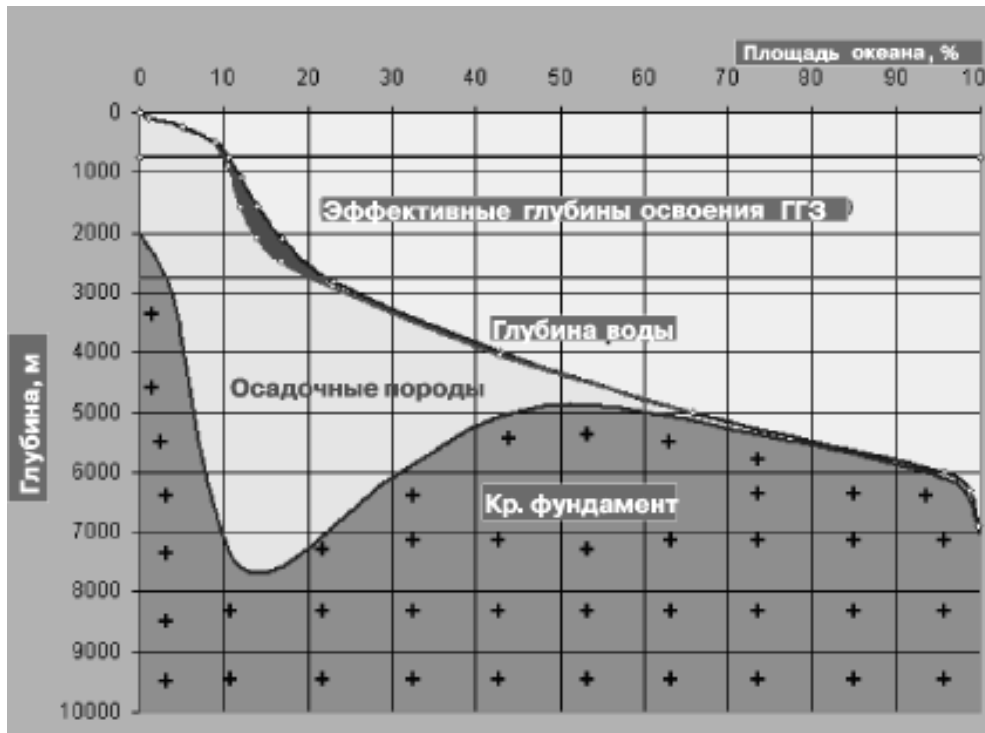


Рисунок 1 – Осредненный разрез зоны гидратообразования в Мировом океане [3]

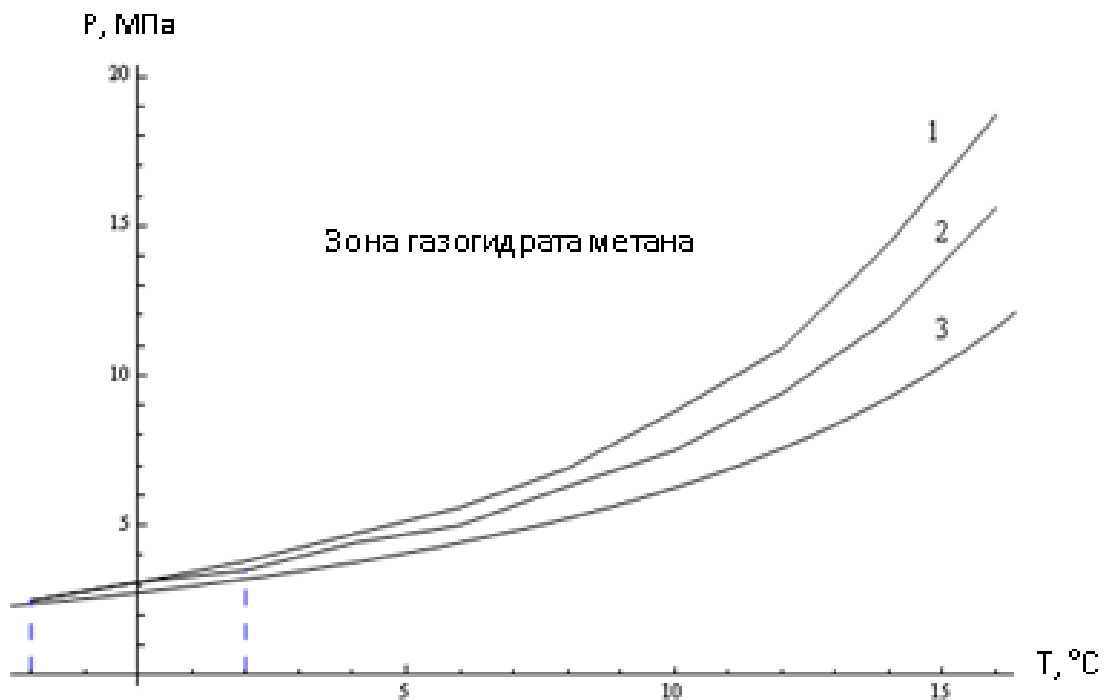


Рисунок 2 – Кривые стабильности гидрата метана в P-T координатах, [4, 5].

1 – для системы " CH_4+H_2O " по С.М. Быку и др. [4];

2 – для системы " $CH_4+3.5\%$ раствор NaCl в воде", по Дж. Хенду и др.(1974 г.) [4];

3 – для системы " CH_4+H_2O " по источнику [5]

Для построения верхней границы возможного, по термобарическим условиям, существования газогидрата метана для фрагмента Арктического шельфа рассмотрим 7 скважин. Пусть заданы термобарические осредненные значения температур по интервалам глубин разведочных скважин на площадях Аквамариновая, Ледовая, Арктическая, Русановская, Мурманская, Адмиралтейская и Лунинская, построим график верхней границы (рисунок 2). Построим изобарную линию равную 3 МПа по этим скважинам на площадях.



Рисунок 2 – Осредненный разрез верхней границы возможного существования газогидрата метана на фрагменте Арктического шельфа, где 1 – Аквамариновая; 2 – Русановская, 3 – Мурманская, 4 – Адмиралтейская, 5 – Лунинская, 6,7 – Арктическая и Ледовая площадки. Красная линия соответствует давлению 3 МПа. Ниже этой линии существуют термобарические условия существования гидрата метана

1. Оценка верхней границы возможного существования по термобарическим условиям газогидрата метана производилась в температурном диапазоне около 0 °С, при средней плотности пород донных отложений.
2. Эта оценка допустима для температурного интервала $-2-0+2$ °С.
3. В акватории на дне возможно залегание газогидратов при глубине акватории более 289 м.

Библиографический список

1. Рекомендации по учету влияния газогидратного природного процесса на оценку перспективы газоносности Западной Сибири / под ред. Н. В. Черского, В. П. Царева. Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1982. 31 с.

2. Рекомендации по учету воздействия низких пластовых температур на результативность газопоисковых работ в мезозойских отложениях севера Тимано-Печорской провинции. Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1983. 28 с.

3. Макогон Ю. Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы изучения. США : Техасский университет. 2010 г.

4. Соловьев В.А., Гинзбург Г.Д., Телепнев Е.В., Михалюк Ю.Н. Криогеотермия и гидраты природного газа в недрах Северного Ледовитого океана / науч. ред. В. Л. Иванов. Л. : Севморгеология, 1987. 150 с.

5. Макогон Ю. Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. М. : Недра, 1985. 232 с.

О способе преобразования электрической энергии в механическую

Коротаев Б. А. Ключенкова Е. С. Надиралиев К. Г. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: korotaevba@mstu.edu.ru)

Аннотация. В настоящее время много внимания уделяется вопросам преобразования энергии. В данном случае рассматривается один из простых способов преобразования энергии электрического тока в механическую работу.

Abstract. Currently, much attention is paid to the issues of energy conversion. In this case, one of the simplest ways of converting electric current energy into mechanical work is considered.

Ключевые слова: преобразование энергии, механическая работа, электрическая энергия
Key words: energy conversion, mechanical work, electrical energy

В данной работе рассматриваются результаты исследования работы экспериментальной установки, позволяющей преобразовывать энергию электрического тока в механическую работу.

Экспериментальная установка (рисунок 1) представляет собой герметичную камеру цилиндрической формы 1, в которой расположены: поршень 2, на который давит груз 5. Рабочим телом является жидкость 4. Над и под поршнем находится воздух 3. С жидкостью в контакте находятся электроды 6 и трубка 7 для соединения с манометром. Кроме этого трубка идущая к манометру служила вторым электродом.

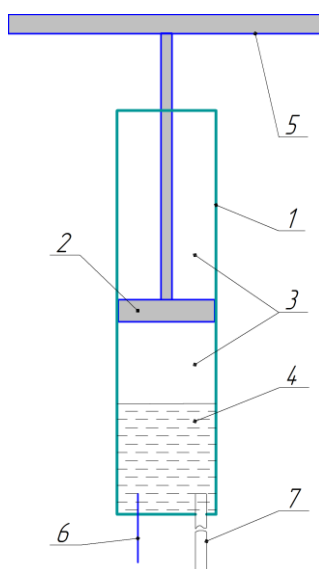


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки [1]

Первоначальным вариантом работы было использование нагревательного элемента, подключенного к электродам. При протекании тока через него выделялось тепло, которое передавалось рабочему телу и вызывало его термическое расширение, а по прошествии некоторого времени и интенсивное парообразование, что дополнительно увеличивало давление под поршнем. В результате этого поршень совершал перемещение в противоположную от жидкости сторону. Однако, скорое разрушение нагревательного элемента привело к решению отказаться от него.

Было замечено, что можно осуществить нагрев рабочего тела и без нагревателя, используя лишь электроды, находящиеся в жидкости. При протекании тока через среду (электролит) также выделяется тепло. Кроме того, происходит некоторое разложение вещества рабочего тела, в результате чего образуются газы, которые дополнительно повышают давление под поршнем. Для того, чтобы снизить интенсивность электрохимического разрушения электродов и разложения вещества рабочего тела используется переменный ток промышленной частоты.

При исследовании работы установки использовался лабораторный автотрансформатор для регулировки начального напряжения на электродах. Ниже представлен график зависимости силы тока, протекающего через рабочее тело при различных начальных напряжениях, во времени (рисунок 2).

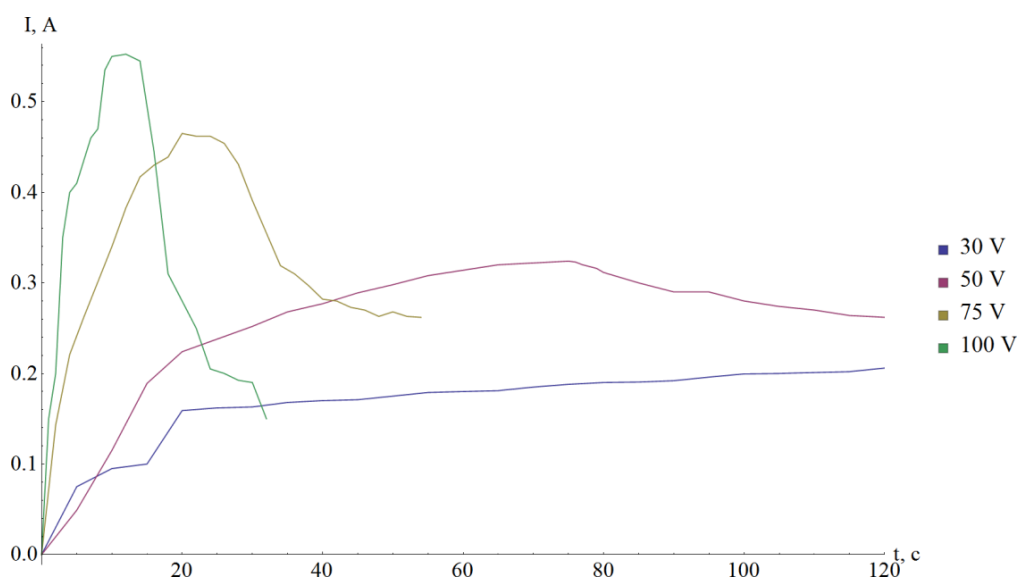


Рисунок 2 – Изменение силы тока во времени

Ранняя остановка опыта при некоторых напряжениях связана с достижением поршнем верхней мёртвой точки, а не полной работой.

Эксперименты проводились с использованием различных электролитов (в основном, растворы слабо гидролизующихся неорганических солей,

совместимых в исходном состоянии с материалами поршня и электродов), среди которых отбирались те, которые наименее агрессивно воздействовали на резиновые уплотнения, металлические поверхности электродов и поршня.

Средняя зависимость манометрического давления под поршнем от температуры рабочего тела изображена на рисунке 3.

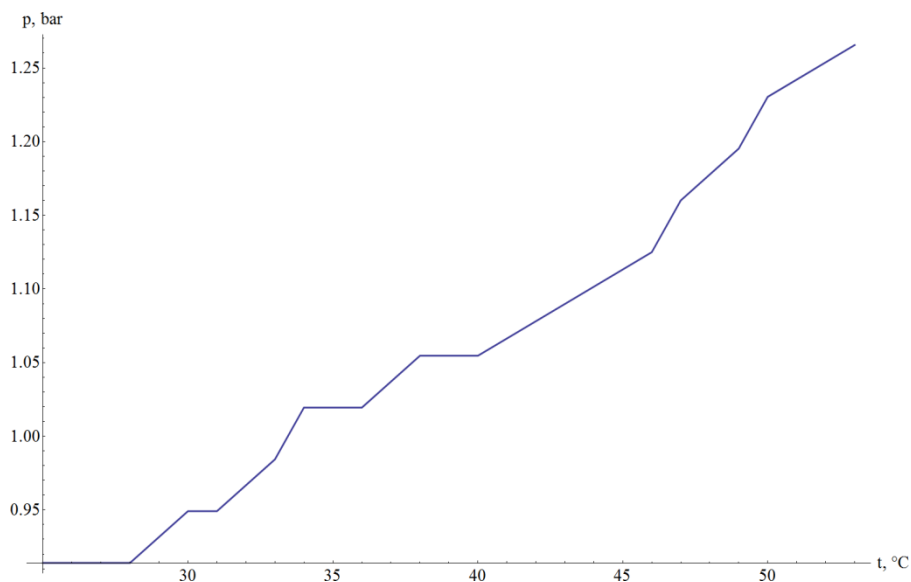


Рисунок 3 – Средняя зависимость давления под поршнем от температуры рабочего тела

При испытании установки было обнаружено, что при нагрузке до 40 Н небольшой объём рабочего тела под поршнем (единицы мл) способен при расширении до достижения точки кипения поднять груз на 0.01 м за несколько секунд при затрачиваемой электрической мощности около сотни ватт. При вдвое большей нагрузке требовалось больше времени для производства той же работы и жидкость достигала точки кипения. При переходе жидкости в пар потребляемая мощность заметно падала. Замечено, что при выкипании практически всего объёма жидкости ток в цепи практически прекращался (достигал величины незаметной на амперметре с ценой деления 0.1 А), а давление в системе и положение поршня сохранялось продолжительное время (до десятка минут). При конденсации жидкости ток в цепи снова возникал, жидкость закипала и переходила в пар, давление под поршнем сохранялось практически постоянным.

Для оценки эффективности преобразования электрической энергии в механическую работу рассчитаем КПД установки:

$$\eta = A/W$$

где A – полезная работа в джоулях, W – полные затраты энергии в джоулях.

Работа электрического тока вычисляется по формуле [2]:

$$W = U \times I \times t$$

где W – работа в джоулях, U – напряжение в вольтах, I – сила тока в амперах, t – время в секундах. Для вычисления работы электрического тока найдём площадь под кривой изменения тока во времени. В опыте с напряжением 75 В совершенная работа приблизительно равна 1.3 кДж, с напряжением в 100 В – 1 кДж.

Полезная работа заключалась в перемещении груза весом 20 Н вертикально вверх. Полезная работа вычисляется по формуле:

$$A = F \times s$$

где A – работа в джоулях, F – вес тела в ньютонах, s – перемещение в метрах. В данном эксперименте перемещение составило 0.05 м, откуда следует, что полезная работа равна 1 Дж.

КПД лабораторной установки составил около 0.1%. Такой низкий показатель объясняется несовершенством экспериментальной установки – при исследовании затрат энергии на работу силы трения было обнаружено, что потери на трение (поршня о стенки цилиндра) нелинейно зависят от нагрузки и на их преодоление тратится около 96% затраченной энергии.

Таким образом, была достигнута цель – обратить внимание на возможность использования простого способа преобразования электрической энергии в механическую работу. Исследования в рамках повышения КПД всё ещё продолжаются – необходимы более подходящие материалы для уплотнений, более гладкие стенки цилиндра, и т. д.

Библиографический список

1. Островский А. А. Коротаев Б. А. Исследование свойств электролитов // Сборник материалов Всероссийской студенческой научно-технической конференции СНТК – 2019, Мурманск, 21–24 мая 2019 г. Мурманск : МГТУ, 2019. С. 232–235.

2. Терещук Р. М., Домбругов Р. М., Босый Н. Д. Справочник радиолюбителя. 3-е изд. Киев : Гостехиздат УССР, 1961. 840 с.

Сейсмофациальный анализ и определение генезиса четвертичных отложений Западно-Арктического шельфа по сейсмоакустическим данным

Костин Д. А.¹, Рокос С. И.² (*г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра морского нефтегазового дела и физики, e-mail: kostinda@mgtu.edu.ru, ²ОАО «Арктические Морские Инженерно-Геологические экспедиции», e-mail: rokossi@rusgeology.ru*)

Аннотация. Используются сеймостратиграфический и сейсмофациальный анализы сейсмоакустических материалов для расчленения четвертичных отложений Западно-Арктического шельфа. Выделены четыре сеймостратиграфических комплекса и ряд слагающих их сеймопачек. Приведены критерии их выделения и определены районы распространения.

Abstract. Seismostratigraphic and seismic facies analyzes of seismoacoustic materials have been used for the compartmentalization of quaternary deposits of the West Arctic shelf. Four seismic sequences and a number of their composing seismic members have been identified. The paper also presents the criteria for identification and areas of distribution are determined.

Ключевые слова: сеймостратиграфический комплекс, сейсмофация, сеймопачка, картирование, четвертичные отложения, сейсмическая запись, сейсмическая корреляция
Key words: seismic sequence, seismic facies, seismic member, mapping, quaternary deposits, seismic data set, seismic correlation

При геологическом картировании, инженерно-геологических исследованиях акватории геофизические методы часто опережают бурение по времени или последний метод отсутствует вовсе и, таким образом, расчленение разреза и, собственно, картирование приходится выполнять по материалам сейсмоакустического профилирования. В связи с этим необходимым является использование принципов сеймостратиграфического и сейсмофациального анализов для расчленения разреза.

Различными исследователями в составе неоген-четвертичного чехла Баренцево-Карского шельфа выделяется от двух, трех до пяти и даже девяносто сеймостратиграфических комплексов (ССК). В настоящее время наибольшим распространением пользуется сеймостратиграфическая схема, в которой выделяется пять сеймокомплексов: миоценовый, плиоцен-эоплейстоценовый, нижне-среднеплейстоценовый, верхнеплейстоценовый и голоценовый [1].

На более мелкие сеймостратиграфические единицы (сеймостратиграфические пачки – ССП) комплексы расчленяются с использованием сейсмофа-

циального анализа, под которым понимается изучение внутренней структуры акустической записи (по таким параметрам, как конфигурация, амплитуда, непрерывность и др.) ССК, типизация волновой картины и на этой основе расчленение ССК на более мелкие единицы – сейсмопачки, с определением вероятного литологического состава и условий их формирования [2; 3]. Поскольку границы смены типа волновой записи (сейсмофациальные границы) носят неизохронный характер, ряд выделенных сейсмофаций имеют одинаковый возраст. Особое внимание уделялось рельефу кровли и подошвы выделенных геологических тел, наличию эрозионных врезов, древних береговых линий, террасовых уровней и пр., являющихся своеобразными реперами при выделении и картировании сейсмостратиграфических единиц [4].

В результате исследований были выделены группы сейсмофаций с характерными для каждой из групп внутренней структурой и геоморфологической позицией. Ниже приведена их краткая характеристика.

Группа ледниковых сейсмофаций. В границах Западно-Арктического шельфа достаточно широко распространены геологические тела, характерным признаком которых по материалам сейсмоакустического профилирования является "хаотическая" неупорядоченная внутренняя структура с отдельными отражающими площадками, не образующими сколько-нибудь протяженных осей синфазности. Данные тела можно разделить на два типа – отчетливо выраженные в рельефе аккумулятивные гряды и покровные формы, часто захороненные более молодыми отложениями и не выраженные в рельефе.

Предполагаемый генезис тел первого типа довольно легко и надежно диагностируется по материалам сейсмоакустического профилирования. Для них характерны "хаотичная" внутренняя структура без протяженных рефлекторов, неровный холмистый рельеф поверхности, залегание, как правило, на денудированном субстрате, приуроченность к перегибам рельефа (рисунок 1). Дополнительным критерием, подтверждающим генезис, является его соответствие палеогеографическим построениям.

Ледниковый генезис тел второго типа лишь по материалам сейсмоакустического профилирования установить невозможно, так как из характерных для ледниковых отложений признаков имеется только "хаотичная" акустическая запись.

Однако такой тип записи вовсе не является чертой, присущей только для ледниковых отложений, а отражает лишь отсутствие упорядоченной внут-

ренной структуры, что может быть связано с целым рядом факторов. Например, на арктическом шельфе, промерзанием отложений в субаэральной обстановке с последующей деградацией мерзлоты. Эти явления наблюдаются в юго-восточной части Карского моря и на Печорском шельфе [5]. Формирование хаотичной волновой записи также может быть связано с большими скоростями осадконакопления и отсутствием сортировки осадков. Наконец, хаотичная запись характерна для экзотичных для арктического шельфа карбонатных построек, а в ряде случаев и для геологических тел морского генезиса.

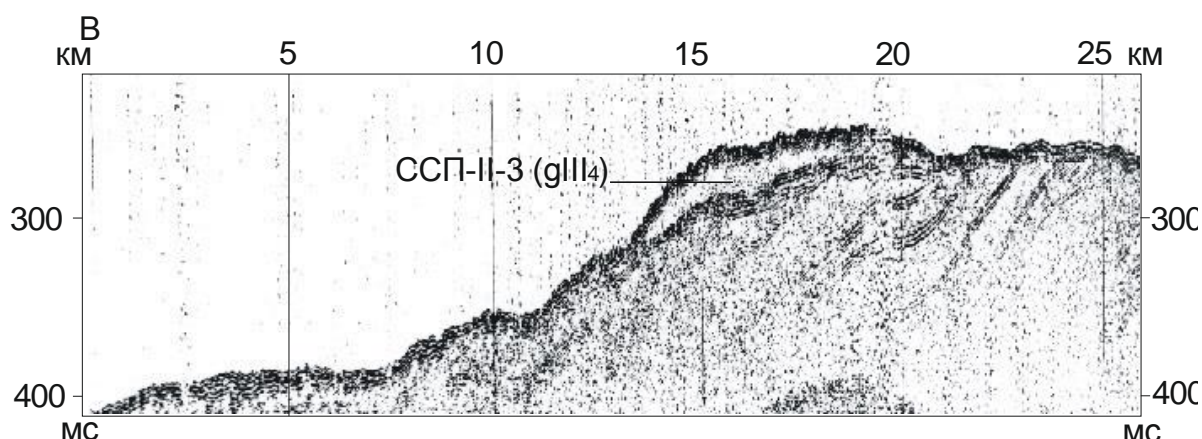


Рисунок 1 – Фрагмент сейсмоакустического разреза. Ледниковая сейсмопачка ССП-II-3 (qIII4). Подводный восточный склон арх. Новая Земля

Ледниково-морские сейсмофации. Широко распространены и находятся в тесной пространственной связи с ледниковыми отложениями. При этом вблизи геологических тел, образуемых ледниковыми отложениями, наиболее характерно для ледниково-морских отложений формирование своеобразных "караваеобразных" тел с выпуклой кровлей, в то время как на более значительном удалении от ледника они формируют также тела заполнения, облекания и покровы. В данном случае по типу волновой записи и формируемым геологическим телам они мало чем отличаются от генетически близких им ледниково-морских, морских образований. В волновом поле для них характерен в целом "прозрачный" тип акустической записи с редкими и не слишком протяженными осями синфазности, вероятнее всего отображающими изменения интенсивности ледниково-морского осадконакопления. Часто описываемая сейсмофация перекрывает подстилающие их морские отложения.

Ледниково-морские, морские сейсмофации отличаются от ледниково-морских тем, что для них наиболее характерны формы заполнения и покровы,

положительные геологические тела, выраженные в рельефе, они не слагают. Как правило, они картируются в границах днищ желобов и впадин (желоба Франц-Виктория и Альбанова), где могут формировать толщи мощностью до первых десятков метров, реже в границах пластовых равнин. В последнем случае их мощность, как правило, меньше. На материалах низкочастотного сейсмоакустического профилирования сейсмофация выглядит акустически "прозрачной". Однако в высокочастотной модификации для нее характерна тонкая параллельнослоистая внутренняя структура, отражающая импульсный характер осадконакопления.

Группа морских сейсмофаций. В силу разнообразия морских обстановок осадконакопления отложения этого генезиса характеризуются значительным количеством типов сейсмозаписи. Наиболее распространена "крапчатая" неяснослоистая волновая картина. Данные сейсмофации распространены на больших площадях и характеризуют нормальное морское осадконакопление, образуют покровно-облекающие и клиновидные формы, а также осадочного выполнения.

Сейсмофации с сигмовидным и тангенциальным расположением осей синфазности, характерным для тел латерального наращивания, приурочены, как правило, к участкам резкого перегиба палеорельефа и характеризуются высокими скоростями осадконакопления [4].

Для морских отложений в границах пластовых равнин до глубин моря около 150–200 м весьма характерны параллельно-слоистая и субпараллельная акустические записи. Сейсмофации с такой волновой картиной слагают покровные, покровно-облекающие тела и формы заполнения отрицательных форм палеорельефа. Подобные типы записи формируются в течение относительно равномерного режима осадконакопления при стабильном положении уровня палеобассейна.

Группа аллювиально-морских сейсмофаций. К подошве сейсмофаций морского генезиса часто бывают приурочены эрозионные врезы, выполненные аллювиальными и аллювиально-морскими отложениями с характерным косослоистым типом записи в приподошвенной части и обычно акустически "прозрачной" волновой картиной ближе к кровле. Здесь наблюдается постепенная смена волновой картины, характеризующая трансгрессивный тип осадконакопления. Также к подошве или кровле морских отложений могут быть приурочены такие геоморфологические элементы, как древние уровни

стояния моря и абразионные уступы, часто коррелирующиеся от профиля к профилю на значительные расстояния.

Все выделенные и описанные сейсмофации имеют вполне характерные признаки акустической записи и/или образуют свойственные им формы геологических тел и/или занимают определенное геоморфологическое положение. Это позволяет по ряду признаков выделять их в разрезе и картировать по площади. Далее, используя геологическую информацию о вещественном составе, палеонтологических характеристиках, придавать им соответствующие генезис и возраст.

Библиографический указатель

1. Самойлович Ю. Г., Каган Л. Я., Иванова Л. В. Четвертичные отложения Баренцева моря. Апатиты : КНЦ РАН, 1993. 74 с.

2. Ольнева Т. В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении. Москва : [б. и.] ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2017. 151 с.

3. Шлезингер А. Е. Региональная сейсмостратиграфия. М. : Научный мир, 1998. 143с.

4. Сейсмическая стратиграфия. Использование при поисках и разведке нефти и газа / под ред. Ч. Пейтона ; пер. с англ. В 2-х ч. М. : Мир, 1982. 846 с.

5. Бондарев В. Н., Длугач А. Г., Рокос С. И. [и др.]. Акустические фации посткриогенных обстановок мелководных районов Печорского и Карского морей // Разведка и охрана недр. 1999. № 7–8. С. 10–15.

ХИМИЯ

Модификация гелей желатины из кожи холодноводных рыб альгинатом натрия

Колотова Д. С., Воронько Н. Г., Деркач С. Р. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра химии, e-mail: kolotovads@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе исследованы реологические свойства гелей на основе желатины из кожи холодноводных рыб, модифицированных альгинатом натрия. Определено характерное соотношение альгинат натрия/желатина, соответствующее максимальной температуре перехода гель/жидкость. Показано, что с увеличением концентрации альгината натрия наблюдается увеличение прочности гелей рыбной желатины.

Abstract. In this work, the rheological properties of gels based on gelatin from cold-water fish skin modified with sodium alginate have been investigated. The characteristic sodium alginate/gelatin ratio corresponding to the maximum gel/liquid transition temperature was determined. It has been shown that an increase in the concentration of sodium alginate leads to an increase in the strength of fish gelatin gels.

Ключевые слова: рыбная желатина, альгинат натрия, полиэлектролитные комплексы, реология, золь-гель переход

Key words: fish gelatin, sodium alginate, polyelectrolytes complexes, rheology, sol-gel transition

Желатина представляет собой продукт частичной деструкции фибриллярного коллагена – белка соединительной ткани. Желатина обладает способностью к термообратимому структурообразованию, благодаря чему находит широкое применение в пищевой промышленности, в частности, для придания пищевым продуктам определенной консистенции, а также для модификации их реологических свойств с целью повышения органолептических показателей [1; 2]. В настоящее время коммерческую желатину получают главным образом из коллагена животного происхождения (кожа крупнорогатого скота, свиней и т. д.). Это ограничивает ее использование для производства продуктов питания в связи с возникновением пищевых аллергий, распространением губчатой энцефалопатии крупнорогатого скота, а также отказом существенной части потенциальных потребителей от пищи животного происхождения ввиду определенных культурных и религиозных убеждений. Желатина, получаемая из водных биоресурсов, является альтернативой животной желатине, поскольку лишена перечисленных выше недостатков [3].

Сложность использования рыбной желатины в качестве структурообразователя заключается в том, что её свойства напрямую зависят от типа сырья, из которого она была получена [2]. Так, желатина, полученная из кожи хо-

лодноводных рыб, будет существенно уступать по функциональным свойствам желатине из кожи тепловодных рыб [4; 5]. Это связано с уникальностью её аминокислотного состава. Прочность гелей, формируемых желатиной, зависит от содержания пролина и гидроксипролина в коллагене различного происхождения, и связана с температурой среды обитания рыб. Количество гидрофобных аминокислот (аланин, валин, лейцин, изолейцин, пролин, фенилаланин и метионин) также влияет на прочность гелей рыбной желатины. Кроме того, благодаря своей вторичной структуре, рыбная желатина при переработке достаточно быстро подвергается деструкции и гидролизу с разрывом полипептидных связей. Это приводит к резкому уменьшению молекулярной массы желатины и, соответственно, ухудшению ее структурообразующих и реологических свойств.

В качестве одного из путей улучшения структурообразующих свойств рыбной желатины может быть использована модификация желатины комплексообразующими полисахаридами, к которым, в частности, относится альгинат натрия – анионный полисахарид, получаемый из морских водорослей [6–8]. Известно, что при взаимодействии желатины и анионных полисахаридов образуются макромолекулярные комплексы переменного состава, которые при определенных соотношениях биополимеров, рН и ионной силе образуют прочные гели [8].

Таким образом цель данной работы заключается в изучении реологических свойств гелей рыбной желатины, а также в установлении влияния добавок анионного полисахарида альгината натрия на прочность гелей рыбной желатины.

В работе использовали рыбную желатину из кожи холодноводных рыб (Sigma, Канада). Значение средней молекулярной массы желатины составляет ~ 130 кДа, рН изоэлектрической точки – 7,6. Использовали образец альгината натрия из бурых водорослей (Sigma, Великобритания) со средневязкостной молекулярной массой ~ 630 кДа.

Растворы желатины и альгината натрия готовили отдельно. Образцы желатины и альгината натрия предварительно набухали в дистиллированной воде при комнатной температуре в течение 1 и 16 часов соответственно. Затем желатину и альгинат натрия растворяли при температурах 30 и 50 °С соответственно. Полученные растворы охлаждали до комнатной температуры и смешивали в заданных соотношениях. Концентрация желатины в смесях составила 10 масс. %. Концентрацию альгината натрия варьировали в диапазоне от 0,2 до 2 масс. %. Таким образом, соотношение альгинат натрия/

желатина в смесях ($Z = \gamma_{АН}/\gamma_{Ж}$) изменялось в диапазоне от 0,02 до 0,20. Значение рН полученных растворов варьировалось в диапазоне от 5,2 до 5,9. Гели чистой желатины и смесей желатины с альгинатом натрия получали путем охлаждения водных растворов до 4 °С в течение 24 часов.

Реологические свойства гелей исследовали с использованием модульного компактного реометра MCR 302 (Anton Paar, Австрия), оснащенного измерительной системой конус-плоскость. Диаметр конуса составляет 50 мм, угол между поверхностью конуса и плоскостью – 1°, рабочее расстояние между конусом и плоскостью – 0,100 мм.

Взаимодействие желатины с альгинатом натрия исследовали с помощью метода турбидиметрического титрования. Водный раствор желатины с концентрацией 0,25 масс. % титровали раствором альгината натрия с концентрацией 0,25 масс. %. Оптическую плотность растворов определяли при длине волны $\lambda = 400$ нм и длине кюветы $l = 30$ мм с использованием спектрофотометра Unico 1201 (Unico, США) при температуре 25 °С.

Ультрафиолетовые (УФ) спектры поглощения растворов желатины, альгината натрия и их смесей получали в диапазоне длин волн от 190 до 300 нм с использованием спектрометра T70 UV/VIS (PG Instruments, Великобритания) с шагом 0,1 нм. Толщина кюветы составляла 10 мм, а температура измерения – 25 °С.

Одним из наиболее важных параметров, определяющих область применения желатины, является термостабильность гелей, полученных на ее основе. Температуру плавления и гелеобразования гелей рыбной желатины, а также гелей на основе смесей желатины с альгинатом натрия определяли путем температурного сканирования динамических модулей при частоте 1 Гц и скорости нагрева/охлаждения 1 К/мин. Температуру перехода условно принимали как точку пересечения модулей накопления и потерь ($G' = G''$). Как видно из рисунка 1, введение добавки альгината натрия приводит к повышению термостабильности гелей рыбной желатины, поскольку температуры плавления и гелеобразования смесей выше, чем соответствующие температуры для гелей чистой желатины. При этом наибольшая температура перехода наблюдается при $Z = 0,06$.

Исследована кинетика гелеобразования в растворах рыбной желатины. Из рисунка 2 видно, что введение полисахарида в раствор желатины приводит к увеличению скорости гелеобразования. Так, время гелеобразования увеличивается с 20 минут для чистой желатины до 1 минуты для комплекса

с $Z = 0,06$, что предположительно соответствует оптимальному для усиления структуры геля соотношению активных групп в обоих компонентах.

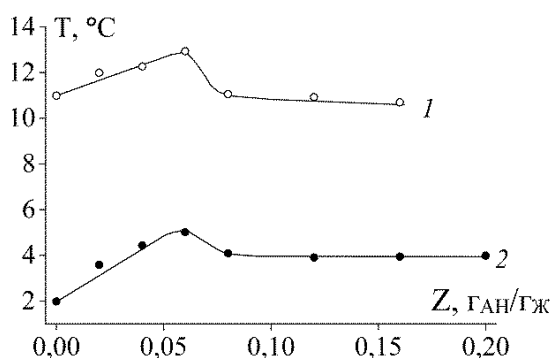


Рисунок 1 – Зависимости температуры плавления (1) и гелеобразования (2) от массового соотношения компонентов Z

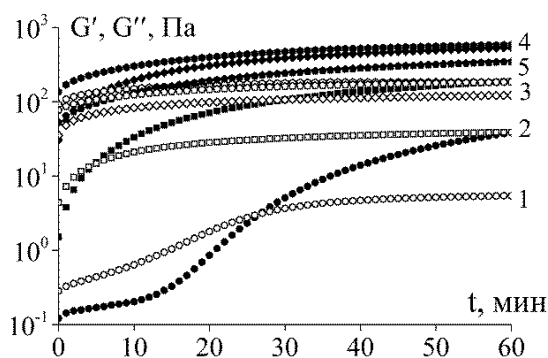


Рисунок 2 – Кинетические зависимости гелеобразования, где Z : 0 (1), 0,02 (2), 0,06 (3), 0,12 (4), 0,2 (5)

Массовое соотношение альгината натрия и желатины, соответствующее границе образования стехиометрических полиэлектролитных комплексов, определяли методом турбидиметрического титрования (рисунок 3). Увеличение оптической плотности является результатом увеличения содержания стехиометрических нерастворимых комплексов альгинат натрия/желатина. Наблюдаемый максимум на кривой при $Z = 0,06$ соответствует образованию максимального числа стехиометрических комплексов в результате взаимной нейтрализации зарядов цепей и наиболее эффективного образования ионных пар. Дальнейшее увеличение Z приводит к снижению оптической плотности растворов за счет образования растворимых нестехиометрических комплексов переменного состава.

УФ-спектры поглощения растворов альгината натрия, желатины и водных смесей альгинат натрия/желатина приведены на рисунке 4. Максимальное поглощение в растворах индивидуальных компонентов наблюдается при длинах волн 213 нм и 235 нм для альгината натрия и желатины соответственно. Введение альгината натрия в раствор рыбной желатины приводит к сдвигу максимальной адсорбции с 236 до 239 нм, сопровождающемуся увеличением оптической плотности и значительным уширением полосы поглощения (рисунок 4). Наблюдаемые изменения в спектрах желатины объясняются электростатическими взаимодействиями заряженных карбоксильных групп остатков β -D-маннуроновой и α -L-гулууроновой кислот в молекуле альгината натрия с аминокетильными группами гистидина, аргинина и лизина в молекуле желатины. Эти изменения также можно объяснить образованием водородных связей между гидроксильными группами альгината натрия и тирозиновыми остатками же-

латина. Увеличение поглощения в этой области спектра может быть связано с рассеянием света на относительно крупных частицах биополимерных комплексов.

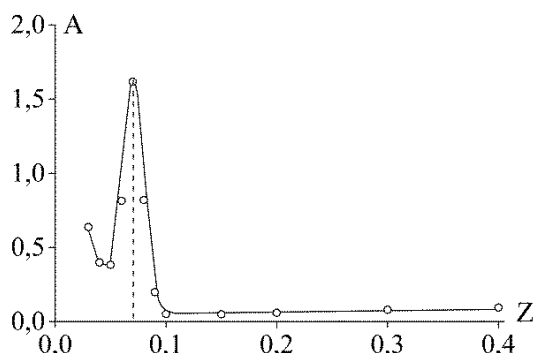


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности растворов от массового соотношения компонентов Z ($\Gamma_{\text{АН}}/\Gamma_{\text{Ж}}$)

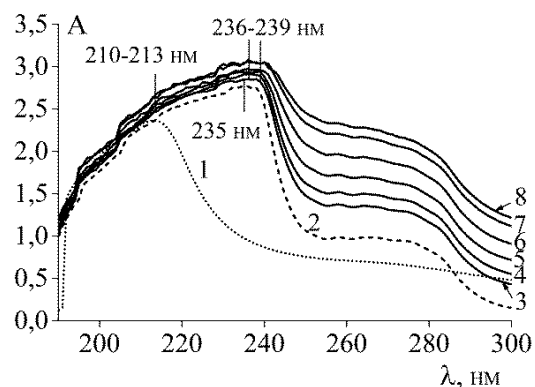


Рисунок 4 – УФ спектры поглощения растворов альгината натрия (1), желатины (2) и их смесей, где Z : 0,1 (3), 0,2 (4), 0,3 (5), 0,4 (6), 0,6 (7), 0,8 (8)

Исследовано реологическое поведение гелей рыбной желатины, модифицированных альгинатом натрия в широком диапазоне Z . Наблюдается преобладание модуля накопления над модулем потерь для всех композиций (рисунок 5). Такое поведение характерно для твердообразных материалов. Кроме того, линейное вязкоупругое поведение для всех комплексов наблюдается в довольно широком диапазоне значений амплитуды деформации. Предел линейности для G' превышает значения амплитуды деформации 0,2–0,4.

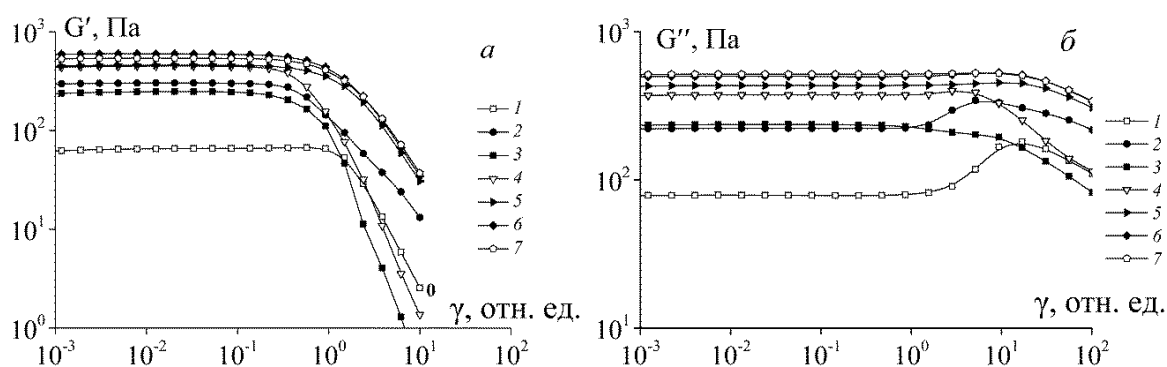


Рисунок 5 – Амплитудные зависимости модулей накопления (а) и потерь (б), где Z , $\Gamma_{\text{АН}}/\Gamma_{\text{Ж}}$: 0 (1), 0,02 (2), 0,04 (3), 0,08 (4), 0,12 (5), 0,16 (6), 0,2 (7). $T = 4^\circ\text{C}$

На рисунке 6 представлены частотные зависимости модулей накопления и потерь. Видно, что добавление альгината натрия, сопровождающееся образованием комплексов, приводит к увеличению жесткости геля – росту G' .

Стоит отметить, что модуль упругости в широком диапазоне частот постоянен, и наблюдается четкий наклон кривых, свидетельствующий о том, что гели не являются полностью твердыми телами.

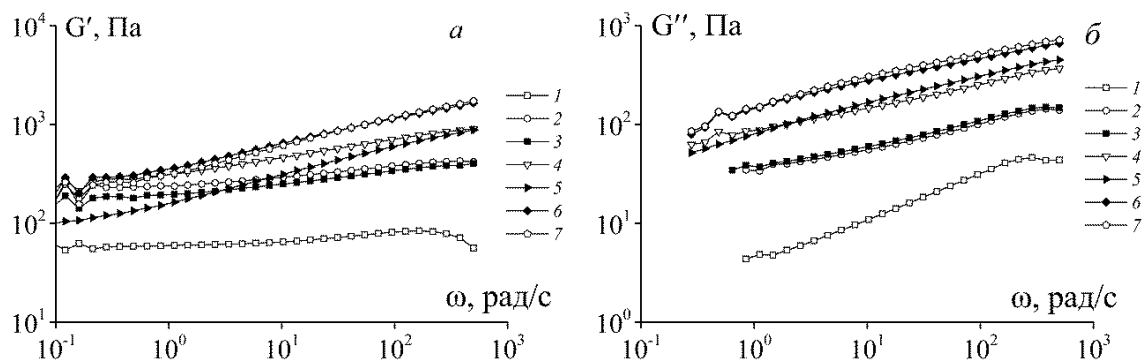


Рисунок 6 – Частотные зависимости модулей накопления (а) и потерь (б), где Z , гАН/гЖ: 0 (1), 0,02 (2), 0,04 (3), 0,08 (4), 0,12 (5), 0,16 (6), 0,2 (7). $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$

Систематическое исследование реологических свойств гелей на основе полиэлектролитных комплексов, образованных желатиной из кожи холодноводных рыб и альгината натрия в широком диапазоне соотношений компонентов, показывает, что свойства гелей зависят от их состава. Максимальная температура перехода гель/жидкость наблюдается при некотором соотношении компонентов ($Z = 0,06$), и это соотношение количественно коррелирует с содержанием ионных групп в компонентах комплексов. Также было показано, что прочность гелей увеличивается по мере роста концентрации альгината натрия в комплексах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-016-00118).

Библиографический список

1. Djagny K. B., Wang Z., Xu S. Gelatin: A Valuable Protein for Food and Pharmaceutical Industries: Review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2001. Vol. 41, Iss. 6. P. 481–492. DOI: <https://doi.org/10.1080/20014091091904>.
2. Karim A. A., Bhat R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // *Food Hydrocolloids*. 2009. Vol. 23, Iss. 3. P. 563–576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.002>.
3. Derkach S. R., Kuchina Y. A., Baryshnikov A. V., [et al.]. Tailoring Cod Gelatin Structure and Physical Properties with Acid and Alkaline Extraction //

Polymers. 2019. Vol. 11, Iss. 10. Article number 1724. DOI:

<https://doi.org/10.3390/polym11101724>.

4. Siburian W. Z., Rochima E., Andriani Y., Praseptianga D. Fish gelatin (definition, manufacture, analysis of quality characteristics, and application): A review // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2020. Vol. 8, Iss. 4. P. 90–95. (Part B).

5. Karayannakidis P. D., Zotos A. Fish Processing By-Products as a Potential Source of Gelatin: A Review // Journal of Aquatic Food Product Technology. 2016. Vol. 25, Iss. 1. P. 65–92. DOI:

<https://doi.org/10.1080/10498850.2013.827767>.

6. Derkach S. R., Kuchina Y. A., Kolotova D. S., Voron'ko N. G. Polyelectrolyte Polysaccharide–Gelatin Complexes: Rheology and Structure // Polymers. 2020. Vol. 12, Iss. 2. Article number 266. DOI:

<https://doi.org/10.3390/polym12020266>.

7. Derkach S. R., Ilyin S. O., Maklakova A. A. [et al.]. The rheology of gelatin hydrogels modified by κ -carrageenan // LWT-Food Science and Technology. 2015. Vol. 63, Iss. 1. P. 612–619. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.024>.

8. Derkach S. R., Voron'ko N. G., Sokolan N. I. [et al.]. Interactions between gelatin and sodium alginate: UV and FTIR studies // Journal of Dispersion Science and Technology. 2020. Vol. 41, Iss. 5. P. 690–698. DOI:

<https://doi.org/10.1080/01932691.2019.1611437>.

Биотехнология получения рыбной желатины из кожи трески

Кучина Ю. А., Колотова Д. С., Барабашина С. И. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра химии, e-mail: kuchinayua@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе предложена технология получения желатины из кожи атлантической трески с использованием протеолитических ферментов. Изучено влияние вида ферментного препарата и времени деструкции на физико-химические свойства желатины. Показано, что ферментный препарат протосубтилилин обладает наименьшей коллагеназной активностью.

Abstract. In this work, a technology for obtaining gelatin from the skin of Atlantic cod using proteolytic enzymes is proposed. The influence of the type of enzyme preparation and destruction time on the physicochemical properties of gelatin was studied. It has been shown that enzyme preparation Protosubtilin has the lowest collagenase activity.

Ключевые слова: желатина, кожа трески, ферментные препараты, ИК-спектроскопия, физико-химические свойства

Key words: gelatin, skin of cod, enzyme preparations, IR spectroscopy, physicochemical properties

Желатина – природный биополимер, который широко применяется в пищевой и фармацевтической промышленности [1]. Желатина является продуктом термической деструкции коллагена – фибриллярного белка, присутствующего в коже, соединительных тканях, костях и других органах млекопитающих и рыб.

Получение желатины – многостадийный процесс, состоящий из подготовки коллагенсодержащего сырья, экстракции, очистки и сушки водных экстрактов. Основной стадией в технологии получения является деструкция коллагена при температуре 40–80 °С с использованием кислот, щелочей или ферментных препаратов [2].

В настоящее время коммерческую желатину получают из коллагенсодержащего сырья животного происхождения [3]. Дополнительным источником для производства желатины являются отходы рыбоперерабатывающей промышленности (кожа, кости, плавники и др.) [2; 4]. В рыбном сырье коллаген содержится в соединительных тканях и, главным образом, в коже, которая на 80–90% состоит из фибриллярного белка коллагена [5].

Свойства рыбной желатины в значительной степени зависят от сырья и условий водной экстракции (температуры и времени обработки, ферментный препарат и др.) [6; 7].

Большинство способов получения рыбной желатины включают экстракцию продолжительностью от 8 до 20 часов при средних температурах 40–50 °С и нейтральных значениях рН [2; 4]. Тем не менее, деструкция коллагена под действием ферментных препаратов позволяет сократить время экстракции и, как следствие, снизить стоимость конечного продукта.

Цель работы – изучить влияние вида ферментного препарата на скорость деструкции рыбного коллагена и физико-химические свойства полученных образцов рыбной желатины.

Для получения желатины использовали кожу атлантической трески (*Gadus morhua*) и ферментные препараты животного (панкреатин, гепато-панкреатин) и микробного (протосубтилин ГЗх) происхождения. Коллагенсодержащее сырье измельчали, смешивали с дистиллированной водой в соотношении 1: 6 (вес./вес.) и термостатировали при температуре 40 °С в течение 20 минут. Деструкцию коллагена под действием ферментного препарата ($C_{\text{ФП}}=0,1$ г/ 1 кг сырья) проводили при температуре 40 ± 1 °С и нейтральных значениях рН водной фазы ($\text{pH } 7,5 \pm 0,2$) в течение 1 и 3 часов. По окончании процесса деструкции смесь нагревали до 80 °С для инактивации фермента, фильтровали, фильтрат (раствор желатины) сушили в лиофильной сушилке.

Химический состав (содержание влаги, жира, белковых веществ (общий и аминный азот), минеральных веществ) образцов желатин определяли по стандартным методикам [8].

Идентификацию полученных образцов проводили методом ИК-спектроскопии [9]. В качестве контрольного образца использовали желатину из кожи холодноводных рыб (*Gelatin from cold water fish skin*) производства Sigma-Aldrich (Канада). Спектры поглощения записывали на инфракрасном спектрофотометре с Фурье-преобразованием IRTracer-100 ("Shimadzu", Япония) в диапазоне частот от 4000 до 800 cm^{-1} , при разрешении 4 cm^{-1} (число сканирований 250). Образец для исследований представлял собой смесь желатины и КВг в массовом соотношении 1:220.

Молекулярно-массовый состав желатины определяли методом горизонтального электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (ПААГ-электрофорез) [10]. Электрофореграммы были получены на установке "Multiphor II" ("LKB-Pharmacia", Швеция), для разделения белков использовали стандартные полиакриламидные пластины

ExcelGel™ SDS Homogeneous с концентрацией геля 7,5 % (GE Healthcare Bio-Sciences).

Результаты и обсуждение

Химический состав образцов желатин, полученных под действием ферментных препаратов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав желатины, полученных из кожи трески под действием ферментных препаратов

Условия экстракции		Содержание, %				
Фермент	Время, ч	Влага	Аминный азот (N _{AA})	Общий азот (N _{OA})	Белок* (P)	Зола
панкреатин	1	9.5 ± 0.5	0.58 ± 0.03	16.1 ± 0.1	89.4 ± 0.5	-
	3	6.5 ± 0.5	0.80 ± 0.03	16.8 ± 0.1	93.2 ± 0.5	0.5 ± 0.1
протосубтилин	1	9.5 ± 0.5	0.37 ± 0.03	16.2 ± 0.1	89.9 ± 0.5	-
	3	5.5 ± 0.5	0.75 ± 0.03	16.9 ± 0.1	93.8 ± 0.5	0.4 ± 0.1
гепатопанкреатин	1	8.5 ± 0.5	1.38 ± 0.08	16.4 ± 0.1	91.0 ± 0.5	-
	3	6.5 ± 0.5	1.86 ± 0.08	16.8 ± 0.1	93.2 ± 0.5	-

* Массовую долю белка рассчитывали как $P = N_{OA} \times 5.55$ (5.55 - коэффициент пересчета количества азота на коллаген) [11].

Химический анализ полученных желатин показал высокое содержание белка – 89.4–93.8 % (таблица 1). Количество аминного азота, характеризующее накопление низкомолекулярных белковых фрагментов, повышается с увеличением времени ферментативной экстракции. Содержание аминного азота (N_{AA}) в желатинах, полученных под действием панкреатина и протосубтилина в течение 3 часов, не превышает 0.75–0.8 %. Под действием гепатопанкреатина экстракция коллагена идет быстрее – через час N_{AA} = 1.38 %, после 3 часов – N_{AA} = 1.86 %. Т.е. в присутствии гепатопанкреатина идет не только деструкция коллагена, но и гидролитическое расщепление пептидной цепи на низкомолекулярные фрагменты. Содержание золы и влаги не превышает допустимых значений [11].

Идентификацию полученных образцов проводили методом инфракрасной спектроскопии. ИК-спектр желатина как белка характеризуется наличием нескольких основных полос поглощения, соответствующее колебательные переходы в пептидной цепи (таблица 2). На рисунке 1 показаны ИК-Фурье спектры образцов желатин, полученных из кожи трески под действием различных ферментов.

Таблица 2 – Основные полосы поглощения функциональных групп желатины [9; 12].

Функциональная группа	Волновое число ν , cm^{-1}	Тип колебаний
Амид А	3400–3300	валентные колебания N-H
Амид В	3000–2900	деформационные колебания N-H
Амид I	1700–1600	валентные колебания C=O (80%) и C-N
Амид II	1575–1480	деформационные колебания N-H (80%) и валентные колебания C-N
Амид III	1300–1230	валентные колебания C-N

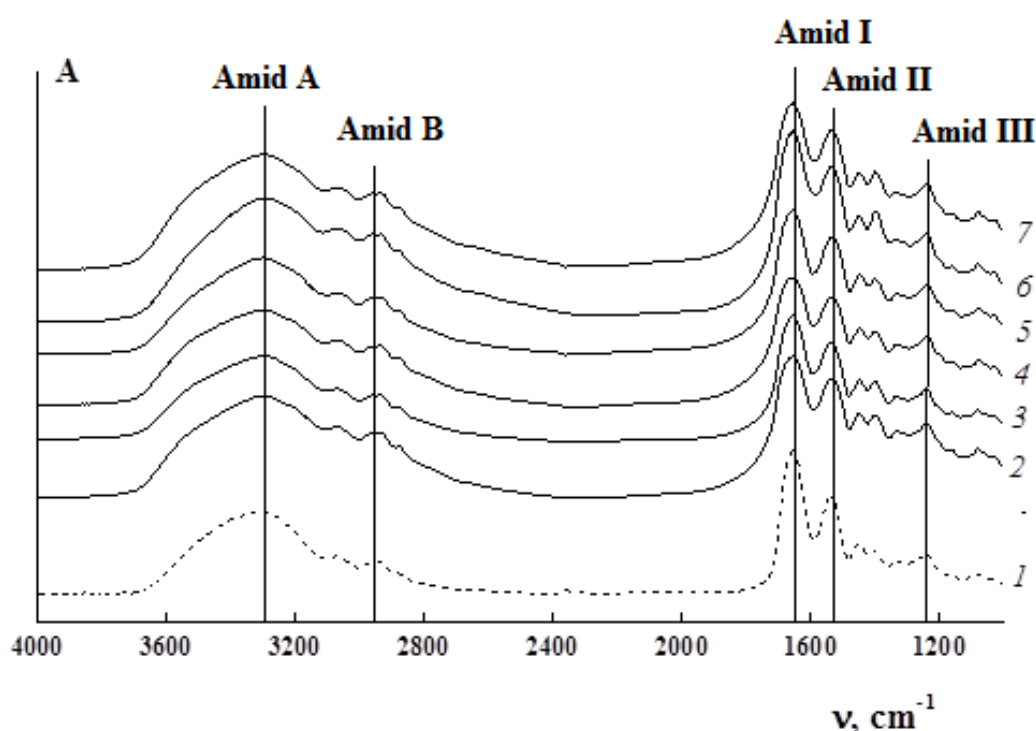


Рисунок 1 – ИК-Фурье спектры желатин, полученных под действием ферментов: панкреатина (2, 3); протосубтилина (4, 5) и гепатопанкреатина (6, 7). 1 – контрольный образец желатины из кожи холодноводных рыб производства Sigma-Aldrich

Анализ ИК-Фурье спектров показал, что деструкция под действием ферментных препаратов не приводят к смещению основных полос поглощения, полученные ИК-спектры являются типичными для рыбных желатин и сопоставимы с результатами, полученными для желатин из других видов рыб [13–15].

Молекулярная масса является важным показателем качества желатина, определяющим его физико-химические и функциональные свойства [16].

На рисунке 2 представлены электрофореграммы образцов желатин, полученные под действием ферментных препаратов.

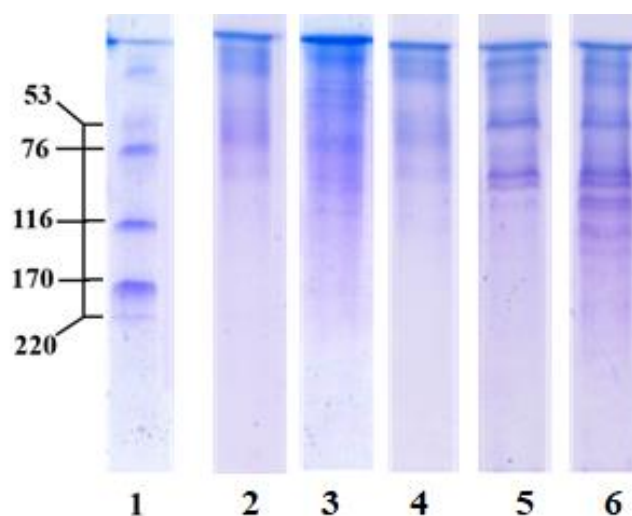


Рисунок 2 – Электрофореграммы образцов желатин, полученных из кожи трески под действием ферментов: гепатопанкреатина (2), панкреатина (3, 4) и протосубтилина (5, 6).

Время ферментативной обработки образцов 2, 3, 6 – 1 час; образцов 4 и 5 – 3 часа.

Электрофореграмма стандартных высокомолекулярных маркеров фирмы *GE Healthcare* (1)

Анализ данных показал, что гепатопанкреатин обладает наибольшей коллагеназной активностью. Так, желатина, полученная под действием протосубтилина в течение 1 часа, содержит в своем составе белковые фракции с M_w (I) = 140–160 кДа и M_w (II) = 100–120 кДа., после 3 часов экстракции – белки с M_w (I) = 100–110 кДа и M_w (II) = 40–60 кДа (рисунок 2). Панкреатин приводит к деструкции коллагена до фрагментов с M_w (I) = 140 кДа, M_w (II) = 100 кДа и M_w (III) = 60–80 кДа через 1 час, после 3 часов желатина содержит белки с M_w (I) = 100 кДа и M_w (II) = 60–80 кДа. Гепатопанкреатин в течение 1 часа расщепляет белок до фрагментов с M_w (I) = 110–120 кДа и M_w (II) = 60–80 кДа.

Образцы желатин, полученные из кожи трески под действием ферментных препаратов, характеризуются высоким содержанием белка и отсутствием жиров. Количество влаги и минеральных веществ в образцах не превышает допустимых значений для коммерческих желатин. Вид и концентрация фермента оказывают значительное влияние на молекулярную массу макромолекул желатины из кожи трески. Желатина, полученная под действием гепатопанкреатина, характеризуется наименьшей молекулярной массой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-016-00118).

Библиографический список

1. Cai L., Feng J., Regenstein J. [et al.]. Confectionery gels: Effects of low calorie sweeteners on the rheological properties and microstructure of fish gelatin // *Food Hydrocolloids*. 2017. Vol. 67. P. 157–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.12.031>.
2. Mahmood K., Muhammad L., Ariffin F. [et al.]. Review of Fish Gelatin Extraction, Properties and Packaging Applications // *Food Science and Quality Management*. 2016. V. 56, P. 47–59.
3. Sha, X.-M., Hu, Z.-Z., Ye, Y.-H. et al. Effect of extraction temperature on the gelling properties and identification of porcine gelatin // *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 92. P. 163–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.059>.
4. Karim A. A., Bhat R. Fish gelatin: Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // *Food Hydrocolloids*. 2009. Vol. 23, Iss. 3. P. 563–576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.002>.
5. Gomez-Guillen M.C., Gimenez B., Lopez-Caballero M. E. [et al.]. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review // *Food Hydrocolloids*. 2011. Vol. 25, Iss. 8. P. 1813–1827. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.
6. Derkach S. R., Kuchina Y. A., Baryshnikov A. V., [at al.]. Tailoring Cod Gelatin Structure and Physical Properties with Acid and Alkaline Extraction // *Polymers*. 2019. Vol. 11, Iss. 10. Article number 1724. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym11101724>.
7. Lin L., Regenstein J. M., Lv S. [et al.] An overview of gelatin derived from aquatic animals: Properties and modification // *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 68. P. 102–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.012>.
8. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М. : Изд-во стандартов, 1985. 142 с.
9. Silverstein R. M., Webster F. X., Kiemle D. J. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th ed. New York : John Wiley & Sons (NY, USA), 2005.
10. Westermeier R. *Electrophoresis in Practice*. New York : John Wiley & Sons (NY, USA), 1993.
11. ГОСТ 11293 – 89. Желатин. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 2001. 29 с.

12. Stuart, B. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Application*. New York : John Wiley & Sons, Ltd, 2004.

13. Kamer D. D. A., Palabiyik I., Işık N. O. [et al.]. Effect of confectionery solutes on the rheological properties of fish (*Oncorhynchus mykiss*) gelatin // *LWT - Food Science and Technology*. 2019. Vol. 101. P. 499–505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.046>.

14. Sila A., Martinez-Alvarez O., Krichen F. [et al.]. Gelatin prepared from European eel (*Anguilla anguilla*) skin: Physicochemical, textural, viscoelastic and surface properties // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2017. V. 529, P. 643–650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.06.032>.

15. Sinthusamrana S., Benjakul S., Kishimura H. Molecular characteristics and properties of gelatin from skin of seabass with different sizes // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015. V. 73, P. 146–153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.024>

16. Eysturskarð J., Haug I. J., Elharfaoui N. [et al.]. Structural and mechanical properties of fish gelatin as a function of extraction conditions // *Food Hydrocolloids*. 2009. Vol. 23, Iss. 7. P. 1702–1711. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.01.008>.

Влияние условий ферментативного гидролиза на физико-химические свойства хондроитина сульфата

Кучина Ю. А.¹, Новиков В. Ю.^{1,2}, Долгопятова Н. В.¹, Коновалова И. Н.¹
(г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра химии, e-mail: uak2008@mail.ru; ²Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" им. Н. М. Книповича))

Аннотация. В работе изучено влияние условий ферментативного гидролиза белка, присутствующего в хрящевых тканях северного ската в виде комплекса полисахарид-белок, на растворимость, молекулярную массу и степень кристалличности хондроитина сульфата, выделенного из хрящевой ткани. Показано, что образец хондроитина сульфата с низкой молекулярной массой и степенью кристалличности, полученный в присутствии фермента гепатопанкреатина, в условиях эксперимента имеет наибольшую растворимость.

Abstract. The study investigated the effect of the conditions of protein enzymatic hydrolysis, present in the cartilaginous tissues of arctic skate in the form of a polysaccharide-protein complex on the solubility, molecular weight and crystallinity degree of chondroitin sulfate, isolated from cartilage tissue. It was shown, that a sample of chondroitin sulfate with a low molecular weight and low crystallinity degree, obtained in the presence of the hepatopancreatin enzyme, has the highest solubility under experimental conditions.

Ключевые слова: хрящевая ткань, северный скат, хондроитин сульфат, ферменты, молекулярная масса, растворимость, степень кристалличности

Key words: cartilage tissue, arctic skate, chondroitin sulfate, enzymes, molecular weight, solubility, degree of crystallinity

С увеличением потребления в пищу ранее неиспользованных объектов рыбного промысла, таких как северный скат, возросло количество отходов рыбопереработки, содержащее хрящевую ткань, являющуюся источником природного полисахарида – хондроитина сульфата (ХС). ХС представляет собой сульфатированный гликозаминогликан (ГАГ), макромолекулы которого состоят из чередующихся мономерных звеньев сульфатированного N-ацетил-D-галактозамина и D-глюкуроновой кислоты [1; 2].

Основными стадиями получения хондроитина сульфата являются: обезжиривание сырья, щелочной и ферментативный гидролиз, выделение хондроитина сульфата из раствора, очистка препарата, сушка.

Цель работы – изучить влияние условий ферментативного гидролиза белка, присутствующего в хрящевых тканях в виде комплекса полисахарид-белок, на физико-химические свойства хондроитина сульфата.

Объекты и методы исследования

В качестве сырья в работе использовали хрящевую ткань северного ската (*Amblyraja hyperborean*). За основу технологии выделения хондроитина сульфата был взят способ, приведенный в работе [3]. В качестве ферментов использовали панкреатин (производства США "ICN Biochemicals"), протосубтилин и гепатопанкреатин – ферментный препарат, выделенный из гепатопанкреаса камчатского краба, по технологии, разработанной в ПИПРО (г. Мурманск). Идентификацию полученных образцов хондроитина сульфата выполняли методом инфракрасной спектроскопии [4].

ИК-спектры поглощения образцов ХС в таблетках КВг регистрировали на однолучевом ИК-спектрофотометре с Фурье-преобразованием IRTracer-100 (Shimadzu Corp., Япония) в диапазоне волновых чисел 4000–500 см⁻¹. Для изучения молекулярно-массового распределения хондроитина сульфатов методом ВЭЖХ использовали хроматограф LC-10A (Shimadzu, Япония) с колонкой TSK-gel Alpha-4000 (7,8 мм × 30 см, 13 мкм) (Tosoh, Япония), скорость элюирования – 1,0 мл/мин, температура колонки 40 °С. Пики регистрировали с помощью рефрактометрического детектора RID-10A. Среднемолекулярную массу (ММ, Да) рассчитывали по формуле: $\log(MM) = 7,8256 - 0,4444 \cdot (V_1 - 1.15)$, где V_1 – удерживающий объём, мл.

Дифрактограммы образцов ХС были получены в ИХТРЭМС Кольского научного центра РАН на дифрактометре Shimadzu(Япония) LabX XRD-6000. Расшифровку дифрактограмм и расчет степени кристалличности выполняли по методике предложенной в [5].

Экспериментальная часть

Хрящевую ткань северного ската измельчали и смешивали с 0,2 М раствором гидроксида натрия в массовом соотношении 1:1. Далее для выделения полисахарида проводили щелочной гидролиз хрящевой ткани при температуре 50±1 °С в течение трёх часов при постоянном перемешивании. После окончания щелочного гидролиза смесь нейтрализовали до pH = 7 ледяной уксусной кислотой, не растворившийся осадок отделяли. Фильтрат направляли на ферментативный гидролиз.

Ферментативный гидролиз белков, входящих в состав хрящевой ткани, проводили при температуре 50±1 °С в течении 6 часов при постоянном перемешивании. Концентрация ферментного препарата составляла 6 г на 1 кг сырья. Твердый осадок, полученный после ферментализации, отделяли с по-

мощью фильтрации. Полученный после щелочной и ферментативной обработки сырья гидролизат хрящевой ткани содержит продукты расщепления белков, соли, высокомолекулярные полисахариды.

Выделение хондроитина сульфата из гидролизата проводили методом осаждения при добавлении к нему избытка осадителя – этилового спирта с концентрацией 96 %. Соотношение гидролизат : этиловый спирт составляло 1 : 2. После добавления этилового спирта, водно-спиртовой раствор оставляли на 1-2 суток. Далее ХС отделяли с помощью фильтрации (фильтровальная бумага "синяя" лента) и высушивали в термостате при температуре 55 ± 5 °С до постоянной массы [6].

Из литературных данных известно, что хондроитина сульфат должен иметь полосы поглощения на волновых числах 1550, 1350–1300 и 1160–1120 см^{-1} [7]. На рисунке 1 приведены инфракрасные спектры поглощения образцов хондроитина сульфатов, полученных из хрящевой ткани северного ската.

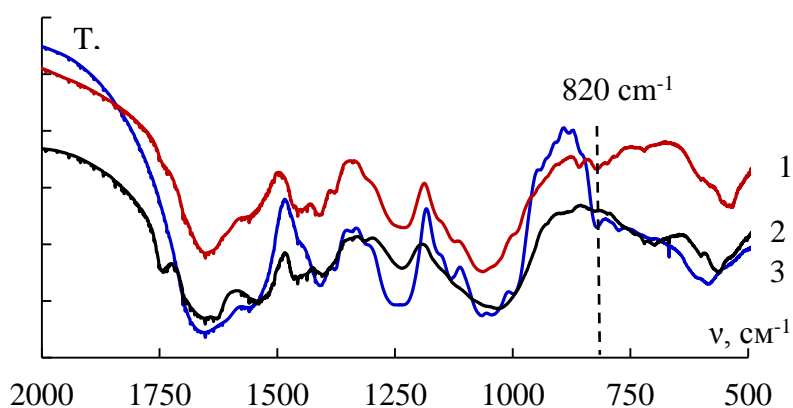


Рисунок 1 – ИК-спектры поглощения образцов ХС в области 2000–500 см^{-1} :

- 1 – ХС, выделенный из панкреатического гидролизата; 2 – ХС, выделенный из гидролизата полученного под действием гепатопанкреатина;
- 3 – контрольный образец

Анализ спектров, представленных на рисунке, показал, что образцы хондроитина сульфата имеют пики поглощения на характерных для ХС волновых числах.

ИК-спектроскопия даёт возможность определить источник получения хондроитина сульфата по специфическим полосам поглощения – 850 см^{-1} (хондроитин-4-сульфат, преобладающий в сырье из тканей млекопитающих) или 820 см^{-1} (хондроитин-6-сульфат, характерный для хрящей рыб) [7].

Были проанализированы участки спектра хондроитина сульфата которые характеризуют положение сульфатной группы. Показано наличие пиков на частотах 822 см^{-1} у всех образцов хондроитина сульфата.

Поскольку ХС используется как фармацевтический препарат, то величина его молекулярной массы определяет возможности его использования. Чем меньше молекулярная масса, тем лучше растворимость ХС и, следовательно, более широкий спектр лекарственных форм, например, можно получать таблетки, использовать растворы ХС для инъекций.

Результаты молекулярно массового распределения образцов ХС, полученные на рефрактометрическом детекторе (RID), приведены на рисунке 2. Для сравнения на этом рисунке приведены результаты молекулярно-массового распределения коммерческого препарата хондроитина сульфата.

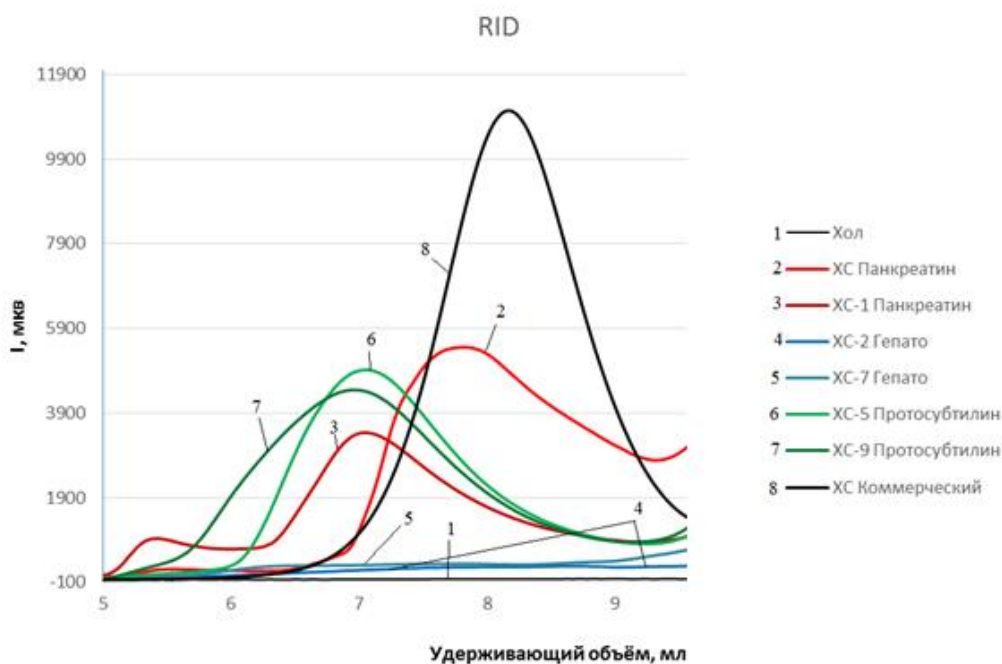


Рисунок 2 – Молекулярно массовое распределение образцов хондроитина сульфата, полученных в присутствии различных ферментов. Кривые: 1-холостая проба; 2 и 3-ХС, получен с помощью панкреатина; 4 и 5 – ХС, под действием гепатопанкреатина; 6, 7 – протосубтилин; 8 – коммерческий образец

Из данных, приведенных на рисунке 2 видно, что хроматограммы образцов ХС, полученных под действием гепатопанкреатина не имеют пиков в диапазоне от 5 до 10 мл и располагаются рядом с холостой пробой (0,2 М NaCl). По всей видимости, в присутствии этого фермента хондроитина сульфат гидролизуется с образованием низкомолекулярных поли- и олигосахари-

дов. Хроматограммы образцов хондроитина сульфата, полученных под действием протосубтилина, имеют пики, соответствующие ММ = 42,3 – 46,8 кДа). Хроматограммы хондроитина сульфата, полученного под действием панкреатина имеют 2 пика, соответствующие ММ 42,3кДа) и 20,6 кДа. Образец коммерческого хондроитина сульфата (ХСК) имеет пик, которому соответствует молекулярная масса 13,30 кДа.

Таким образом, показано, что среднемассовая молекулярная масса хондроитина сульфата из хрящевой ткани северного ската зависит от природы фермента. Фермент гепатопанкреатин вызывает деструкцию хондроитина сульфата и в значительной степени уменьшает его молекулярную массу.

Была изучена растворимость образцов хондроитина сульфата в дистиллированной воде, 0,1 н растворе NaOH, 0,1н растворе NaHCO₃ и 0,15н растворе NaCl. Проведение исследования: растворы ХС с концентрацией 1 % масс. готовили при температуре 40–45 °С и выдерживали их 24 часа при комнатной температуре. Не растворившуюся часть отфильтровывали с помощью фильтра Шотта, взвешенного до постоянной массы. Растворимость оценивали в % от исходной массы образца [8].

В таблице 1 представлены результаты изучения растворимости образцов ХС, осажденных из гидролизатов, полученных од действием различных ферментных препаратов.

Таблица 1 – Растворимость образцов ХС, выделенных из хрящевой ткани северного ската

Ферментный препарат, используемый при выделении ХС	Растворимость, % масс.			
	дист. вода	0,15 н NaCl	0,1 н NaHCO ₃	0,1 н NaOH
панкреатин	72 ± 2	85 ± 1	90 ± 1	96 ± 1
гепатопанкреатин	80 ± 2	90 ± 1	95 ± 1	98 ± 1
протосубтилин	75 ± 2	90 ± 1	93 ± 1	96 ± 1

Растворимость ХС в дистиллированной воде составила 75–80 % масс., в 0,15 н растворе NaCl – 85–90 % масс., в 0,1н растворе NaHCO₃ – 90–95 % масс., в 0,1 н растворе NaOH – 95–98 % масс. Увеличение значений pH способствует ионизации кислотных групп ХС, поэтому наилучшая растворимость наблюдается в 0,1 н NaOH (pH=11,9) и в 0,1 н NaHCO₃ (pH = 8,1). Данные по растворимости образцов согласуются с результатами молекулярно-массового распределения: образец хондроитина сульфата с меньшей

молекулярной массой, полученный в присутствии фермента гепатопанкреатина, характеризуется наибольшей растворимостью.

Известно, что природные и синтетические полимеры содержат как кристаллическую, так и аморфную фазу. Для характеристики таких полимеров используют понятие степени кристалличности, характеризующейся отношением объемов кристаллической и аморфной фаз. Степень кристалличности для большинства полимеров находится в пределах 20–80 %. [9].

Все полученные дифрактограммы имеют вид, характерный для образцов, содержащих кроме кристаллической, аморфную фазу. Они содержат пики, имеющие в основании широкую линию (галло) с угловой шириной $2\Theta = 10\text{--}20^\circ$.

Степень кристалличности образцов находится в пределах 33–56 %. Наименьшую степень кристалличности имеет образец, полученный в присутствии фермента гепатопанкреатина 33,6%.

Данные по изучению молекулярно-массового распределения и кристалличности образцов согласуются с результатами по изучению их растворимости. Образец хондроитина сульфата с низкой молекулярной массой и степенью кристалличности, полученный в присутствии фермента гепатопанкреатина, в условиях эксперимента имеет наибольшую растворимость.

Библиографический список

1. Hardingham T. E. Proteoglycans: their structure, interactions and molecular organisation in cartilage // *Biochemical Society Transactions*. 1981. Vol. 9, Iss. 6. P. 489–497. DOI: <https://doi.org/10.1042/bst0090489>.
2. Серов В. В., Шехтер А. Б. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология). М. : Медицина, 1981. 312 с.
3. Salmon-origin chondroitin sulfate : patent 20030162744A1 US. № US10/220539 ; заявл. 15.12.2002 ; опубл. 28.08.2003.
4. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 557 с.
5. Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Долгопятова Н. В. Химические основы технологии получения хитина и его производных из панциря ракообразных : монография. СПб. : Гиорд, 2012. 202 с.
6. Кучина Ю. А., Новиков В. Ю., Кесарев К. А., Коновалова И. Н., Долгопятова Н. В. Совершенствование технологии получения хондроитина сульфата

из хрящевой ткани северного ската // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 8 апреля 2016 г. : в 2 ч. : ч. 2. С. 157–162.

7. Garnjanagoonchorn W., Wongekalak L., Engkagul A. Determination of chondroitin sulfate from different sources of cartilage // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. 2007. Vol. 46, Iss. 5. P. 465–471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2006.05.019>.

8. Горопцева А. М., Белгородская К. В., Бондаренко В. М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / под ред. А. Ф. Николаева. Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1972. 415 с.

9. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения. 2-е изд., стер. М.: Академия, 2005. 368 с.

Уточнение механизма щелочного гетерогенного деацетилирования хитина

Новиков В. Ю.^{1,2}, Коновалова И. Н.² (г. Мурманск, ¹Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" им. Н. М. Книповича),
e-mail: nowitaly@yandex.ru; ²ФГАОУ ВО "Мурманский государственный
технический университет", кафедра химии)

Аннотация. В работе получены новые экспериментальные данные, позволяющие уточнить механизм щелочного деацетилирования хитина/хитозана в высококонцентрированных щелочных растворах на первом и втором участках кинетической кривой. Предложена гипотеза образования устойчивого аниона хитозана, который в соответствии с механизмом реакции препятствует атаке гидроксильными ионами ацетамидной связи. Подтверждение этой гипотезы получено при проведении реакции деацетилирования при добавлении воды на стадии деацетилирования, соответствующей второму участку кинетической кривой.

Abstract. In this work, new experimental data have been obtained that make it possible to clarify the mechanism of alkaline deacetylation of chitin/chitosan in highly concentrated alkaline solutions in the first and second sections of the kinetic curve. A hypothesis was proposed for the formation of stable chitosan anion, which, in accordance with the reaction mechanism, prevents the attack by hydroxyl ions of the acetamide bond. This hypothesis was confirmed by carrying out the deacetylation reaction by adding water at the deacetylation stage corresponding to the second part of the kinetic curve.

Ключевые слова: хитин, хитозан, деацетилирование, кинетика, гидратация ионов, устойчивый анион хитозана, механизм реакции

Key words: chitin, chitosan, deacetylation, kinetics, ion hydration, stable chitosan anion, reaction mechanism

Исследования способа получения хитозана методом гетерогенного щелочного деацетилирования [1–6] позволили нам сделать выводы о механизме химического процесса, объясняющего некоторые особенности кинетики реакции. Показано, что решающую роль в гетерогенном деацетилировании хитина играют процессы гидратации гидроксид-ионов и молекулы хитина/хитозана [7; 8]. Предложенный механизм включает реакцию взаимодействия гидроксид-ионов разной степени гидратации с молекулой хитина и реакцию гидратации молекулы хитина, замедляющую реакцию деацетилирования.

В настоящей части исследований сделана попытка объяснить особенности кинетики деацетилирования хитина на втором участке кинетической кривой.

Объектами исследования служили образцы хитина, полученные из панциря камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* [9].

Инфракрасные спектры поглощения регистрировали на Фурье ИК-спектрофотометре IRTracer 100 ("Shimadzu Corp.", Япония) в таблетках KBr в диапазоне $700\text{--}2000\text{ см}^{-1}$. Степень деацетилирования (СД) хитина/хитозана определяли по методике, описанной в работе Y. Shigemasa и др. [10].

Известно, что кинетическая кривая реакции деацетилирования хитина имеет характерную форму, состоящую из двух участков – первый – быстрое деацетилирование до 70–80 % за 1–1.5 часа, и второй – медленное деацетилирование до 85–90 % в течение нескольких часов [3].

До настоящего времени основным фактором, определяющим такую кинетику реакции, считают наличие кристаллических областей в хитине, в которых скорость деацетилирования очень низкая из-за плотной упаковки молекул и трудности проникновения внутрь реакционных частиц – гидроксид ионов [11].

В ряде предыдущих сообщений мы проанализировали влияние различных факторов на кинетику деацетилирования, опираясь на литературные данные и собственные результаты [8; 9].

Хитин имеет пористую структуру, которая легко смачивается. Поэтому мы сделали допущение, что при деацетилировании систему хитин/хитозан можно рассматривать как квазигомогенную.

Полученные нами экспериментальные данные позволили предположить, что на каждом из двух участков кинетической кривой деацетилирования преобладают разные реакции, которые следует рассматривать отдельно.

На первом участке кинетической кривой скорость реакции деацетилирования растет с увеличением концентрации щелочи. Реакция начинается при концентрации щелочи около 20 %. Этот процесс мы объяснили с точки зрения теории существования границы полной гидратации (ГПГ) ионов электролита в воде, при которой все молекулы воды связаны с растворенными ионами, и входят в состав первичной гидратной оболочки [12]. До ГПГ реакция деацетилирования практически не происходит. После ГПГ, когда гидратная оболочка гидроксид ионов становится неполной, их активность начинает проявляться в реакции с амидной связью хитина.

Мы предположили, что реакция деацетилирования начинает идти при переходе ГПГ, когда количества молекул воды недостаточно для построения полных гидратных оболочек и в реакции деацетилирования уже не участ-

вуют молекулы воды. Роль нуклеофильных частиц, атакующих ацетамидную связь выполняют гидроксид-ионы. Реакционная способность гидроксид-ионов растет с уменьшением степени гидратации. Особенности кинетики деацетилирования на первом участке кинетической кривой рассмотрены в наших предыдущих публикациях [8; 9].

Второй участок кинетической кривой деацетилирования вызывает больше вопросов, чем первый. С увеличением концентрации щелочи скорость реакции на втором участке снижается, приводя, практически к остановке деацетилирования через 3 часа в 50 % растворе щелочи. Значение степени деацетилирования, достигаемой на втором участке, определяется скоростью реакции на первом участке и при повышении концентрации щелочи увеличивается. В результате наблюдается пересечение кинетических кривых деацетилирования в 50 % и 40 %-ном растворах гидроксида натрия.

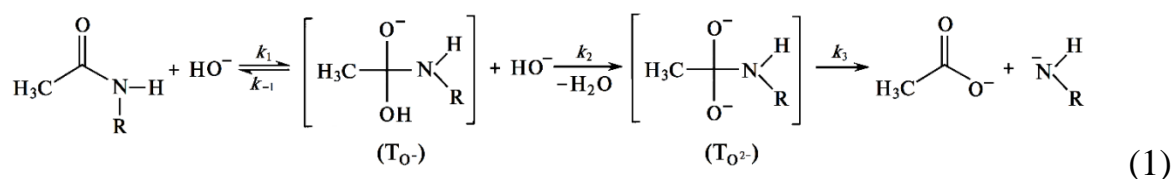
Одним из первоначальных предположений была гипотеза образования воды при протекании реакции нуклеофильного замещения. Эта вода вызывает гидратацию молекул хитина и тем самым приводит к снижению скорости деацетилирования. Но оставался нерешенным вопрос, почему при большей концентрации щелочи, при которой количество доступной воды меньше, скорость деацетилирования на втором участке уменьшается сильнее.

Можно предположить, что замедление реакции деацетилирования на втором участке кинетической кривой, объясняется образованием некоторого количества воды в процессе реакции в непосредственной близости к молекуле хитина, которая приводит к гидратации хитина и снижает скорость дальнейшего деацетилирования.

Для решения вопроса об источнике "свободной" воды во время деацетилирования рассмотрим механизм реакции щелочного гидролиза ацетамидной связи.

Реакция щелочного гидролиза ацетамидных связей является бимолекулярным нуклеофильным замещением второго порядка S_N2 , при котором сильный нуклеофил гидроксид-ион атакует ацетамидную связь. В результате суммарной реакции деацетилирования вода не образуется и не расходуется. В растворах щелочи при атаке амидного углерода гидроксид ионом ("первый гидроксид ион") образуется анионный тетраэдрический интермедиат (T_O^-) [13; 14], который может или превратиться в исходное соединение, или распасться до продуктов гидролиза. Пути распада могут включать взаимодействие с разными формами, находящимися в растворе, осуществляю-

щими перенос протона от $-\text{OH}^-$ к $-\text{NHR}$. В разбавленных растворах в качестве переносчика протона постулируется вода [13]. При высокой концентрации щелочи, протон H^+ отнимается "вторым" гидроксид ионом OH^- -ионом с образованием молекулы воды, при этом образуется второй интермедиат ($\text{T}_{\text{O}_2^-}$), который затем распадается с образованием ацетат-иона и амид иона. Полученный таким образом амид ион $-\text{NHR}^-$ отнимает протон H^+ у молекулы воды [14]. Механизм расщепления ацетамидной связи в концентрированном растворе щелочи может быть изображен схемой (1), где R – остаток молекулы хитина.



Можно предположить, что в концентрированной щелочи при отсутствии "свободной воды" амид ион $-\text{NHR}^-$, являясь более сильным нуклеофилом, чем гидроксид ион OH^- , отнимает H^+ у молекулы воды, входящей в гидратную оболочку гидроксид иона. Экспоненциальный рост скорости деацетилирования при увеличении концентрации щелочи и уменьшении концентрации "свободной воды" служит аргументом в пользу отсутствия участия воды в механизме реакции.

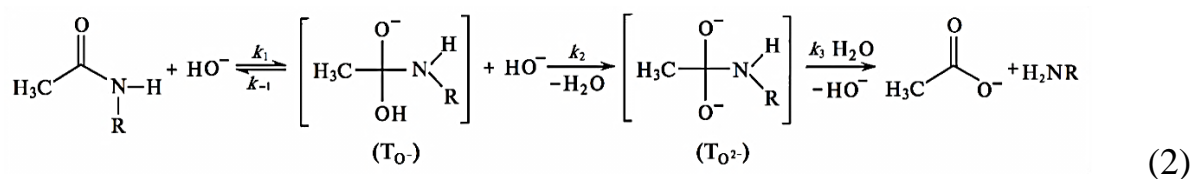
Мы предположили, что "свободная" вода для гидратации хитина высвобождается из гидратной оболочки гидроксид-иона при его превращении в ацетат-ион. Энергия гидратации ацетат-иона (-365 кДж/моль [15]) меньше, чем гидроксид-иона (-430 кДж/моль [15]), поэтому ацетат-ион является менее гидратированным. Таким образом, в локальной области у поверхности хитина образуется вода, ацетат ион и остаются гидроксид ионы из раствора. Вследствие локального распределения "свободной" воды в непосредственной близости к молекулам хитина, высвобожденная вода приведет к гидратации макромолекулы хитина и замедлит реакцию деацетилирования.

Таким образом, в соответствии предложенной схемой реакция деацетилирования не требует участия воды, а остановка реакции на втором участке кинетической кривой может происходить в результате образования "свободной" воды, которая создаёт гидратную оболочку молекулы хитина и замедляет деацетилирование. Нерешенным остается факт уменьшения скорости деацетилирования с увеличением концентрации щелочи на втором участке кинетической кривой.

Можно предположить, что в более концентрированном растворе щелочи концентрация гидроксид ионов меньше за счет ассоциации ионов, а их реакционная способность выше за счет меньшей степени гидратации. Наоборот, в разбавленном растворе концентрация гидроксид ионов выше, а их реакционная способность ниже. По всей видимости, именно поэтому в более концентрированном растворе щелочи скорость деацетилирования на втором участке кинетической кривой может оказаться меньше, чем в более разбавленном растворе.

Вторая гипотеза заключается в том, что уменьшение скорости деацетилирования с увеличением концентрации щелочи на втором участке кинетической кривой, по всей видимости, может быть следствием образования амидного аниона хитина RHN^- , который стабилизируется в высоко концентрированном растворе щелочи. В этом случае на деацетилированных звеньях хитина накапливается избыточный отрицательный заряд, который будет электростатически отталкивать гидроксид ионы и снижать скорость деацетилирования. Если этот анион будет достаточно стабилен, то реакция деацетилирования может остановиться (об этом свидетельствует почти параллельный наклон второго участка кинетической кривой при высокой концентрации $NaOH$). При меньшей концентрации щелочи в растворе происходит нейтрализация заряда аниона хитина за счет переноса протона от молекулы воды. При этом отрицательный заряд на молекуле хитина уменьшается, а скорость реакции деацетилирования на втором участке кинетической кривой увеличивается за счет реакции гидролиза.

Эти превращения могут быть представлены следующей схемой:



В результате реакции образуется анион хитозана (схема 1), который может быть нейтрализован при взаимодействии с молекулой воды (схема 2 и 3). Схема (3) представляет интерес, так как описывает механизм нейтрализации квазистабильного аниона хитозана.

При высокой концентрации щелочи "свободной воды" практически нет, и анион хитозана должен отнять молекулу воды у гидратированных ионов

электролита. При увеличении концентрации щелочи, то есть при уменьшении степени гидратации её ионов, энергия связи ионов щелочи с молекулами воды увеличивается. Вероятность отрыва молекулы воды анионом хитозана снижается, поэтому время жизни аниона хитозана увеличивается. "Квазистабильный" анион хитозана создает электростатическое препятствие для взаимодействия гидроксид иона и отрицательно заряженной молекулы хитина. В результате этих процессов скорость реакции деацетилирования уменьшается, тем больше, чем выше концентрация щелочи.

Для подтверждения этой гипотезы было изучено влияние воды на кинетику реакции деацетилирования. Воду добавляли в реакционную смесь (до 40 % NaOH), когда кинетика деацетилирования вышла на "плато" второго участка кинетической кривой (Рисунок 1). Добавление воды привело к дальнейшему увеличению скорости реакции и степени деацетилирования (Рисунок 1, кривая 2).

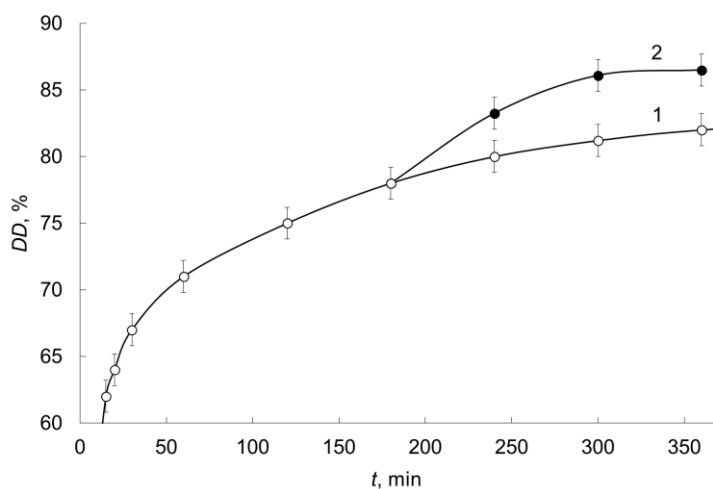


Рисунок 1 – Кинетическая кривая деацетилирования хитина в 50 %-растворе NaOH при 100 °C: 1 – непрерывная обработка, 2 – добавление воды до концентрации NaOH до 40 %

Увеличение скорости реакции можно объяснить тем, что разбавление щелочи водой до концентрации 40 % привело к исчезновению аниона хитозана, что дало возможность дальнейшему протеканию реакции деацетилирования.

Увеличение скорости деацетилирования на втором участке может быть объяснено так же тем, что при увеличении степени гидратации ионов растворителя энергия гидратации снижается, приводя к повышению вероятности отрыва части молекул воды анионом хитозана для завершения реакции деацетилирования.

Таким образом, решающую роль в гетерогенном деацетилировании хитина играют эффекты гидратации, которые на первом участке кинетической кривой ингибируют реакцию, а на втором участке приводят к увеличению скорости реакции.

Библиографический список

1. Новиков В. Ю., Орлова Т. А., Волкова Н. И. Многократное использование раствора гидроокиси натрия для деацетилирования хитина // Рыбное хоз-во. 1988. № 12. С. 76–78.

2. Новиков В. Ю., Орлова Т. А., Воронина И. Э. Кинетика реакции деацетилирования хитина и хитозана // Известия вузов. Пищевая технология. 1990. № 5(198). С. 64–67.

3. Чеботок Е. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н. Деполимеризация хитина и хитозана при щелочном деацетилировании // Журнал прикладной химии. 2006. Т. 79, № 7. С. 1172–1176.

4. Чеботок Е. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н. Влияние кристалличности хитина и хитозана на кинетику щелочного деацетилирования // Журнал прикладной химии. 2007. Т. 80, № 10. С. 1724–1729.

5. Новиков, В. Ю. Е. Н. Чеботок, И. Н. Коновалова Изучение механизма щелочного деацетилирования хитина и хитозана // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана : материалы девятой Междунар. конф. Ставрополь, 13–17 октября 2008 г. М. : Изд-во ВНИРО, 2008. С. 39–41.

6. Novikov V. Yu., Sagaydachny V. A., Dolgopyatova N. V. [et al.]. Study of Structural Changes in Solid Phase at Chitin and Chitosan Preparing // Journal of Chitin and Chitosan Science. 2013. Vol. 1, No. 2. P. 103–110. DOI: <https://doi.org/10.1166/jcc.2013.1016>.

7. Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Кучина Ю. А. [и др.]. Влияние надмолекулярной структуры частиц хитина на кинетику гетерогенного деацетилирования // Известия Уфимского научного центра РАН. 2016. № 3(1). С. 76–78.

8. Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Кучина Ю. А. [и др.]. Гидратационный механизм гетерогенного щелочного деацетилирования хитина // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20, № 3. С. 515–525. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2017-20-3-515-525>.

9. Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Долгопятова Н. В. Химические основы технологии получения хитина и его производных из панциря ракообразных. СПб. : ГИОРД, 2012. 208 с.

10. Shigemasa Y., Matsuura H., Sashiwa H. [et al.]. Evaluation of different absorbency ratios from infrared spectroscopy for analyzing the degree of deacetylation in chitin // *International Journal of Biological Macromolecules*. 1996. Vol. 18, No. 3. P. 237–242. DOI: [https://doi.org/10.1016/0141-8130\(95\)01079-3](https://doi.org/10.1016/0141-8130(95)01079-3).

11. Kurita K., Sannan T., Iwakura Y. Studies on chitin, 4. Evidence for formation of block and random copolymers of N-acetyl-D-glucosamine and D-glucosamine by hetero- and homogeneous hydrolysis // *Die Makromolekulare Chemie*. 1977. Vol. 178, No. 12. P. 3197–3202.

12. Мищенко К. П., Полторацкий Г. М. Термодинамика и строение водных и неводных растворов электролитов. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1976. 328 с.

13. Чаллис Б. С., Чаллис А. Амиды и родственные соединения // *Общая органическая химия* / пер. с англ. ; под. ред. Д. Бартона, У. Д. Оллиса. М. : Химия, 1983. С. 388–456. (Т. 4. Карбоновые кислоты и их производные. Соединения фосфора).

14. Brown R. S. Studies in Amide Hydrolysis: The Acid, Base, and Water Reactions // *The Amide Linkage: Structural Significance in Chemistry, Biochemistry, and Materials Science* / eds: A. Greenberg, C. M. Breneman, J. F. Liebman. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 2003. P. 85–114.

15. Marcus Y. Thermodynamics of solvation of ions. Part 5. Gibbs free energy of hydration at 298.15 K // *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions*. 1991. Vol. 87, Iss. 18. P. 2995–2999. DOI: <https://doi.org/10.1039/ft9918702995>.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Поиск оптимального режима ультразвуковой обработки клеток микроорганизмов активного ила для получения биофлокулянтов

Васильева Ж. В., Легостаева А. С., Мошняцкая Е. Ю., Барашева Ю. М.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: kuchugura@mail.ru)

Аннотация. Исследовано влияние параметров ультразвуковой обработки микроорганизмов активного ила на степень выделения биофлокулянтов и эффективность очистки сточных вод. Проанализирована эффективность очистки сточных вод активным илом, обработанным акустической кавитацией различной жесткостью режима. Определен оптимальный режим ультразвуковой обработки.

Abstract. The influence of parameters of ultrasonic treatment of activated sludge microorganisms on biofloculant extraction and efficiency of wastewater treatment was investigated. The efficiency of wastewater treatment by activated sludge, treated by acoustic cavitation with different regime rigidity is analyzed. The optimal mode of ultrasonic treatment has been determined.

Ключевые слова: биофлокулянты, внеклеточные полимерные вещества, избыточный активный ил, реагентная обработка сточных вод

Key words: biofloculants, extracellular polymeric substances, excess activated sludge, chemical addition wastewater treatment.

Поиск новых реагентов для осуществления физико-химической очистки сточных вод является одной из актуальных задач в сфере безопасности водных ресурсов. Широко используемые в настоящее время традиционные коагулянты и синтетические флокулянты ведут к вторичному загрязнению очищаемой воды ионами тяжелых металлов или токсичными мономерами, образующимися при гидролизе флокулирующих реагентов [1; 2].

С другой стороны, в последние годы стали известны и другие агенты очистки сточных вод – внеклеточные полимерные вещества. Внеклеточные полимерные вещества, или, как их еще называют, микробные биофлокулянты, не образуют вторичного загрязнения их промежуточными продуктами распада, являются биоразлагаемыми, могут обеспечивать качество и полноту очистки. [3–6].

Источником получения внеклеточных полимерных веществ может служить избыточный активный ил, являющийся многотоннажным отходом сооружений биологической очистки сточных вод. Клетки активного ила выделяют внеклеточные полимерные вещества, являющиеся функционально

флокулирующими агентами и способствующими агломерации дисперсных и коллоидных частиц при очистке сточных вод [7; 8]. Таким образом, использование избыточного активного ила позволяет не только получать эффективные биофлокулянты, которые можно использовать для реагентной очистки сточных вод, но и снизить воздействие на окружающую среду за счет утилизации отхода процессов биологической очистки сточных вод.

При использовании активного ила в качестве продуцента внеклеточных полимерных веществ возникает вопрос наиболее полного выделения этих биофлокулянтов при сохранении их флокулирующей способности. Одним из способов, улучшающих степень выделения внеклеточных полимерных веществ, является использование ультразвука для отделения полимерного вещества от клеточной оболочки микроорганизмов активного ила.

При обработке активного ила ультразвуком от пьезоэлектрического излучателя в зонах локального понижения давления образуются разрывы в виде полостей, которые заполняются насыщенным паром данной жидкости, возникают короткоживущие, так называемые, кавитационные пузырьки (рисунок 1), которые начинают пульсировать и захлопываются в положительной фазе давления. При захлопывании пузырьков газа возникают большие локальные давления порядка тысяч атмосфер, образуются сферические ударные волны. Возле пульсирующих пузырьков образуются акустические микротоки [9].



Рисунок 1 – Кавитационный пузырек в момент взрыва

Было установлено, что столь интенсивные воздействия в кавитационном поле приводят к разрушению бактериальных клеток и/или их чехлов (рисунок 2) и высвобождение биофлокулянтов микроорганизмов активного ила, которые могут использоваться для реагентной очистки сточных вод.

Было установлено, что эффект выделения биофлокулянтов при обработке ультразвуком, выражаемый увеличением эффективности очистки сточ-

ных вод, зависит от продолжительности обработки и частоты акустических колебаний.



Рисунок 2 – Клетка до и после обработки кавитацией

Так, при использовании пьезоэлектрического генератора с частотой излучения 22,0 кГц, активный ил обрабатывали в течение 3; 3,5; 4,5; 5; 5,5; 6,6; 7,5; 8,5; 9; 9,5; 10; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15 и так далее до продолжительности в 30 минут. Также первоначально в работе использовали пьезоэлектрический генератор с частотой излучения 28,0 кГц, с помощью которого активный ил обрабатывали в течение тех же интервалов времени за исключением дополнительного интервала в 2,5 минуты. В результате было установлено, что продолжительность обработки АИ для достижения максимального эффекта выделения биофлокулянтов меняется в зависимости от его частоты. Так, максимальный эффект выделения биофлокулянтов, оцениваемый эффективностью очистки сточных вод, при использовании излучения частотой 22,0 кГц наблюдался при обработке продолжительностью 7,0–9,5 минут, а при использовании излучения частотой 28,0 кГц тот же эффект наблюдался при продолжительности обработки 5,5–7,5 минут. Значительное ухудшение качества биофлокулянтов, выражаемое в снижении качества очистки сточных вод, наблюдалось при использовании активного ила, обрабатываемого в течение 14 минут и более при частоте 22,0 кГц или обрабатываемого в течение 11,0 минут и более при частоте 28,0 кГц.

Сочетание факторов, влияющих на степень выделения биофлокулянтов и эффективность очистки, характеризовали понятием жесткость режима кавитационной обработки, которая определяет сочетание продолжительности воздействия с частотой ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора. Под жесткостью режима принят параметр, связывающий ча-

стоту ультразвуковых колебаний генератора и продолжительность обработки, и определяемый по формуле (1):

$$\Theta = \tau \times f, \quad (1)$$

где Θ – жесткость обработки, кГц * час;

τ – продолжительность обработки, час;

f – частота ультразвуковых колебаний генератора, кГц.

Понятие жесткость режима принимали по аналогии с термином жесткость стерилизации (жесткость тепловой обработки), которая принимается как произведение продолжительности обработки и температуры стерилизации (прогрева) (Жесткость обработки = продолжительность обработки, час \times температура, $^{\circ}\text{C}$) [10; 11].

Принятое понятие жесткость режима кавитационной обработки адекватным образом описывает и определяет необходимый режим обработки активного ила ультразвуком вне зависимости от имеющегося в наличии пьезоэлектрического генератора и его частоты. Так в нашем случае жесткость режима обработки соответствовала следующим значениям частоты ультразвуковых колебаний и продолжительности (таблица 1):

Таблица 1 – Параметры жесткости обработки

Жесткость обработки*	Продолжительность обработки**, мин	
	при 22,0 кГц	при 28,0 кГц
1,1 – 2,0 кГц · час	3,0 – 6,5	2,5 – 4,5
2,5 – 3,5 кГц · час	7,0 – 9,5	5,5 – 7,5
4,0- 4,7 кГц · час	11,0 – 13,0	8,5 – 10,0
5,1 – 11,0 кГц · час	14 – 30,0	11,0 – 24,0

*Расчет жесткости режима осуществлялся описанным ниже образом:

Для обработки частотой 22,0 кГц

$$22,0 \times 3,5:60 = 1,3 \text{ кГц} * \text{ час};$$

$$22,0 \times 4,0:60 = 1,5 \text{ кГц} * \text{ час};$$

$$22,0 \times 5,5:60 = 2,0 \text{ кГц} * \text{ час} \text{ и так далее.}$$

Для обработки частотой 28,0 кГц

$$28,0 \times 3,0:60 = 1,4 \text{ кГц} * \text{ час};$$

$$28,0 \times 4,0:60 = 1,9 \text{ кГц} * \text{ час};$$

$$28,0 \times 5,5:60 = 2,56 \text{ кГц} * \text{ час} \text{ и так далее}$$

**Расчет необходимой продолжительности воздействия с учетом необходимой жесткости производили обратным образом:

для получения жесткости 3,3 кГц * час необходимо обрабатывать ультразвуком частотой 22,0кГц – 3, $3:22,0 \times 60 = 9$ минут,

для получения той же жесткости $3,3 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ необходимо обрабатывать ультразвуком частотой $28,0 \text{ кГц}$ – $3, 3:28,0 \times 60 = 7$ минут.

Адекватность использования понятия жесткости режима наблюдалась во всех исследованных диапазонах продолжительности обработки и частоты ультразвуковых колебаний, рассчитанные параметры жесткости режима акустической кавитационной обработки активного ила обуславливали идентичные показатели очистки в рамках одного диапазона жесткости режима для разных частот и продолжительности ультразвуковой обработки сточных вод в соответствии с приведенной выше таблицей.

Выбор и использование акустической кавитационной обработки активного ила жесткостью режима $2,5\text{--}3,5 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ обусловлен результатами экспериментов по очистке сточных вод активным илом, обработанным акустической кавитацией различной жесткостью режима (таблица 2).

Отмечено, что обработка активного ила кавитацией жесткостью режима $1,1\text{--}2,0 \text{ кГц} \cdot \text{час}$; $2,5\text{--}3,5 \text{ кГц} \cdot \text{час}$; $4,0\text{--}4,7 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ в целом улучшала показатели очистки сточных вод. Однако, наилучшие результаты достигались при использовании активного ила после кавитационной обработки жесткостью режима $2,5\text{--}3,5 \text{ кГц} \cdot \text{час}$, что давало максимальные показатели эффективности очистки сточных вод – $93,1 \%$ по взвешенным веществам; $46,5 \%$ по концентрации белка и $62,8 \%$ по показателю БПК₅ (таблица 2).

Акустическая кавитационная обработка активного ила жесткостью режима $1,1\text{--}2,0 \text{ кГц} \cdot \text{час}$, $4,0\text{--}4,7 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ и $5,1\text{--}11,0 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ привела к неудовлетворительным результатам очистки сточных вод, что объясняется, по-видимому, в одном случае недостаточным временем для разрушения клеточной оболочки (в случае $1,1\text{--}2,0 \text{ кГц} \cdot \text{час}$) и в другом случае избыточной жесткостью режима, нарушающей естественные биофлокулянты активного ила (в случае $4,0\text{--}4,7 \text{ кГц} \cdot \text{час}$ и $5,1\text{--}11,0 \text{ кГц} \cdot \text{час}$).

Причем, акустическая кавитационная обработка, жесткость режима которой превышала $5,1 \text{ кГц} \cdot \text{час}$, во всех случаях показывала результаты очистки худшие или сопоставимые с результатами очистки необработанным активным илом, что объясняется, очевидно, начавшимися процессами разрушения, денатурации и потери нативных свойств биополимеров активного ила в результате такой кавитационной обработки. Полученные данные свидетельствуют о том, что акустическую кавитационную обработку активного ила необходимо нормировать по жесткости режима для достижения планируемого технического результата, в ином случае, она может привести к результатам, нивелирующим целесообразность ее применения.

Таблица 2 – Эффективность очистки сточных вод активным илом обработанным акустической кавитацией различной жесткостью режима

	Исходная сточная вода	СВ+АИ без обработки	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 1,1–2,0 кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 2,5–3,5 кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 4,0–4,7 кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 5,1–11,0 кГц·час
Взвешенные вещества, мг/дм ³	6400	1400	860	440	1000	3193
Эффективность очистки по ВВ, %		78	86,6	93,1	84,4	50,1
Концентрация белка, мг/дм ³	0,43	0,39	0,29	0,23	0,30	0,35
Эффективность очистки по содержанию белка, %		10,2	32,6	46,5	30,2	18,6
БПК ₅ , мг/дм ³	160,9	82,1	64,9	59,8	83,3	94,4
Эффективность очистки по БПК ₅ , %		48,9	59,7	62,8	48,2	41,3
Концентрация растворенных веществ (сухой остаток), мг/дм ³	2480	640	640	480	1440	1783
Эффективность очистки по содержанию растворенных веществ, %		74,2	74,2	80,6	41,9	28,1

Кроме того, установлено, что использование для реагентной обработки АИ, обработанного акустической кавитацией, не ограничивается эффектами, связанными с осветлением суспензии сточных вод и осаждением взвешенных веществ СВ. Отмечено снижение не только показателей, обусловленных наличием в воде осаждаемой фракции, но и показателей содержания растворенных веществ и белка в системе за счет эффективно выделяемых бактериями экзополимеров (таблица 2). Причем наилучшие значения извлечения растворенных веществ и азотсодержащих компонентов достигнуты при использовании активного ила, обработанного с жесткостью 2,5–3,5 кГц*час.

Библиографический список

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии 2-е изд., перераб. и доп. М. : Химия, 1975. 512 с.
2. Шефтель В. О., Дышиневич Н. Е., Сова Р. Е. Токсикология полимерных материалов. Киев : Здоровье, 1988. 216 с.
3. Salehizadeh H., Shojaosadati S. A. Extracellular biopolymeric flocculants: Recent trends and biotechnological importance // *Biotechnology Advances*. 2001. Vol. 19, Iss. 5. P. 371–385. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(01\)00071-4](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(01)00071-4).
4. Salehizadeh H., Vossoughi M., Alemzadeh I. Some investigations on biofloculant producing bacteria // *Biochemical Engineering Journal*. 2000. Vol. 5, Iss. 1. P. 39–44. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(99\)00066-2](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(99)00066-2).
5. Xia S. [et al.]. Production and characterization of a biofloculant by *Proteus mirabilis* TJ-1 // *Bioresource Technology*. 2008. Vol. 99, Iss. 14. P. 6520–6527. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.031>
6. Sharma B. R., Dhuldhoya N. C., Merchant U. C. Flocculants – an eco-friendly approach // *Journal of Polymers and the Environment*. 2006. Vol. 14, Iss. 2. P. 195–202. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10924-006-0011-x> .
7. Shi Y. [et al.]. Exploiting extracellular polymeric substances (EPS) controlling strategies for performance enhancement of biological wastewater treatments: An overview // *Chemosphere*. 2017. Vol. 180. P. 396–411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.04.042>.
8. More T. T. [et al.]. Extracellular polymeric substances of bacteria and their potential environmental applications // *Journal of Environmental Management*. 2014. Vol. 144. P. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.010>.

9. Пронина Е. В. [и др.]. Применение низкочастотного ультразвука для повышения ферментативной активности промышленных илов в условиях протока // Химическая промышленность. 2006. Т. 83, № 8.

10. Соклаков В. В. Оптимизация режимов стерилизации рыбных консервов по показателям пищевой ценности : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. Калининград, 2002. 188 с.

11. Швидкая З. П. Влияние жесткости тепловой обработки на структурные свойства мышечной ткани рыб с повышенным содержанием влаги // Исследования по технологии новых объектов промысла: [сб. статей]. Владивосток, 1980. С. 45–48.

Анализ проб снежного смета с автодорог г. Мурманска

Гапоненков И. А.¹, Новиков А. И.² (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: gaponenkovmstu@mail.ru, ²г. Анапты, ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Аннотация. Ежегодный анализ состояния окружающей среды, проводимый различными федеральными и региональными надзорными органами в рамках охраны окружающей среды, показывает существенное ухудшение качества природной среды. Одним из источников антропогенного воздействия может являться автотранспорт, с продуктами работы ДВС, износа, как элементов самих автотранспортных средств, так и элементов дорожной инфраструктуры.

Abstract. The annual analysis of environmental condition which conducted by various Federal and regional Supervisory authorities within environmental protection shows a significant deterioration of the natural environment. One of the sources of this anthropogenic impact can be automobile transport, with the products of the internal combustion engine, and wear, both elements of the vehicles themselves, and elements of road infrastructure.

Ключевые слова: Арктический регион, воздействие на окружающую среду, автотранспорт
Key words: Arctic region, impact on the environment, automobile transport

В настоящее время в Мурманске, в Мурманской области, как и в общем по России наблюдается заметный рост личного автопарка граждан. Так по данным статистического агентства "АВТОСТАТ" на 01.01.2019 года в РФ зарегистрировано 57,5 млн. штук автотранспорта (рисунок 1).

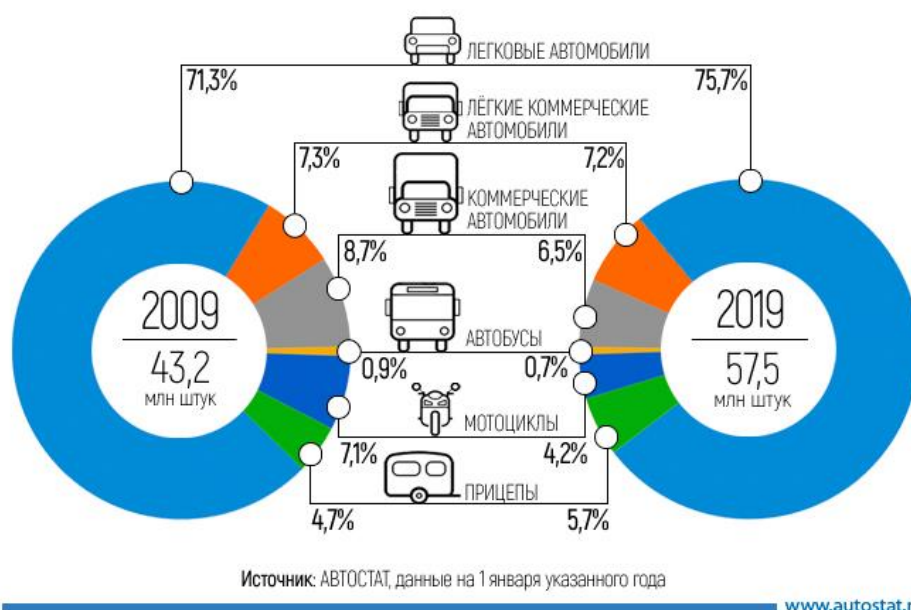


Рисунок 1 – Количество автотранспорта зарегистрированного в РФ

Автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания, является передвижным источником загрязнения атмосферного воздуха. Так если автотранспортное средство в год преодолевает в среднем 15 000 км, то происходит сжигание около 2 т топлива, 26–30 т воздуха, в том числе 4–5 т кислорода. Также в атмосферу в процессе сжигания топливно-воздушной смеси выбрасываются следующие вещества:

угарный газ – 700 кг,
 диоксид азота – 40 кг,
 несгоревшие углеводороды – 230 л,
 твёрдые вещества – 2–5 кг. [1]

Помимо ранее указанных веществ присутствуют и разнообразные металлы (Fe, Pb, Zn, Cu, Cr, V, Ni, Cd и другие), полиароматические углеводороды, наиболее распространенными являются пирен, фенантрен, аценаптилен и флуорантен.

Источником загрязняющих веществ в процессе эксплуатации автотранспорта, являются не только отработанные газы двигателей внутреннего сгорания, но и продукты разрушения тормозных колодок и истирания шин [2; 3].

Таблица 1 – Источники эмиссии металлов от передвижных источников [4]

№ п/п	Вещество	Эмиссия с выхлопными газами	Эмиссия от разрушения тормозных колодок	Эмиссия от истирания шин
1	Мышьяк (As)	+	+	+
2	Кадмий(Cd)	+	+	+
3	Хром(Cr)	+	+	+
4	Медь(Cu)	+	+	+
5	Ртуть(Hg)	+	-	-
6	Никель(Ni)	+	+	+
7	Свинец (Pb)	-	+	+
8	Цинк (Zn)	+	+	+
9	Сурьма (Sb)	-	+	+
10	Кобальт (Co)	-	+	+
11	Марганец (Mn)	+	+	+
12	Ванадий (V)	+	+	+
13	Барий (Ba)	-	+	+
14	Селен (Se)	+	+	+

"-" означает отсутствие эмиссии

В городе Мурманск также как и в России, и в мире наблюдается рост автотранспорта на дорогах общего пользования, что в свою очередь оказывает влияние на окружающую среду Арктического региона. Для определения состава выбрасываемых веществ от автотранспорта как одного из возможных источников загрязнения атмосферного воздуха, был проведен элементный анализ проб взвешенных веществ выхлопных газов автотранспорта с бензиновыми и дизельными двигателями внутреннего сгорания, а также анализ снегового смета с автодорог.

В пробах взвешенных веществ от двигателей, работающих на бензиновом топливе, отмечается существенно большее содержание, чем в двигателях использующих дизельное топливо следующих элементов: Al, Ca, Fe, Mg, Zn. В пробах с дизельного двигателя превышение наблюдаются только по Na и Cr (рисунок 2).

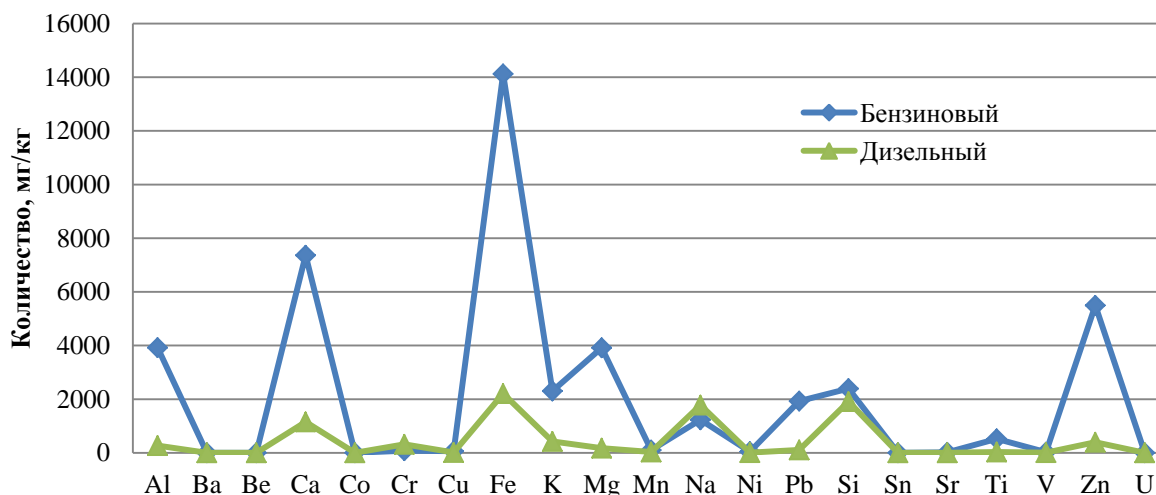


Рисунок 2 – Элементный состав проб взвешенных веществ от дизельного и бензинового двигателя

Отбор проб взвешенных веществ смета с автодорог был осуществлен в различных районах г. Мурманска, с проезжих части автодорог расположенных в районе улиц указанных в таблице 2, рисунок 3.

Таблица 2 – Адреса отбора проб снегового смета с автодорог

№	Место отбора
1	г. Мурманск, автодорога по улице Коминтерна
2	г. Мурманск, автодорога по проспекту Ленина
3	г. Мурманск, автодорога по улице Гагарина
4	г. Мурманск, Восточно-объездная автодорога ("Ленинградка")

Пробы отбирались, и помещались в специальные лабораторные химически нейтральные емкости, затем в лаборатории проводилась процедура усреднения проб, их взвешивание, выпаривание сухого осадка, а после анализ методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

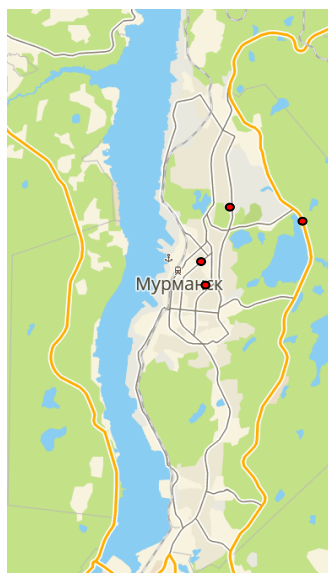


Рисунок 3 – Карта точек отбора снегового смета автодорог г. Мурманска

В результате проведения анализа получен наиболее полный качественный состав четырех усредненных проб взвешенных веществ снегового смета с автодорог города (рисунок 4).

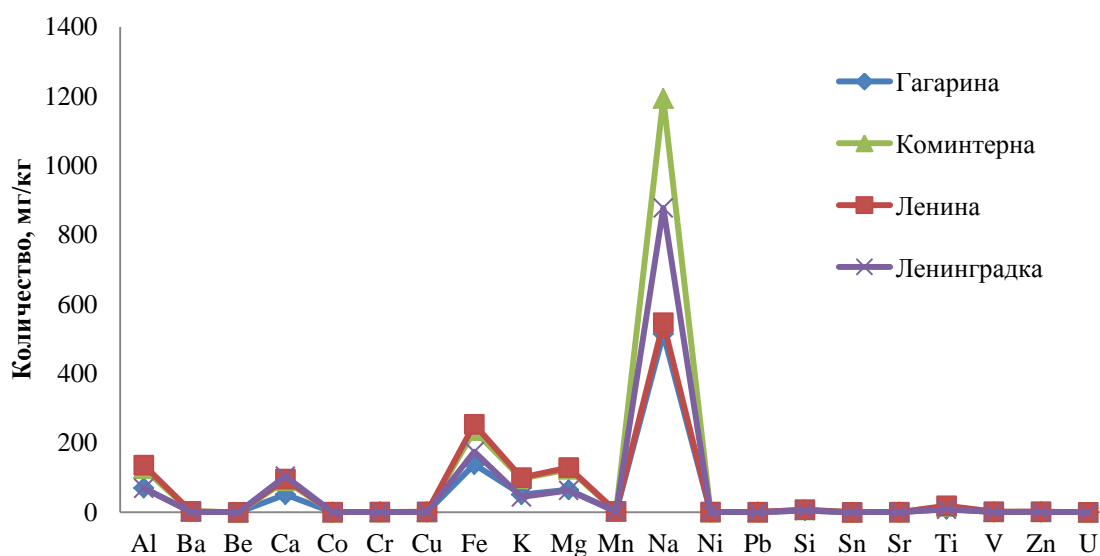


Рисунок 4 – Элементный состав снегового смета с автодорог города Мурманска

Анализируя элементный состав проб можно выделить следующие факты:

– Превалирующими химическими элементами, присутствующие в пробах взвешенных веществ снегового смета являются натрий (Na), железо (Fe), магний (Mg), калий (K).

– Такие элементы как алюминий (Al) и кальций (Ca) в пробах представлены также в достаточно больших величинах.

– В пробе с автодороги по улице Коминтерна содержание натрия самое большое из всех проанализированных проб и составляет 1194 мг/кг.

– В пробе с автодороги с улицы Ленина и Коминтерна также большое содержание железа 254 мг/кг и 236 мг/кг соответственно.

Если рассматривать в соотношении элементный состав проб взвешенных веществ взятых с двигателей, то можно выявить закономерность – самыми значительными массовыми составляющими являются железо, магний, кальций, алюминий, цинк (рисунок 5).

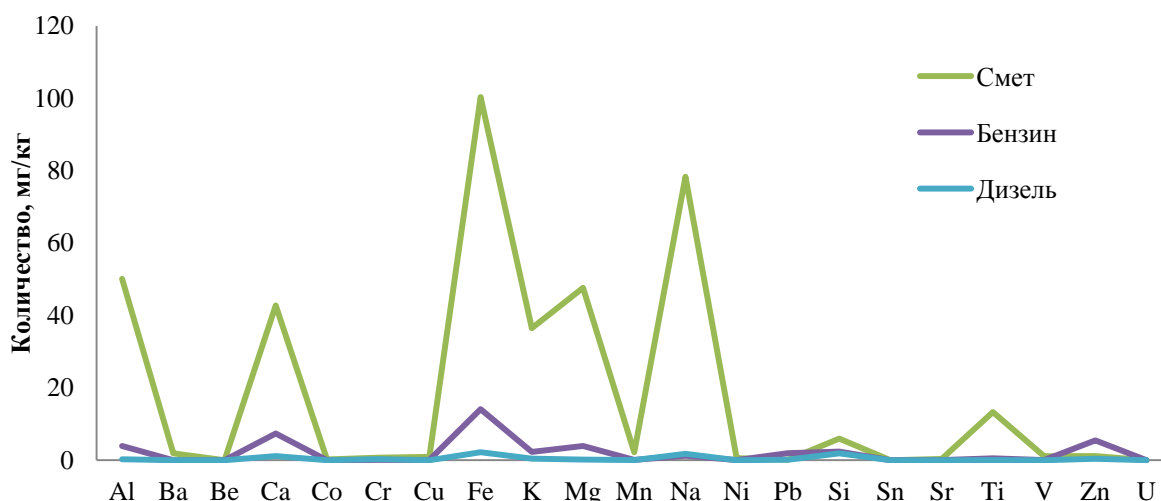


Рисунок 5 – Сравнительный график элементного состава проб взвешенных веществ

В данной работе проанализирован элементный и массовый состав снегового смета с автодорог и выбросы только двигателей внутреннего сгорания, без учета продуктов износа других конструктивных элементов техники и дорожной инфраструктуры. На основании совместного анализа данных атомно-эмиссионной спектрометрии проб взвешенных веществ снегового смета с автодорог и двигателей внутреннего сгорания можно прийти к выводу о том, что автомобильный транспорт может являться существенным антропогенным источником загрязнения окружающей среды.

Библиографический список

1. Стуканов В. А. [др.]. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды крупного промышленного города // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2012. № 1. С. 168–175.
2. Дахова О. О., Хучунаев Б. М., Куповых Г. В. Химическое и физическое загрязнение городских экосистем автотранспортом // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Сер. Естественные науки. 2016. № 4. С. 67–72.
3. Егоров А. А., Гроздова О. И., Царева Ю. И. Рассеяние в атмосфере оксида углерода от автомобильного транспорта // Экология и промышленность России. 2006. № 1. С. 38–41.
4. Ворончихина Е. А., Блинов С. М., Меньшикова Е. А. Технофильные металлы в естественных и урбанизированных экосистемах // Экология урбанизированных территорий. 2013. № 1. С. 103–108.

Вертикальное распределение гидрохимических показателей озера Большой Вудъявр, Хибинский щелочной массив

Даувальтер В. А.^{1,2}, Денисов Д. Б.², Слукровский З. И.^{2,3} (¹г. Апатиты, Апатитский филиал ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ²Институт проблем промышленной экологии Севера ФГБУН ФИЦ "КНЦ РАН", ³Институт геологии ФГБУН ФИЦ "Карельский НЦ РАН", e-mail: v.dauvalter@ksc.ru)

Аннотация. В результате исследований гидрохимического состава городского озера Большой Вудъявр установлены значительные изменения за почти столетнюю историю освоения региона. В толще воды озера прослеживается четкая вертикальная стратификация вследствие распределения потоков воды в разных слоях от двух главных притоков – рек Вудъяврйок и Юкспоррйок.

Abstract. As a result of studies of the hydrochemical composition of the urban Lake Bolshoy Vudjavr, significant changes have been established over the almost century history of the development of the region. A clear vertical stratification in the water column of the lake can be traced due to the distribution of water flows in different layers from the two main tributaries – the Vudjavrjok and Juksporrrjok Rivers.

Ключевые слова: гидрохимия, урбанизированные озера, тяжелые металлы, загрязнение
Key words: hydrochemistry, urban lakes, heavy metals, pollution

Большой Вудъявр является озером плотинного типа, самым крупным внутренним водоемом Хибин. Озеро занимает впадину среди окружающих его гор в зоне северной тайги [1]. Горы отсутствуют только в южной части озера. Здесь впадину замыкает гряда отложений конечной морены, прорезанная узкой долиной вытекающей из озера рекой Белой (единственной рекой, которой сбрасывается весь сток бассейна), впадающей в оз. Имандра. Питание озера смешанное, осуществляется за счет поверхностного и подземного стока, а также атмосферных осадков. Абсолютная отметка озера равна 312 м. Площадь его водной поверхности составляет 3.9 км², объем воды – 0.0579 км³, наибольшая глубина – 37.6 м. Длина озера около 2 км, ширина – около 1.5 км.

Хибинский щелочной массив представляет собой сложное интрузивное тело палеозойского возраста, застывшее около 300 млн. лет назад, сложенное нефелин-сиенитовыми породами, породообразующими минералами которых являются калиево-натриевые полевые шпаты, эгирин $\text{NaFe}^{3+}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ и нефелин $(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4$ [2]. В результате выветривания этих горных пород,

залегаящих на территории водосбора, нефелин разрушается скорее полевыми шпатами, и в озеро в повышенных концентрациях поступают ионы щелочных металлов Na^+ и K^+ . На водосборной площади озера почвенный покров выражен слабо и преобладает горно-тундровая растительность.

Промышленное освоение региона началось со строительства Мурманской железной дороги во время Первой мировой войны, что позволило впоследствии осуществлять геологоразведочные работы и осваивать минеральные ресурсы региона. Результатом рекогносцировочных геологических съемок начала 1920-х гг. стало открытие в Хибинском горном массиве крупнейших в мире апатит-нефелиновых месторождений с огромными запасами фосфорного сырья. Интенсивное загрязнение водоемов началось в 30-х годах XX века, когда началась добыча и переработка апатитового сырья и строительство на берегах оз. Б. Вудъявр города Хибиногорск (с 1934 г. Кировск).

Детальные исследования химического состава воды оз. Б. Вудъявр проводятся сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН с момента образования Института (1989 г.), и некоторые результаты отражены в публикациях [1; 3–6]. Пробы воды отбирались 2-х литровым пластиковым батометром в основном с поверхностного слоя (1 м от поверхности), а также производился сезонный отбор по вертикали с шагом 5 м до дна в центральной части озера на акватории с максимальной глубиной. Химический состав воды определяли в центре коллективного пользования ИППЭС КНЦ РАН по единым методикам, описанным ранее [5–7].

В конце зимнего периода (апрель 2018 г.), когда на поверхности озера лежит лед толщиной до 1 м, в толще воды оз. Б. Вудъявр прослеживается четкая вертикальная стратификация, связанная с особенностями питания озера (рис. 1). В оз. Б. Вудъявр впадают два главных притока: с севера р. Вудъяврйок, несущая относительно незагрязненные воды из оз. М. Вудъявр, и с северо-востока р. Юкспорйок, в которую поступают рудничные воды и стоки промышленной площадки АО "Апатит". Значения рН и минерализации, содержание главных ионов и соединений азотной и фосфорной группы, некоторых микроэлементов в придонном слое толщи воды оз. Б. Вудъявр выше в 2–3 раза по сравнению с поверхностным слоем (рисунок 1).

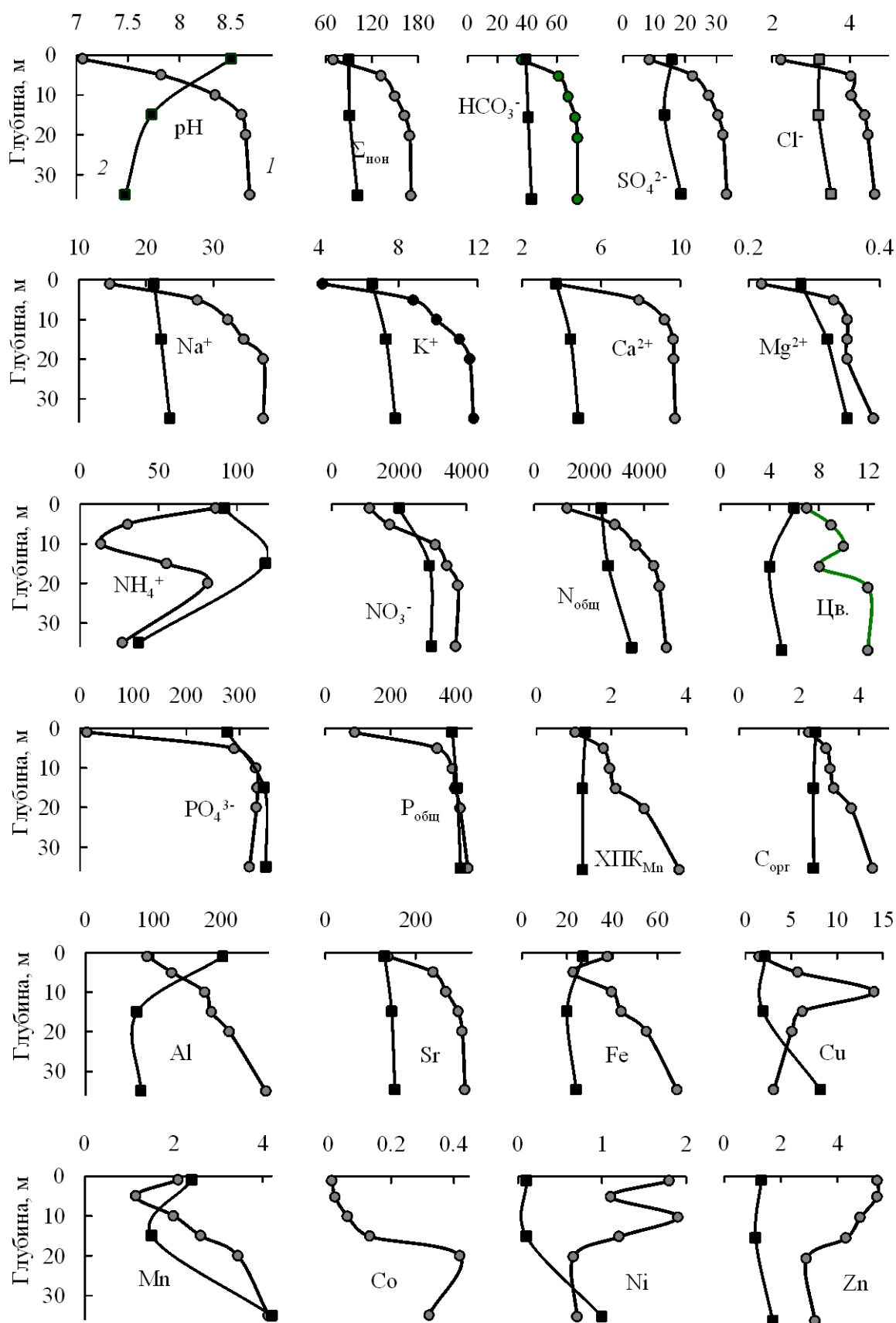


Рисунок 1 – Вертикальное распределение гидрохимических показателей оз. Б. Вудъявр в апреле (1) и июле 2018 г. (2)

Вследствие наличия ледяного покрова и отсутствия ветрового волнения, в водной толще озера перемешивание вод двух главных притоков затруднено, и происходит раздельное течение вод с различными физико-химическими свойствами к истоку р. Б. Белая, вытекающей из озера на юго-западе. По поверхности озера ближе к ледяному покрову распространяются низкоминерализованные воды из р. Вудъяврйок с температурой близкой к 0 °С, и поэтому имеющие меньшую плотность, а в придонных слоях озера движутся более минерализованные воды реки Юкспоррйок с температурой +2–+3°С и поэтому более плотные, так как известно, что температура максимальной плотности пресной воды +4°С. Ранее проведенными исследованиями [1] установлено, что минерализация рудничных вод, поступающих в систему р. Юкспоррйок, достигает значений выше 1 г/л, т. е. они по классификации [8] переходят в категорию солоноватых. В устье р. Юкспоррйок в месте впадения в оз. Б. Вудъявр минерализация воды в зимнее время превышает 200 мг/л, что сопоставимо с минерализацией придонных слоев воды озера. Минерализация воды в оз. М. Вудъявр и р. Вудъяврйок, из него вытекающей и впадающей в оз. Б. Вудъявр, в настоящее время соответствует природному состоянию [1, 3] и находится в пределах 20–25 мг/л. Естественно, даже под ледяным покровом по мере продвижения воды в озере от места впадения происходит смешение вод притоков с озерными водами, но в поверхностном и придонном слоях водной толщи сохраняются характерные особенности химического состава главных притоков (рек Вудъяврйок и Юкспоррйок соответственно). Подобная стратификация химического состава воды в зимний период отмечается по всем водоемам системы р. Кенти (Республика Карелия), что связано с распространением техногенных вод Костомукшского ГОКа, как более тяжелых, в придонных слоях, а речных вод с водосбора, как более легких, – в поверхностных [9].

При добыче апатит-нефелиновых руд на АО "Апатит" используют азотсодержащие взрывчатые вещества, которые значительно увеличивают содержание в поверхностных водах азотных соединений. Содержание нитрат-иона NO_3^- в придонном слое воды оз. Б. Вудъявр более чем в 3 раза выше, чем в поверхностном слое, как и главных ионов (рис. 1). Содержание NO_3^- сопоставимо с концентрацией таких главных ионов, как Cl^- и Ca^{2+} , и на порядок выше, чем Mg^{2+} , т. е. нитрат-ион в воде оз. Б. Вудъявр входит в ряд главных ионов. Содержание NO_3^- , так же как и аммоний-иона и общего

азота, в воде оз. М. Вудъявр и р. Вудъяврйок на два порядка меньше [6], чем в воде оз. Б. Вудъявр. Подобная закономерность в оз. Б. Вудъявр выявлена в распределении соединений другого биогенного элемента – фосфора. Содержание PO_4^{3-} и $\text{P}_{\text{общ}}$ в придонном слое воды на порядок выше, чем в поверхностном. Это содержание также на два порядка выше, чем в воде оз. М. Вудъявр и р. Вудъяврйок.

Главным рудным минералом Хибинских апатит-нефелиновых месторождений является фторапатит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), который при выветривании поставляет в природные воды, в том числе и поверхностные, соединения P, Ca, а также F в повышенных концентрациях. В поверхностных водах территорий, подверженных влиянию разработки апатит-нефелиновых месторождений, отмечены повышенные содержания F [1]. Апатит содержит также примеси Sr, Al (является одним из основных элементов в составе нефелина), Mn, Fe, Th, карбоната кальция, редкоземельных элементов. Поэтому вышеописанная закономерность наблюдается и в распределении щелочноземельного металла Sr, который в придонном слое воды оз. Б. Вудъявр более чем в 20 раз превышает содержание этого металла в фоновых озерах восточной части Мурманской области [3]. Концентрация Sr в р. Юкспорйок находится в диапазоне 370–510 мкг/л [1]. Распределение Mn, Fe, Al в зимний период подобно распределению Sr, при котором происходит увеличение содержания ко дну озера, что подтверждается высокими значениями коэффициента корреляции между этими элементами ($r = 0.85\text{--}0.99$). Увеличение содержания этих элементов по направлению ко дну озера объясняется поступлением стоков из рудников, а также высокими (до щелочных) значениями pH воды, при которых Al приобретает повышенную миграционную способность, и дефицитом кислорода в придонных слоях воды вследствие микробиологического разложения органического материала в зимнее время, что способствует восстановлению Mn и Fe до степени окисления +2, при которой ионы этих металлов более растворимы, чем ионы с большей степенью окисления [10]. В придонном слое воды оз. Б. Вудъявр в зимнее время содержание этих металлов в 2–3 раза выше, чем в поверхностном слое (рис. 1).

Минералы Mo молибденит MoS_2 , молибдит MoO_3 , вульфенит PbMoO_4 и ферримолибдит $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ распространены в Хибинском горном массиве достаточно широко [11]. Условия нахождения молибденита детально охарактеризованы А. Н. Лабунцовым, которым в 1927 г. было открыто мо-

либденитовое месторождение Тахтарвумчорр [12]. Молибденит присутствует в пегматитах и мельтейгит-уртитях Хибинского горного массива. В воде оз. Б. Вудъявр обнаружено присутствие Мо в количествах, в несколько раз превышающих фоновые [1; 11; 13].

Несмотря на высокие концентрации соединений биогенных элементов в оз. Б. Вудъявр, содержание органических веществ (цветность, ХПК_{Мп} и С_{орг}) в воде оз. Б. Вудъявр меньше, чем в озерах восточной части Мурманской области [3]. Вероятно, это связано со слабым развитием почвенного покрова озера и малой продуктивностью наземных экосистем на водосборной площади, поставляющих аллохтонный органический материал в озеро, а также с тем, что водные массы оз. Б. Вудъявр формируются за счет поверхностного стока с промышленной и городской территории, в меньшей степени покрытой почвенно-растительным слоем по сравнению с природными условиями, что также уменьшает поступление аллохтонного органического материала.

Летом (июль) вследствие волнового перемешивания водных масс оз. Б. Вудъявр происходит некоторое выравнивание гидрохимических показателей, но характерная для зимней стратификации закономерность увеличения содержания в придонных слоях воды сохраняется (рис. 1). Это касается в первую очередь главных ионов и биогенных элементов (NO₃⁻, N_{общ}, PO₄³⁻ и P_{общ}), а также некоторых микроэлементов (Sr, Mn). В это время, в разгар вегетационного периода, наблюдается отличная от зимней стратификации картина распределения величины рН, а также содержания органического вещества (ХПК_{Мп} и С_{орг}), – в поверхностных слоях происходит увеличение этих показателей, что связано в первую очередь с интенсификацией образования первичной продукции.

Работа выполнена в рамках темы НИР №0226-2019-0045 (отбор проб) и частично поддержана из средств гранта РФФИ № 18-05-60125 (пробоподготовка) и РНФ № 19-77-10007 (химический анализ).

Библиографический список

1. Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А. [и др.]. Антропогенные изменения водных систем Хибинского горного массива (Мурманская область) = Anthropogenic changes of lotic ecosystems in the Murmans region. В 2 ч. Ч. 1. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2008. – 244 с.
2. Природные условия Хибинского учебного полигона / под ред. С. М. Мягкова. М. : Изд-во МГУ, 1986. 170 с.

3. Кашулин Н. А., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. [и др.]. Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Баренцева моря) = Annotated ecological catalogue of lakes in the Murmansk region: east area of the Murmansk region. Basin of the Barents sea. В 2 ч. Ч. 1. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2010. 249 с.

4. Денисов Д. Б., Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Каган Л. Я. Долго-временные изменения состояния субарктических водоемов в условиях антропогенной нагрузки (по данным диатомового анализа) // Биология внутренних вод. 2006. № 1. С. 24–30.

5. Павлова А. С., Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Терентьев П. М. [и др.]. Распределение химических элементов между компонентами экосистемы арктического озера Большой Вудъявр (Хибины, Мурманская область) // Сибирский экологический журнал. 2019. № 3. С. 348–366. DOI: <https://doi.org/10.15372/sej20190311>.

6. Кашулин Н. А., Беккелунд А., Даувальтер В. А., Петрова О. В. Апатитовое горно-обогащительное производство и эвтрофирование арктического озера Имандра // Арктика: экология и экономика. 2019. № 3(35). С. 16–34. DOI: <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2019-3-16-34>.

7. Standard method for examination for water and wastewater. 20-th Edition / eds.: L. S. Clescerl, A. E. Greenberg, A. D. Eaton. New-York: American Public Health Association USA, 1999. 2671 p.

8. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеиздат, 1970. 444 с.

9. Лозовик П. А., Галахина Н. Е. Изменение химического состава воды системы р. Кенти в результате техногенного влияния // Труды Карельского научного центра РАН. 2017. № 3. С. 21–35. DOI: <https://doi.org/10.17076/lim309>.

10. Никаноров А. М. Гидрохимия. СПб. : Гидрометеиздат, 2000. 444 с.

11. Сулименко Л. П., Кошкина Л. Б., Мингалева Т. А., Светлов А. В. [и др.]. Молибден в зоне гипергенеза Хибинского горного массива. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. 148 с.

12. Красоткин И. С., Войтеховский Ю. Л., Лесков А. Л., Удобина В. С. Зброшеный молибденитовый рудник Тахтарвумчорр // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2005. № 2. С. 10–14.

13. Чукаева М. А., Матвеева В. А. Современное гидрохимическое состояние гидроэкосистем, находящихся под техническим влиянием АО "Апатит" // Водные ресурсы. – 2018. – Т. 45, № 6. – С. 685–690. DOI: <https://doi.org/10.1134/s0321059618060044>.

Гидрохимические и экологические особенности Хибинских озер

Даувальтер В. А.^{1,2}, Денисов Д. Б.², Слукровский З. И.^{2,3} (¹г. Апатиты, Апатитский филиал ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ²Институт проблем промышленной экологии Севера ФГБУН ФИЦ "КНЦ РАН", ³Институт геологии ФГБУН ФИЦ "КНЦ РАН", e-mail: v.dauvalter@ksc.ru)

Аннотация. Для горных арктических озер (высота уреза воды от 434 до 830 м н.у.м.) получены данные о химическом составе вод и проведена оценка современного состояния. Озера характеризуются олиготрофным статусом, низкими содержаниями главных ионов, биогенных элементов и органических веществ и очень низкой минерализацией (на высотах более 500 м менее 12 мг/л).

Abstract. Data on the chemical composition of the waters of mountain arctic lakes (the height of the water's edge is from 434 to 830 m above sea level) were obtained and the current state was assessed. The lakes are characterized by oligotrophic status, low contents of basic ions, biogenic elements and organic matter, and very low mineralization (at altitudes over 500 m less than 12 µg/l).

Ключевые слова: гидрохимия, горные озера, загрязнение, трофический статус

Key words: hydrochemistry, mountain lakes, pollution, trophic status

В статье рассматриваются результаты изучения химического состава воды семи горных альпийских озер, расположенных на различных абсолютных отметках от 412 до 830 м на территории Хибинского щелочного горного массива и национального парка "Хибины" (рис. 1). Питание исследуемых водоемов осуществляется за счет атмосферных осадков, за долгую зиму (8–9 месяцев) накапливающихся в виде снежников, иногда присутствующих на водосборе озер в течение всего года, например, на водосборе оз. Академическое. Почвенный покров на водосборах исследуемых озер выражен слабо. Пробы воды с поверхностного слоя (1 м от поверхности) озер отбирались 2-х литровым пластиковым батометром. Химический состав воды определяли в центре коллективного пользования ИППЭС Кольского НЦ РАН по единым методикам [1; 2].

Для природных вод Кольского Севера характерна низкая минерализация 20–30 мг/л и следующий порядок распределения главных ионов: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$; $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ [3]. Качество вод исследованных Хибинских малых горных озер соответствует естественно-природным водое-

мам Мурманской области, с низкими концентрациями биогенных элементов, общей минерализации и высоким содержанием кислорода.

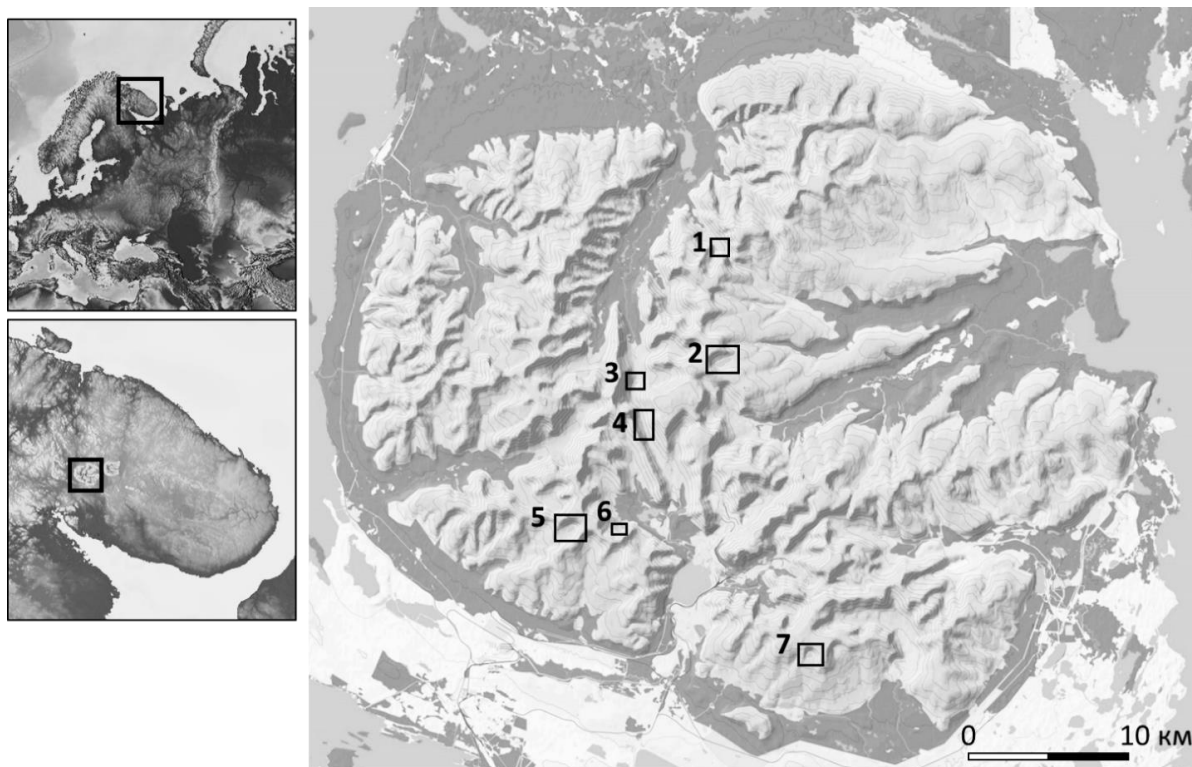


Рисунок 1 – Расположение исследованных озер Хибинского горного массива:
 1 – Партомъявр, 2 – Академическое, 3 – Сердцевидное, 4 – Длинное, 5 – Тахтаръявр,
 6 – Каровое, 7 – Ловчорр. Номера станций на этом рисунке соответствуют
 порядковым номерам станций в таблицах 1–3.

Величины рН близки к нейтральным значениям (таблица 1), что нетипично для озер Хибинского массива, воды которых находятся в тесном контакте с коренными щелочными горными породами [4], и относятся к слабощелочным и щелочным по классификации [5]. Воды озер Каровое и Ловчорр по величине рН относятся к слабокислым, что характерно для вод атмосферных осадков [6]. Водоемы (за исключением озер Каровое и Ловчорр) способны противостоять кислотным выпадениям благодаря щелочному составу подстилающих горных пород, сравнительно высокой буферной емкости (больше критического значения 50 мкг-экв/л) и значительным глубинам. Это подтверждается невысокими концентрациями анионов сильных кислот SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- и нейтральными значениями рН (таблицы 1 и 2). Воды исследованных озер относятся к гидрокарбонатному классу (кроме оз. Каровое) и натриевой группе. В воде оз. Каровое преобладающим анионом является сульфат-ион, минерализации воды очень низкая (3.7 мг/л). В озерах Каровое, Лов-

чорр и Партомъявр отношение эквивалентных концентраций $[\text{HCO}_3^-]/[\text{SO}_4^{2-}]$ равно 0.3, 1.6 и 1.2 соответственно, в то время как в других озерах оно выше 3. Соотношение главных анионов в воде оз. Каровое отличается от всех исследуемых озер – $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$. По химическому составу воды озер Каровое и Ловчорр близки к составу атмосферных осадков [6]. Можно сделать вывод, что основное участие в питании этих озер принимают атмосферные осадки, главным образом, в твердом виде (снежники), которые не подверглись преобразованию химического состава на территории водосбора. Примерно равное соотношение главных анионов $[\text{HCO}_3^-]$ и $[\text{SO}_4^{2-}]$ в воде оз. Партомъявр свидетельствует о поступлении сернистых соединений на водосбор озера с выбросами комбината "Североникель".

Таблица 1 – Средние значения величины рН, содержания главных ионов и минерализации (М) воды исследуемых озер (мг/л)

№№ озера	Озеро	рН	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	М
1	Партомъявр	6.97	0.40	0.13	6.11	0.99	9.1	6.0	1.2	23.9
2	Академическое	6.86	0.20	0.03	2.50	0.60	4.9	1.4	0.5	10.1
3	Сердцевидное	7.28	0.56	0.07	6.33	1.74	15.5	3.1	0.6	27.9
4	Длинное	7.07	0.47	0.07	4.45	1.35	10.6	2.6	0.7	20.3
5	Тахтаръявр	6.86	0.36	0.04	2.77	0.64	6.3	1.3	0.6	11.9
6	Каровое	5.91	0.15	0.03	0.82	0.25	0.5	1.5	0.4	3.7
7	Ловчорр	6.40	0.27	0.04	1.82	0.55	3.2	1.6	0.5	8.0

Таблица 2 – Средние содержания соединений N и P (мкг/л), цветности (°Pt), химического потребления O, органического C и Si (мг/л) в воде исследуемых озер

№№ озера	Озеро	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	N _{общ}	PO ₄ ³⁻	P _{общ}	Цвет.	XПК _{Mn}	C _{орг}	Si
1	Партомъявр	26	161	277	2	5	5	0.3	1.8	2.31
2	Академическое	4	44	93	н.о.	3	5	0.6	2.0	1.30
3	Сердцевидное	11	87	203	1	4	5	0.4	1.9	2.38
4	Длинное	11	65	172	1	4	7	0.5	2.0	1.45
5	Тахтаръявр	7	90	236	2	6	4	0.5	1.9	1.66
6	Каровое	6	2	152	1	3	5	0.6	2.0	0.37
7	Ловчорр	10	129	175	2	5	5	0.8	2.2	1.38

Особенностью химического состава воды исследуемых озер является повышенное относительное содержание катиона K⁺ (в пересчете на эквивалентную концентрацию), который находится на втором месте после иона Na⁺,

за исключением озер Тахтаръявр и Каровое, в которых Ca^{2+} незначительно превышает K^+ . Равнинные озера Мурманской области, не получающие прямых стоков промышленных предприятий, характеризуются гидрокарбонатным классом и кальциевой группой, и катион K^+ стоит, как правило, на последнем месте среди основных катионов [3]. Соотношение суммы ионов щелочно-земельных металлов к сумме ионов щелочных металлов в воде исследуемых озер находится в пределах от 0.09 до 0.21, в то время как в озерах Мурманской области соотношение $[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}] / [\text{Na}^+ + \text{K}^+]$ в среднем близко к единице [3]. Минерализация исследованных озер на высотах более 500 м очень низкая (<12 мг/л, табл. 1), а ниже – сопоставима со средней минерализацией озер, находящихся вдали от влияния выбросов промышленных предприятий Мурманской области (>20 мг/л). В целом отмечается тенденция уменьшения минерализации с увеличением абсолютных отметок уреза воды в озерах ($r = -0.65$, $p < 0.05$). Установлена также отрицательная корреляция между морфометрическими показателями исследуемых озер – высотой над уровнем моря и отношением площадей водосбор / озеро ($r = -0.82$, $p < 0.05$). С увеличением высоты озера увеличивается время периода с отрицательными температурами (накопления снега), а также соотношение площадей водосбора и озера, т. е. талая вода, поступающая в период снеготаяния в озера на больших абсолютных отметках, практически не подвергается преобразованию химического состава на территории водосбора и в неизменном виде пополняет запасы озерных вод.

По содержанию биогенных элементов исследуемые водоемы относятся к олиготрофным с признаками мезотрофного (табл. 2). Содержание общего фосфора ($\text{P}_{\text{общ}}$) соответствует олиготрофному статусу, а общего азота ($\text{N}_{\text{общ}}$) в воде озер Тахтаръявр и Партомъявр – нижней границе мезотрофного [7]. Медианные значения для NH_4^+ , NO_3^- и $\text{N}_{\text{общ}}$ в фоновых озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря равны 10, 2 и 188 мкгN/л [8], что сопоставимо с содержаниями в воде исследуемых озер, кроме нитрат-иона, которого в Хибинских озерах значительно больше (за исключением оз. Каровое). Повышенные содержания соединений азота в озерах связаны, скорее всего, с близким расположением рудников АО "Апатит" и выбросами в атмосферу продуктов взрывов при добыче апатитонэфелиновых руд и с их поступлением с производственной пылью Второй апатитонэфелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-II) и его хвостохранилища (оз. Тахтаръявр находится на расстоянии 7 км от АНОФ-II).

Содержание органических веществ в воде исследуемых горных озер (табл. 2) меньше, чем средние показатели в озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря [8] – 62 Pt°, 9.5 мг/л и 7.7 мгС/л для цветности, ХПК_{Mn} и C_{орг} соответственно. Вероятно, это связано с тем, что водные массы исследуемых озер формируются за счет поверхностного стока с территории водосборов, в меньшей степени покрытой почвенно-растительным слоем по сравнению с условиями на более низких абсолютных отметках, что уменьшает поступление аллохтонного органического материала. В пользу этого предположения говорит отрицательная корреляция уреза воды озер над уровнем моря и цветности ($r = -0.78$, $p < 0.05$).

Содержание приоритетных загрязнителей аэротехногенного происхождения (Cu, Ni) в воде соответствует самому высокому I классу качества вод [7]. Максимальные содержания Cu, Ni и Zn отмечены в воде оз. Партомъявр, находящегося ближе всех из исследуемых озер к комбинату "Североникель" (40 км), выбросы которого беспрепятственно достигают водосбора озера (табл. 3). В других озерах концентрации ТМ меньше средних значений для малых озер восточной (фоновой) части Мурманской области [9]. Хибинский массив является препятствием для атмосферных выбросов металлургического комбината, и они с трудом достигают водосборов исследуемых озер. Поэтому в воде озер, расположенных в центре Хибин (например, оз. Академическое), зафиксированы наименьшие содержания приоритетных загрязняющих ТМ (таблица 3).

Таблица 3 – Средние содержания микроэлементов в воде исследуемых озер (мкг/л)

№№ озера	Озеро	Al	Fe	Cu	Ni	Co	Zn	Mn	Sr	Pb
1	Партомъявр	35	18	3.4	2.3	0.2	3.6	2	29	0.30
2	Академическое	19	5	0.7	0.5	0.1	0.9	0.6	3	н.о.
3	Сердцевидное	56	10	0.4	0.5	0.2	1.9	н.о.	71	0.30
4	Длинное	45	9	0.9	0.5	0.2	2.2	1	64	0.28
5	Тахтаръявр	24	7	0.6	0.6	0.3	1.8	5	43	0.10
6	Каровое	133	28	0.2	0.6	0.3	2.3	3	32	0.30
7	Ловчорр	41	4	0.3	0.3	0.2	1.1	1.1	64	н.о.

Характерной особенностью химического состава поверхностных вод Арктической зоны и Севера России является повышенные концентрации Fe, Al, Mn вследствие гумификации водосборов [10]. Но вследствие малого содержания органического материала в воде исследуемых озер, содержания

этих металлов невысокие по сравнению с равнинными озерами – медианные концентрации 81, 44 и 3 мкг/л для Fe, Al и Mn соответственно [8]. Концентрация элементов, являющихся загрязнителями среды в результате деятельности апатитонепелинового производства (Al и Sr), находится в пределах диапазона значений, характерных для других малых озер Хибинского горного массива, куда не поступают стоки рудников [4]. Наибольшие содержания Al и Fe зафиксированы оз. Каровое, что связано с низкими величинами pH в воде, при которых эти металлы приобретают большую миграционную способность [11]. Это подтверждает также отрицательные значения коэффициента корреляции величин pH с содержаниями Al и Fe ($r = -0.70$ и -0.55 соответственно). Наибольшие содержания Sr (также как и соединений азота) отмечены в воде озер, близко расположенных к предприятиям АО "Апатит", – Сердцевидное, Ловчорр, Длинное и Тахтаръявр.

Работа выполнена в рамках темы НИР №0226-2019-0045 (отбор проб) и частично поддержана из средств гранта РФФИ № 18-05-60125 (пробоподготовка) и РНФ № 19-77-10007 (химический анализ).

Библиографический список

1. Моисеенко Т. И., Даувальтер В. А., Лукин А. А., Кудрявцева Л. П. [и др.]. Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра. М. : Наука, 2002. 403 с.
2. Standard method for examination for water and wastewater. 20-th Edition / eds.: L. S. Clescerl, A. E. Greenberg, A. D. Eaton. – New-York: American Public Health Association USA. 1999. 2671 p.
3. Моисеенко Т. И., Родюшкин И. В., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты : Изд-во КНЦРАН, 1996. 263 с.
4. Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А. [и др.]. Антропогенные изменения водных систем Хибинского горного массива (Мурманская область) = Anthropogenic changes of lothic ecosystems in the Murmans region. В 2 ч. Ч. 1. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 244 с.
5. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
6. Даувальтер В. А., Даувальтер М. В., Салтан Н. В., Семенов Е. Н. Химический состав атмосферных выпадений в зоне влияния комбината "Североникель" // Геохимия. 2008. № 10. С. 1131–1136.

7. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В. Д. Романенко [и др.]. Киев : Наук. думка, 1990. 256 с.

8. Кашулин Н. А., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. [и др.]. Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Баренцева моря) =Annotated ecological catalogue of lakes in the Murmansk region: east area of the Murmansk region. Basin of the Barents sea. В 2 ч. Ч. 1. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2010. 249 с.

9. Kashulin N. A., Dauvalter V. A., Denisov D. B., Valkova S. A. [et al.]. Selected aspects of the current state of freshwater resources in the Murmansk Region, Russia // Journal of Environmental Science and Health. Part A. 2017. Vol. 52, Iss. 9. P. 921–929. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1318633>.

10. Моисеенко Т. И., Дину М. И., Гашкина Н. А., Кремлева Т. А. Формы нахождения металлов в природных водах в зависимости от их химического состава // Водные ресурсы. 2013. Т. 40, № 4. С. 375–385. DOI: <https://doi.org/10.7868/s0321059613040093>.

11. Никаноров А. М. Гидрохимия. СПб. : Гидрометеиздат, 2000. 444 с.

Влияние неорганических и органических компонентов загрязнителей на водные объекты северных водоемов

Карплюк Н. И., Широнина А. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: karplyukni@mstu.edu.ru)

Аннотация. Статья содержит аналитические результаты исследования загрязнения Мирового океана органическими и неорганическими отходами. Рассмотрены способы уменьшения негативного воздействия на водные объекты.

Abstract. The article contains results of analytical study of the World Ocean pollution by organic and inorganic wastes. Ways to reduce the negative impact on water bodies are considered.

Ключевые слова: пластиковые отходы, отходы рыбного производства

Key words: plastic waste, waste from fish processing

Одним из направлений российской государственной экологической политики, которое в последние годы получило практическое воплощение, является решение проблемы обращения с отходами производства и потребления, в том числе и в арктических субъектах федерации. Последним нормативно-правовым актом правительства страны стало принятие в январе 2018 г. "Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления до 2030 года" [1].

Мировой океан является значительной по размерам, но в тоже время очень хрупкой системой. За последние десятилетия, в связи быстрым ростом развития человеческой деятельности во всем мире, загрязнение океанских вод достигло невиданных прежде масштабов. От качества воды зависит не только благополучие экосистем, но и качество среды обитания человека. Именно поэтому загрязнение Мирового океана стало одной из самых серьезных экологических проблем современности.

К основному физическому загрязнению мирового океана относятся пластиковые и органические отходы. Первые попадают в реки, заливы, а затем в моря в основном с поверхностными стоками, вторые – при переработке гидробионтов на судах (все неиспользуемые части промысловых видов гидробионтов, а также прилов чаще всего сбрасываются за борт). И те и другие способны наносить вред более чем 250 видам морских животных, рыб и птиц, поскольку пластик при разложении образует микрочастицы и выделяет токсические вещества, а органические отходы могут стать источником развития

болезнетворной микрофлоры и также загрязнять воду продуктами разложения [2].

Есть много перспективных направлений использования подобных отходов, что позволит уменьшить их количество в водных объектах и тем самым снизить негативную нагрузку на окружающую среду.

Вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТФ) используют в качестве пряжи для ковров, текстиля. Из него производят липкую ленту, щетину для щеток, двухосноориентированная пленка с металлизацией, бутылки, получаемые экструзией с раздувом. Так как ПЭТФ не является хорошо льющимся пластиком, его меньше применяют для изготовления литевых изделий, однако разработаны технологии отливки из него компьютерных и автомобильных деталей.

Отходы ПЭТФ часто используют в качестве добавок для улучшения тех или иных механических или электромеханических свойств другого полимера.

Кроме этого, вторичный ПЭТФ используется в качестве сырья при производстве клеев и эмалей, дорожно-разметочных материалов. Он также находит применение в производстве строительных изделий и композиционных материалов (стеклонаполненный ПЭТФ) [3].

Во всем мире активно ведутся разработки способов сбора пластиковых отходов в водных объектах (от своеобразных "ловушек" для пластика до специальных фильтрующих барьеров на реках [4].

Что касается органических отходов, то их доля может составлять от 20 до 70% от общего объема промышленных гидробионтов, который составил 4,92 миллиона тонн в 2010 году. При производстве мороженой продукции из рыбы за борт уходит треть сырца. При производстве филе в отходы записывают уже до 60 % от объема вылова, а на некоторых производствах – до 70 %. Сотни тысяч тонн отходов рыбаки отправляют за борт [5].

Это серьезная проблема судов, осуществляющих лов по прибрежной квоте, и фактически лишенных возможности легально выпускать и поставлять на берег продукцию из рыбных отходов. В этом случае рыбаков штрафуют контролирующие органы, поскольку, согласно федеральному закону о рыболовстве, продукция "прибрежки" должна поставляться на берег в живом, свежем или охлажденном виде. В Мурманской области в судебном производстве находятся десятки административных дел против рыбодобывающих

компаний и капитанов судов. В этой ситуации проще выкидывать отходы за борт [5].

Вместе с тем представители отраслевой науки и перерабатывающей промышленности заявляют, что уже давно существуют возможности перерабатывать рыбу полностью.

Обработка и использование в качестве сырья рыбных отходов, обладающих комплексом питательных элементов, – выгодное направление для рыбоперерабатывающего бизнеса [6].

В ходе переработки рыбной продукции от основной массы отделяется, содержащий жирные омега-кислоты 3 и 6, витамины группы А, D, Е.

Рыбная мука, получаемая при переработке рыбы и морепродуктов путем дегидратации, измельчения, содержащая аминокислоты, жир, фосфор, протеины, минералы, витамины применяется в качестве биологически активной добавки для скота и птицы на фермах.

Головы и кости с прирезами мяса используются для изготовления биологических подкормок, удобрений. Популярные удобрения из рыбных отходов:

- кормовой рыбный гидролизат;
- компост с добавлением свекловичной мелассы;
- компост, приготовленный путем силосования.
- Рыбные гидролизаты также могут быть использованы в разных сферах деятельности человека: от приготовления пищи до производства микробиологических питательных сред.

Переработка рыбы способствует развитию безотходного производства. Это не только приносит доход, но и способствует снижению антропогенной нагрузки на водные объекты [6].

В заключении стоит сказать, система переработки и пластиковых и органических отходов, которыми загрязняются водные объекты России, в настоящее время развита слабо. Проблемы, с которыми можно столкнуться при этом аналогичны. Среди них можно выделить:

- недостаток финансирования;
- огромная территория страны с чрезмерно дорогой логистикой;
- недостаток современных реально применимых и, главное, выгодных для реализации инновационных технологий и оборудования.

Библиографический список

1. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р. URL: <http://government.ru/docs/31184/> (дата обращения: 21.11.2021).

2. Загрязнение Мирового океана: причины и последствия. URL: <https://www.kp.ru/guide/zagrzaznenie-mirovogo-okeana.html> (дата обращения 15.11.2020 г.)

3. Направления использования вторичного полиэтилентерефталата. URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=327> (дата обращения 27.11.2020).

4. Ловушка для мусора: проект молодого нидерландца очищает мировой океан от пластика сегодня. URL: <https://novate.ru/blogs/121119/52382/> (дата обращения 25.11.2020 г.).

5. Михайлов А. Невостребованный улов. Отраслевая наука уверена в необходимости глубокой переработки рыбы и отходов водных биоресурсов // Российская газета. 2020. 23 июня. (Экономика Северо-Запада. № 135(8189)). URL: <https://rg.ru/2020/06/23/reg-szfo/pochemu-tret-dobytoj-rybakami-ryby-vybrasyvaetsia-v-more.html> (дата обращения 15.11.2020 г.).

6. Технологии переработки рыбы: создание удобрений, рыбной муки в мини-цехе. URL: <https://bezotxodov.ru/pererabotka/pererabotka-ryby-i-rybnyh-othodov> (дата обращения 15.11.2020 г.).

Современное состояние популяции бурых водорослей в Кольском заливе

Медведкина Ю. П., Малкова Т. В., Широнова А. Ю. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: троуа96@yandex.ru*)

Аннотация. Загрязнение водной среды химическими веществами антропогенного происхождения приводит к изменениям физико-химического состава природных вод и оказывает отрицательное воздействие на водные экосистемы. Водные организмы остро реагируют на изменения среды обитания и могут являться биоиндикаторами состояния водных объектов.

Abstract. Pollution of the natural waters with chemical substances of anthropogenic origin changes physical and chemical composition of water and has a negative impact on aquatic ecosystems. Aquatic organisms sharply react to changes in the habitat and can be bio indicators of the water body's conditions.

Ключевые слова: загрязнение водных объектов, биоиндикация, состояние природных вод, бурые водоросли

Key words: water pollution, bio indication, natural water conditions, brown algae

Кольский залив – крупнейший и богатейший водоем на Мурманском побережье Баренцева моря, незамерзающий рыбохозяйственный водный объект эстуарного типа, который интенсивно эксплуатируется и функционирует в условиях сурового полярного климата. Он является крупнейшей и потенциально высокопродуктивной экосистемой на Мурманском побережье Баренцева моря [1].

При этом Кольский залив является зоной повышенной экологической опасности из-за сброса ливневых вод, сточных промышленных и бытовых вод предприятий Мурманска и Мурманской области, судоходства и военных ведомств.

Одним из способов оценки состояния водных экосистем является биоиндикация, т. е. обнаружение и определение антропогенных нагрузок по реакциям на них живых организмов и их сообществ. Например, бурые водоросли, аккумулирующие в себе загрязняющие вещества, содержащиеся в воде, могут быть индикаторами глубокого продолжительного загрязнения водоема, поскольку на разных уровнях организации из сообщества можно обнаружить негативный отклик на измененное состояние среды их обитания. серьезных поражений у организмов, содержащих высокие концентрации химических веществ [2].

Чтобы оценить состояние вод Кольского залива, было проведено исследование состояния доминирующих видов макроводорослей. Объектом исследования данной работы послужили сообщества фукоидов (фукусовых) – бурых водорослей-макрофитов вида *Fucus Vesiculosus*.

Пробы водорослей отбирали в двух реперных точках, расположенных на литорали в южном (наиболее загрязняемом) и среднем (менее загрязненном) коленах залива:

1. Около нового моста через Кольский залив ("Мост") – предположительно наиболее загрязненная зона;

2. На литорали у поселка Абрам-мыс ("Абрам-мыс") – зона предположительно со средним уровнем загрязнения.

Сбор проб проводился с помощью метода учетных площадок: на литорали во время отлива на некоторый участок с наибольшим скоплением водорослей доминирующих видов надевается рама площадью 0,25 м². При разборке материала измеряли следующие морфофункциональные параметры слоевища *Fucus Vesiculosus*: возраст особи, индивидуальная и средняя сырая масса (W), а также удельная поверхность сообщества.

Результаты исследования, проведенного в 2020 году, сравнивали с результатами аналогичных исследований С. Е. Завалко и А. Ю. Широной. 2005 года [3].

Общая численность слоевищ на площадке увеличивается в условиях нарастания уровня загрязнения в ряду от Абрам-мыса к Мосту. Однако в сравнении с данными, представленными за 2005 год (рисунок 1), численность представителей сообщества *Fucus Vesiculosus* Кольского залива на изучаемых площадках в 2020 году уменьшилась в точке "Мост" в 4,2 раза, а в точке "Абрам-мыс" почти в 3,8.

В сообществе все большую роль начинают играть молодые особи. Это объясняется тем, что при повышении уровня антропогенного воздействия более молодые растения обладают большей активностью, а следовательно, большей устойчивостью к изменению среды обитания, чем более взрослые особи популяции (рисунок 2).

Средняя масса слоевищ на площадках становится заметно меньше, что сохраняет тенденцию за 2005 год.

Удельная поверхность популяции значительно увеличивается в направлении к наиболее загрязняемой зоне ("Мост"), что повторяет общую картину

за 2005 год. Слоевища становятся более плоскими и тонкими, что позволяет им вести более интенсивный обмен с окружающей водной средой, чтобы компенсировать увеличение трофической нагрузки.

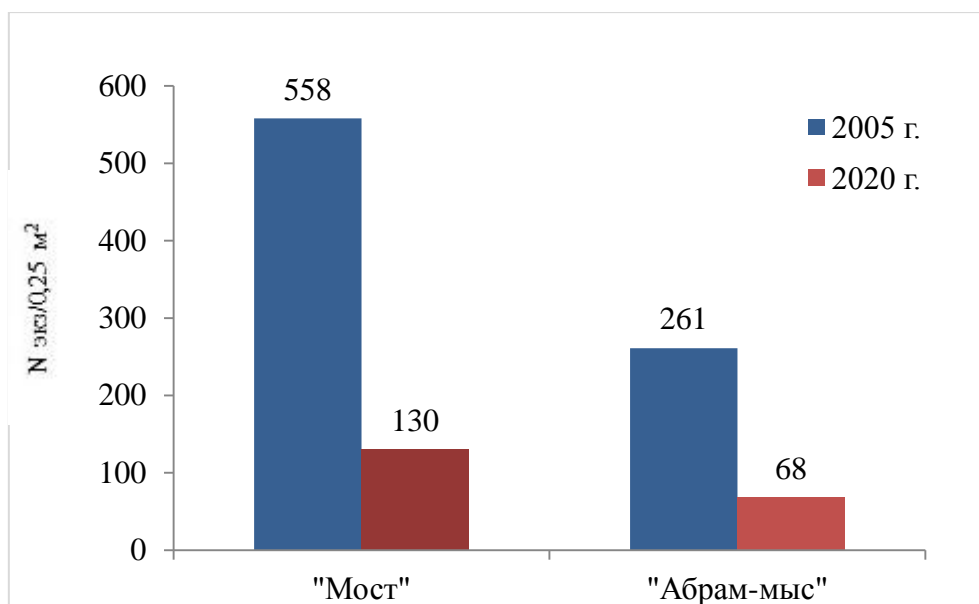


Рисунок 1 – Общая численность слоевищ на площадках "Мост" и "Абрам-мыс" в 2005 и 2020 гг.

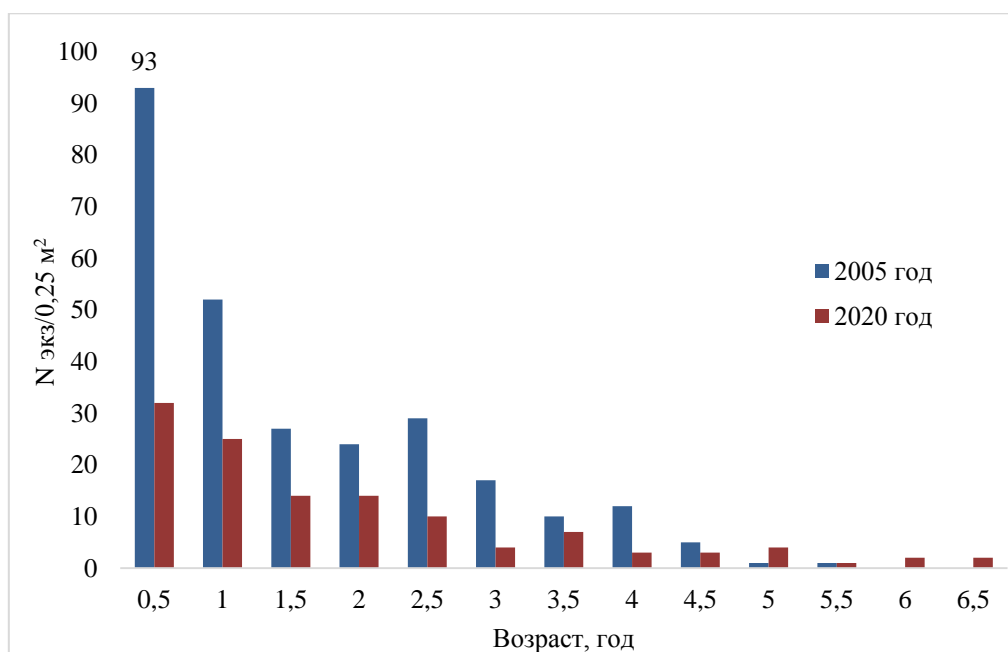


Рисунок 2 – Суммарная численность возрастных групп за 2005 и 2020 года в точке "Мост"

Проведенное исследование позволяет увидеть, что структурные изменения литорального фитоценоза свидетельствуют о продолжающемся угнетении сообщества макрофитов Кольского залива. Это может служить подтвер-

ждением усиления антропогенной нагрузки на прибрежные зоны Кольского залива за последние 15 лет.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2019 году. URL: file:///C:/Users/Вера/Downloads/Doklad_za-2019-god.pdf (дата обращения 05.11.2020).

2. Завалко С. Е., Шошина Е. В. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив, Баренцево море) // Вестник МГТУ. 2008. № 3. С. 423–431

3. Широнина А. Ю. Инженерная защита окружающей среды : дипломная работа : специальность 280202 / Широнина Анастасия Юрьевна ; Мурманский государственный технический университет. Мурманск, 2006. 109 с.

К вопросу об экологической безопасности Арктического региона.

Экологические риски в арктической зоне

на примере северо-запада РФ

Судак С. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: sudaksn@mstu.edu.ru)

Аннотация. Предметом статьи является проблема экологической безопасности Арктического региона, необходимость особого режима природопользования и мониторинга загрязнения береговой экосистемы.

Abstract. The Subject of the article is the problem of environmental safety of the Arctic region, the need for a special regime of nature management and monitoring of pollution of the coastal ecosystem.

Ключевые слова: экологическая безопасность, арктическая зона, разливы нефти и нефтепродуктов, нефтяные загрязнения шельфовые районы арктических морей, экосистемы

Key words: environmental safety, the Arctic zone, oil and oil product spills, oil pollution, shelf areas of the Arctic seas, ecosystems

Проблема экологической безопасности Арктического региона требует особого внимания. Арктические береговые экосистемы отличаются крайне низкой устойчивостью к техногенному воздействию и требуют всесторонней оценки потенциальных экологических рисков с учетом имеющихся представлений о геоморфологии и литодинамике береговой зоны арктических морей.

В настоящее время, в соответствии принятым в 2019 года промежуточным решением подкомиссии ООН, арктическая зона РФ континентального шельфа составляет более 4,1 млн. км², из них береговая линия России в Северном Ледовитом океане составляет 20 тыс.км. Шельфовые районы арктических морей РФ оцениваются как наиболее перспективные в нефтегазовом отношении, это более 2/3 мировых арктических шельфовых нефтегазовых месторождений. Что составляет около 80 % общероссийских разведанных запасов газа промышленных категорий, из них 70 % находятся на шельфе Баренцева и Карского морей [2; 6; 8].

Интенсивное освоение шельфовых месторождений РФ, наращивание хозяйственной деятельности с высокой степенью техногенной нагрузки в северных широтах создает потенциальную опасность нефтяных загрязнений арктических морей РФ. В пределах Арктической зоны РФ сосредоточены крупные объекты нефтегазовой отрасли такие, как: морские ледостойкие плат-

формы, терминалы различного типа, нефте- и газопроводы, предприятия по добыче и переработке газа, нефти и нефтепродуктов, склады нефтепродуктов. Так, береговая арктическая зона Дальнего Востока насчитывается 47 потенциально опасных производственных объектов (ОПО), химически опасные объекты, взрывопожароопасные объекты, том числе один радиационноопасный объект – Билибинская АЭС. В перспективе планируются исследовательские работы по поиску углеводородного сырья на шельфе Восточно-Сибирского, Чукотского и Берингова морей с целью дальнейшего их освоения и добычи [1].

Не исключение Северо-Западный регион РФ. На берегу Баренцева моря впервые в мировой практике в арктических условиях был построен и введен в эксплуатацию в 2008 году нефтеотгрузочный терминал ОАО "Варандейский терминал", позволяющий осуществлять круглогодичную отгрузку нефти среди полярных льдов в объеме свыше 12 млн. тонн. Стационарный морской ледостойкий отгрузочный причал (СМЛОП) находится на расстоянии 22 км от берега. Кроме того, в акваториях Баренцева и Белого морей расположены морские торговые и рыбные порты, крупные нефтеперегрузочные терминалы, базируется Северный флот. Эксплуатируется комплексная инфраструктура по добыче и отгрузке нефти нефтегазовых месторождений Тимано-Печорской провинции. На этом фоне актуальными становятся разработки эффективных мероприятий по мониторингу, снижению токсических нагрузок на экосистемы, предотвращению и устранению последствий разливов нефтепродуктов [8].

Потенциальные экологические риски. Разработка арктических месторождений углеводородного сырья создает потенциальные экологические риски. Природные условия Арктики, глобальное потепление, ведущее к расширению "свободной воды", природно-климатические условия Заполярья увеличивают вероятность потенциальных крупных разливов нефти на море, что может привести к разрушению экосистемы региона в целом. Нефтяные разливы в море могут произойти на любом из этапов добычи, хранения или транспортировки сырья и нефтепродуктов. Потенциальными источниками разливов нефти могут стать аварийные ситуации с участием нефтеналивных танкеров, выбросы или утечки из резервуаров для хранения нефтепродуктов, утечки из трубопроводов береговой зоны или подводных трубопроводов, фонтанирование скважины во время подводной разведки или добычи.

Методы ликвидации и реагирования при разливах нефтепродуктов.

В мировой практике, естественное восстановление экосистемы (самоочищение морской среды) является приоритетным. Однако это возможно, если токсическая нагрузка на экосистему не превысила допустимых пределов. В этом случае, процессы распространения и взаимодействия нефтяного разлива с морской средой включают: физический перенос, эмульгирование, окисление, деструкцию, микробное разложение, агрегирование, растворение и седиментацию. В результате, нефть теряет свои первоначальные свойства, разделяется на группы углеводородов и фракции, состав и химическая структура которых трансформируются, а содержание падает в результате рассеивания и распада вплоть до исчезновения [2; 3].

Большинство доступных методов очистки (механизированные, немеханизированные, ручные; физико-химического и механического взаимодействия нефтепродуктов с осадками) способны причинять вторичный вред окружающей среде, помимо самого разлива. Некоторые из них могут вызывать серьезные повреждения рельефа, растительных и животных биоценозов, существенно задерживать процесс естественной регенерации.

Выбор приемлемых методов ликвидации разливов нефти осуществляется на основе анализа суммарной экологической выгоды и должен основываться на научных принципах, с учётом длительности ледового периода, типа аварийных ситуаций, модели распространения нефтяного пятна (дрейфа, растекания и пр.), особенности взаимодействия нефти с различным субстратом, особенности распределения углеводородов в высокоширотных экосистемах (в импактных и фоновых районах), а также с учётом гидродинамической активности среды [4].

В настоящее время выбор возможных методов реагирования, способов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений возможен с использованием карт экологической чувствительности ESI для арктических берегов. Современная Международная система индексов экологической чувствительности (ESI – Environmental Sensitivity Index, 2002г) адаптирована к арктическим условиям и отражает комплексную экспертную оценку экологической чувствительности, характеризует интегральную восприимчивость берегов к разливам нефти и нефтепродуктов.

В системе ESI насчитывается 10 основных уровней (индексов): от 1 (низкая чувствительность) до 10 (высокая чувствительность). В основе лежат базо-

вые принципы, суть которых в том, что чувствительность к нефти возрастает по мере увеличения защищенности берега от воздействия волн, проникновения нефти в подстилающий слой почвы, времени естественного удержания нефти на берегу и биологической продуктивности береговых и прибрежных сообществ [6].

Отдельные уровни ESI включают 25 типов берегов, обозначаемых буквенными индексами. Каждый тип имеет утвержденную цветную кодировку в соответствии с увеличением индекса экологической чувствительности от холодного цвета к теплomu. Это обеспечивает идентификацию экологической чувствительности берега при картографировании и работе с геоинформационными системами, позволяет выделять наиболее ранимые (чувствительные) и более устойчивые к загрязнению участки [2; 5].

Согласно международной методике ESI в основу ранжирования положены три основных фактора:

1. характеристика береговой линии (гранулометрический состав отложений, профиль береговой зоны), определяющая возможность проникновения и/или захоронения нефти на берегу и их перемещения;
2. воздействие волнения и приливной энергии, определяющее время естественной устойчивости (сохранности) нефти на берегу;
3. общая биологическая продуктивность и чувствительность берега.

Основная задача таких карт – разработка тактики и стратегии реагирования ликвидаторов нефтяного разлива. Карты экологически уязвимых зон являются основанием для принятия оптимального решения при устранении аварии.

Эколого-геоморфологический подход, основанный на базовых принципах ранжирования берегов в соответствии с международной системой индексов ESI, является ее более широким аналогом, дополняющим упрощенную типизацию по отдельным критериям ранжирования. Геоморфологический анализ способен нивелировать недостаток информации о берегах труднодоступных районов [2; 5].

Согласно международной методике ESI, меньшей чувствительностью к углеводородному загрязнению обладают открытые скалистые абразионные берега, выработанные в прочных коренных породах, и ледяные берега (индексы 1А и 1С). Наиболее чувствительными к разливам нефти в море являются низменные, пойменные участки дельтовых берегов и устьевое взморье [6].

Использование карт экологической уязвимости (чувствительности) окружающей среды от нефти не имеет в России такого широкого применения, как в западных странах. Единой электронной базы систематизированных данных в Российской Федерации пока не существует.

Оценка общей уязвимости Баренцева моря и Кольского залива. В настоящее время карта экологически уязвимых зон по ESI для Баренцева моря только разрабатывается. Научно-исследовательские работы в этом направлении ведут российские ученые Шавыкин А.А., Ильин Г.В., Калинка О. П., Ващенко П.С., Блиновская Я. Ю., Гаврило М. В., Шилин М. Б. и др.

С точки зрения уязвимость акватории Баренцева моря, пелагиали и (в определенной степени) донных сообществ без учета воздействия нефти на берег, наиболее уязвимыми являются районы Баренцева моря вблизи побережья Кольского полуострова – это небольшой участок вдоль побережья Мурмана и западное побережье Новой Земли [9].

В научных работах Калинка О. П., Ващенко П.С. дана оценка общей уязвимости Кольского залива в соответствии с существующими картами экологически уязвимых зон по ESI. Общая уязвимость Кольского залива оценена из вклада каждого из типов побережья по ESI в общей протяженности береговой линии Кольского залива. Распределение чувствительности береговой линии следующее: берега с индексом 1 – 23,6% (главным образом в южном колене), с индексом 2 – 34,2 % (преимущественно в северном колене), с индексом 3 – 0,5 %, с индексом 4 – 1,0 %, с индексом 6 – 14,0 %, с индексом 7 – 26,1 % (с максимальной протяженностью на западном берегу среднего колена), с индексом 8 – 0,3 %. Берега с индексами 5, 9 и 10 на карто-схеме чувствительности Кольского залива не выявлено.

Повышенным индексом чувствительности отмечены осыхающие отмели залива в районе Абрам-мыса, п. Минькино, Северо-западное побережье среднего колена залива мелководье в кутовой части залива и устье р. Лавна. Побережье от м. Мохнаткин до м. Чалмпушка, восточное побережье на самом юге среднего колена Кольского залива – ESI=7. В губах Средняя, Тюва и Большая Волоковая восточного побережья осыхающим отмелям и каменным осыпям присвоен индекс ESI = 6. Максимально уязвимыми в Кольском заливе являются берега близ о. Сальный с плоскими пляжами и зарослями из водорослей и трав (индекс ESI = 8) [7].

Таким образом, наиболее чувствительными являются берега западного побережья Кольского залива в южном и особенно среднем колене, где пре-

обладают осыхающие отмели, поэтому они требуют приоритетной защиты в случае нефтяного загрязнения.

Наращивание хозяйственной деятельности в высоких широтах должно осуществляться исключительно на основе бережного отношения к экологической системе Арктики. Шельфовые районы и береговая линия арктических морей Российской Федерации соответствуют высокому индексу экологической чувствительности и требуют первоочередной защиты в случае возникновения разлива нефти. Этот фактор должен учитываться и быть приоритетным при освоении шельфовых месторождений, при разработке природоохранных мероприятий, при планировании и проведении мероприятий по ликвидации ЧС с разливом углеводородного сырья.

В арктических районах добычи, перевалки и транспортировки углеводородного сырья необходимо создавать соответствующие объекты инфраструктуры, разрабатывать и вводить спутниковый и наземный мониторинг.

Российской Федерации нужна Единая электронная база систематизированных данных, в виде карт экологически уязвимых зон арктических морей. Современная Международная система индексов экологической чувствительности (ESI – Environmental Sensitivity Index) адаптированная к арктическим условиям позволит оперативно принимать решения в чрезвычайной ситуации и эффективно планировать действия по ликвидации разливов нефти.

Библиографический список

1. Демчишин И. В., Проблемы совершенствования системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Дальневосточного федерального округа в современных условиях // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2010. № 4. С. 65–71.
2. Ермолов А. А. Экологическая безопасность арктических берегов России: углеводородное загрязнение и методы восстановления // Научно-технический сборник вести газовой науки. 2017. № 5(33). С. 116–124.
3. Руководство по ликвидации разливов нефти на морях, озерах и реках. СПб. : ЦНИИМФ, 2002. 344 с.
4. Немировская И. А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки) / под ред. А. П. Лисицына. М. : Научный мир, 2013. 432 с.
5. Petersen J. [et al.]. Environmental Sensitivity Index guidelines. Version 3.0 // NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11. Seattle, Washington. 2002. 192 p.

6. Petersen J. [et al.]. Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 4.0. URL: http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ESI_Guidelines.pdf.

7. Калинка О. П. Оценка уязвимости акватории Кольского залива и чувствительности его берегов при разливах нефти : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.28. Мурманск, 2015г. 164 с.

8. Варандейский терминал // ООО "ЛУКОЙЛ-Транс" : сайт. URL: <http://trans.lukoil.ru/ru/About/Structure/VarandeyTerminal>.

9. Шавыкин А. А., Ильин Г. В. Оценка интегральной уязвимости Баренцева моря от нефтяного загрязнения = An Assessment of the integral vulnerability of the Barents sea from oil contamination. –Мурманск : ММБИ КНЦ РАН, 2010. 109 с.

Анализ состояния почвы, находящейся под влиянием автотранспорта

Яшкина А. А., Воронцова А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: anna_yashkina@mail.ru)

Аннотация. Проведен анализ состояния почв, подверженных воздействию автомобильного транспорта. Загрязняющие вещества являются продуктами сгорания топлива и износа деталей. Превышение предельно-допустимых концентраций загрязнителей не обнаружено.

Abstract. This article analyzes the state of soils affected by road transport. The pollutants are products of fuel combustion and component wear. No excess of the maximum permissible concentrations of pollutants was detected.

Ключевые слова: почва, загрязнение, автомобильный транспорт, тяжелые металлы

Key words: soil, pollution, automobile transport, heavy metals

С каждым годом количество автомобильного транспорта и протяженность дорог увеличивается, также вместе с этим возрастает и антропогенная нагрузка на придорожную почву. Благодаря этому создаются условия, в которых почва не сможет выполнять свои экологические функции.

Загрязнение почв Мурманской области происходит из-за отходов производства, бытовых отходов, загрязнений за счет выбросов стационарных и передвижных источников в соответствии с докладом о состоянии и об охране ОС Мурманской области [1].

На территории области в настоящее время производится контроль за антропогенным загрязнением почв. В состав анализируемых показателей вошли следующие соединения: никель, кадмий, нефтепродукты, цинк, ртуть, свинец, медь.

При деятельности, связанной с природопользованием, важной задачей становится оценка качества окружающей среды. Для ее проведения нужно разработать стратегию рационального использования ресурсов, установление предельно допустимых нагрузок на среды.

Для оценки качества окружающей среды необходимо удовлетворительная работа экологического мониторинга. Целью экологического мониторинга является регулирование качества окружающей среды.

Почва – это исчерпаемый природный ресурс. При нерациональном использовании данного ресурса происходит деградация почвы, поскольку в данных условиях она не успевает восстановиться.

Исследование покрова почвы производится для определения функций, которые она обязана выполнять для процветания жизнедеятельности биоценозов и биосферы [2].

Современную жизнь человека невозможно представить без автомобильного транспорта. Это один из распространенных видов передвижения пассажиров и грузов. Но, несмотря на все свои плюсы, он является крупным источником загрязнения окружающей среды.

Источниками антропогенного воздействия на придорожные территории при эксплуатации автомобильного транспорта являются [3]:

- автомобильный транспорт;
- инженерные сооружения дорог, дорожное полотно;
- автозаправочные станции.

В Мурманской области протяжённость автомобильных дорог общего пользования составила 3553,6 км. Из них дороги федерального значения – 561,1 км, регионального или межмуниципального – 2020,9 км, местного – 971,6 км [4].

Загрязнение автомобильными выбросами придорожных территорий накапливается постепенно и сохраняется на долгие годы. Такое воздействие зависит от количества автомобильного транспорта проходящего рядом.

Один автомобиль при пробеге 15 тыс. км сжигает в среднем 2 т топлива, около 26–30 т воздуха, в том числе 4–5 т кислорода, что в 50 раз больше потребностей человека. При этом выбросы составляют: угарного газа – 700 кг/год, диоксида азота – 40 кг/год, несгоревших углеводородов – 230, твёрдых веществ – 2-5 кг/год [5].

На придорожную территорию попадают такие элементы, как алюминий, кобальт, медь, железо, марганец, свинец, никель, фосфор, цинк при истирании покрышек. А медь и цинк поступает из-за эксплуатации подшипников, вкладышей, тормозных масел. Кадмий поступает в ОС в результате износа шин и истирания асфальтобетона. Никель и хром продукты износа покрытий кузовов [6].

Загрязняющие вещества, поступающие от автомобильного транспорта, накапливаются на верхних слоях почвы. Таким образом, они попадают в растения, грибы и ягоды.

Объектом исследования в данном исследовании являются отобранные пробы почвы на придорожной территории города Мурманска.

При проведении работы пробу отбирали с придорожной территории Восточно-объездной дороги в пределах города Мурманска. Для определения масштабов загрязнения было выбрано 5 точек для взятия проб, расстояние между которыми 15 м (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение точек отбора проб

Исследование отобранных проб почв было осуществлено по различным показателям: содержание азота и фосфора, массовое содержание цинка, свинца, меди, кадмия, марганца и железа. Также был проведен сравнительный анализ полученных результатов с ПДК в соответствии ГН 2.1.7.2041-06. "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве".

Наименьшее значение общего азота было определено в 1 точке (0,112 масс. %), а наибольшее – в точке 5 (0,229 масс. %). Наименьшее значение валового фосфора было определено в 1 точке (0,129 масс. %), а наибольшее – в точке 4 (0,226 масс. %).

Наименьшее значение цинка было определено в 5 точке (4,769 мг/кг), а наибольшее – в точке 2 (5,650 мг/кг). Значения концентраций цинка во всех пробах находятся в пределах нормы (ПДК = 23 мг/кг). Наименьшее значение свинца было определено в 4 точке (1,378 мг/кг), а наибольшее – в точке 2 (2,516 мг/кг). Значения концентраций свинца во всех пробах находятся в пределах нормы (ПДК = 32 мг/кг).

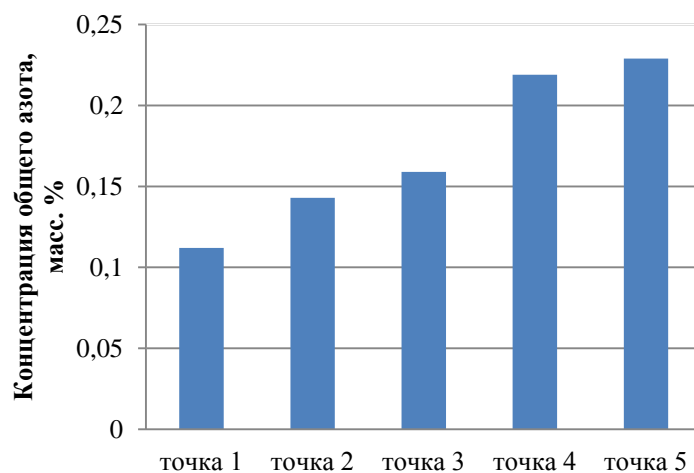


Рисунок 2 – Массовое содержание общего азота

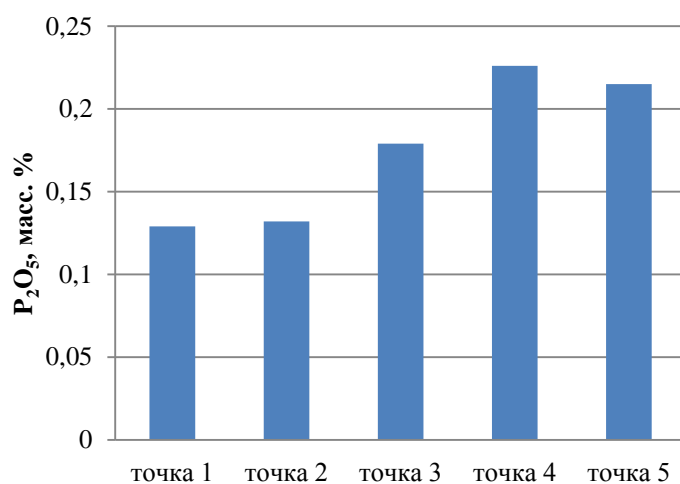


Рисунок 3 – Массовое содержание валового фосфора

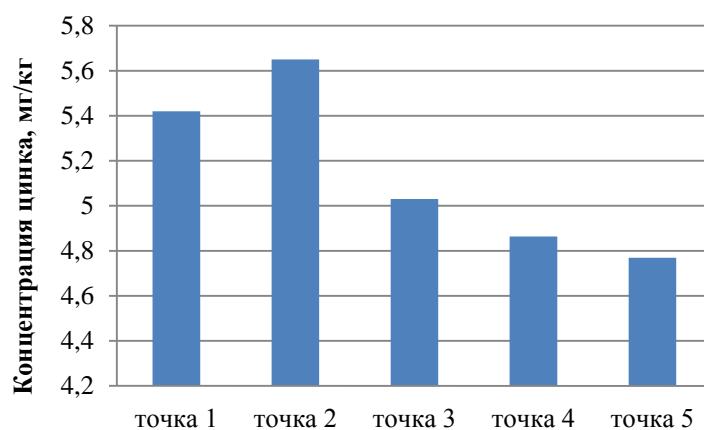


Рисунок 4 – Концентрация цинка в пробах почвы

Наименьшее значение меди было определено в 4 точке (0,780 мг/кг), а наибольшее – в точке 1 (1,750 мг/кг). Значения концентраций меди во всех

пробах почв находятся в пределах нормы (ПДК = 3 мг/кг). Наименьшее значение кадмия было определено в 5 точке (0,103 мг/кг), а наибольшее – в точке 1 (0,522 мг/кг). Значения концентраций кадмия во всех пробах почв находятся в пределах нормы (ПДК = 1 мг/кг).

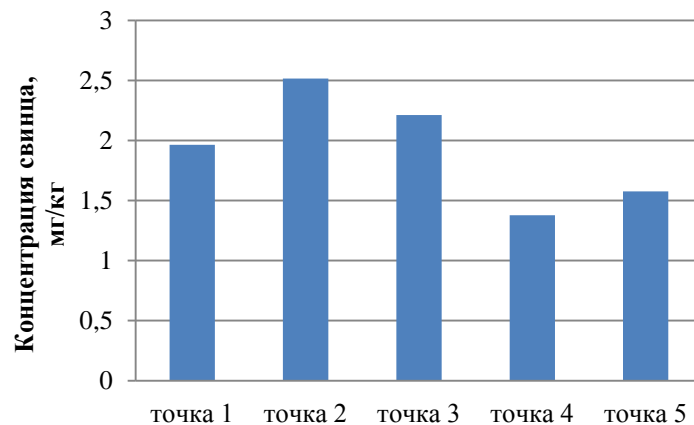


Рисунок 5 – Концентрация свинца в пробах почвы

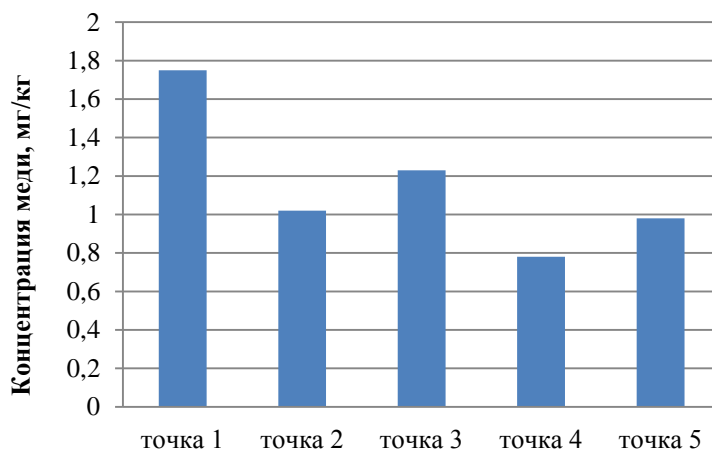


Рисунок 6 – Концентрация меди в пробах почвы

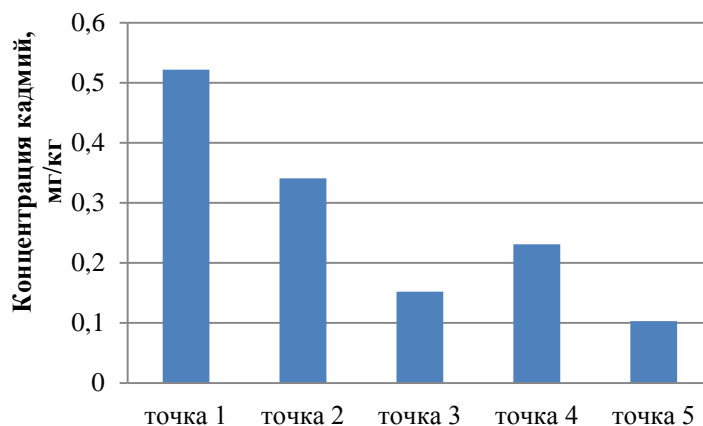


Рисунок 7 – Концентрация кадмия в пробах почвы

Наименьшее значение марганца было определено в 3 точке (43,540 мг/кг), а наибольшее – в точке 1 (69,340 мг/кг). Значения концентраций марганца во всех пробах почв находятся в пределах нормы (ПДК = 300 мг/кг). Наименьшее значение железа было определено в 4 точке (188,750 мг/кг), а наибольшее – в точке 1 (248,350 мг/кг).

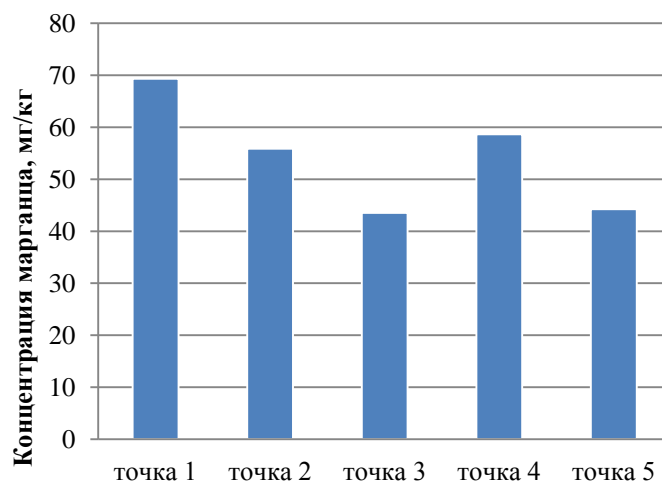


Рисунок 8 – Концентрация марганца в пробах почвы

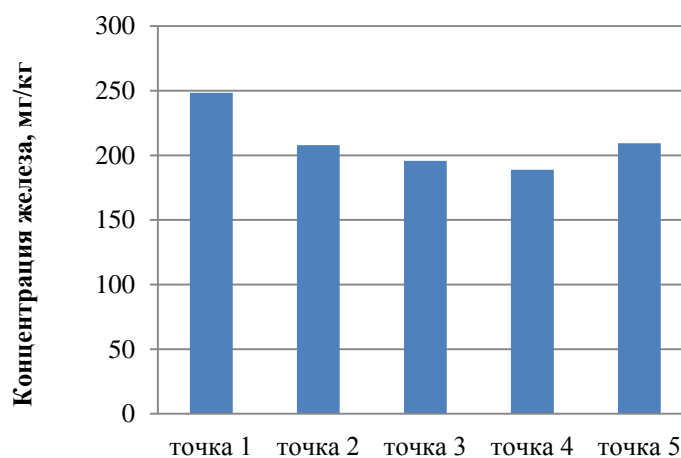


Рисунок 9 – Концентрация железа в пробах почв

Определение ориентировочной оценки опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения проводится согласно МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест".

Для определения данной оценки необходимо рассчитать суммарный показатель загрязнения по формуле:

$$Z_c = \sum(K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1), \quad (1)$$

где Z_c – суммарный показатель загрязнения;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Коэффициент концентрации химического вещества определяется по следующей формуле:

$$K_c = C_i/C_{\phi i}, \quad (2)$$

где C_i – фактическое содержание химического вещества в почве, мг/кг;

$C_{\phi i}$ – фоновое содержание химического вещества в почве, мг/кг [7]

Результаты расчета суммарного показателя загрязнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – результаты расчета суммарного показателя загрязнения почв

№ точки отбора проб	Z_c
1	13,02
2	12,71
3	10,12
4	6,90
5	6,93

По результатам расчета, анализируемые пробы почв относятся к допустимой категории загрязнения (Z_c менее 16).

Заключение. В ходе исследования было рассмотрено состояние почв придорожной территории города Мурманска, проведен анализ агрохимического состава отобранных проб почв по следующим показателям: содержание азота и фосфора, массовое содержание цинка, свинца, меди, кадмия, марганца и железа. Полученные данные сопоставили с предельно допустимой концентрацией данных веществ в почве.

Повышенное содержание в почве азота и фосфора является показателем плодородия почв. Наибольшее содержание общего азота соответствует 5 точке (0,229 масс. %), а содержание фосфора в 4 точке (0,226 масс. %). Наименьшее значение азота и фосфора наблюдается в 1 точке (азот – 0,112 масс. %, фосфор – 0,129 масс. %). Можно сделать вывод, что почва вблизи дороги подвержена воздействию автомобильного транспорта. По остальным контролируемым показателям (цинк, свинец, медь, кадмий, марганец) полученные результаты не превышают ПДК химических веществ в почве.

Также в ходе работы была определена ориентировочная оценка опасности загрязнения почв. По результатам расчета, анализируемые пробы почв относятся к допустимой категории загрязнения. Проведенный агрохимический анализ состава почв помог составить представление о состоянии загрязненности придорожных почв города Мурманска.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2018 году. URL:: <https://gov-murman.ru/bitrix/components/b1team/govmurman.element.file/download.php?ID=304613&FID=317267> (дата обращения: 05.04.2020).

2. Ефремова С. Ю., Шарков Т. А., Лукьянец О. В. Экологический мониторинг загрязнения почв // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 568–571.

3. Клещ С. А., Дороговцев А. П. Негативное воздействие автомобильного транспорта на почву // Вестник Череповецкого государственного университета. 2008. № 4(19). С. 102–106.

4. Общая протяженность дорог Мурманской области // Мурманский вестник : сайт. URL: <https://www.mvestnik.ru/news/obwaya-protyazhennost-dorog-v-murmanskoj-oblasti-35536-km/> (дата обращения: 05.04.2020).

5. Лобанов А. И. Оценка воздействия выбросов автотранспортных средств на воздушную среду города и их минимизация : дис. ... канд. техн. наук : 03.00.16. Красноярск, 2004. 150 с.

6. Левкин Н. Д., Лазеба А. В. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами зоны движения автомобильного транспорта // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 1. С. 5360.

7. Белов, Н. П., Барановская А. В. Почвы Мурманской области. Л. : Наука, 1969. 147 с.

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Системный подход к управлению организацией (на примере промышленного рыболовства)

Гапоненкова Н. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет" кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: gaпоненkovanb@mstu.edu.ru)

Аннотация. Представлены и кратко охарактеризованы проблемы управления организацией на примере промышленного рыболовства, а также показана практика применения системного подхода к функционированию предприятий рыбохозяйственного комплекса.

Abstract. Main problems of industrial fishing in Murmansk region are briefly introduced and characterized in this paper. Also there perspectives of fishing industry development in North Basin were described.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, водные биологические ресурсы, устойчивое развитие организации, эколого-экономический подход

Key words: industrial fishing, quota, aquatic biological resources, fleet, port, ship repairing, fish processing, aquaculture

В философии системный подход означает формирование системного взгляда на мир, в основе которого лежат идеи целостности, сложной организованности исследуемых объектов и их динамизма. Основой такого системного подхода является признание целостности сложных объектов, его границ и наличия у него внутренних и внешних связей.

Актуальность системного подхода к построению и функционированию организации в условиях современного мирового экономического пространства состоит в необходимости построения эффективной системы управления организации [1].

Существование социально-экономической системы в любом ее виде и любой форме имеет две взаимосвязанные тенденции: функционирование и развитие (рисунок 1).

Функционирование – это поддержание жизнедеятельности, сохранение функций, определяющих ее целостность, качественную определенность, существенные характеристики, это изменения, не изменяющие основных характеристик системы, поддерживающие основные пропорции и соотношения в системе, это изменения регуляторного типа.

Функционирование организации представляет собой комплекс изменений, необходимых для поддержания целостности и стабильности состоя-

ния организации, устранения отклонений от необходимых параметров ее существования.



Рисунок 1 – Функционирование и развитие организации

Развитие – это приобретение нового качества, укрепляющего жизнедеятельность в условиях изменяющейся среды, комплекс изменений, последовательно меняющих состояние системы, ее характеристики.

Развитие организации – это изменение ее качества, повышающее жизнеспособность, эффективность и открывающее новые возможности в реализации ее целевых установок.

Функционирование и развитие организации теснейшим образом взаимосвязаны. Они отражают диалектическое единство основных тенденций социально-экономической системы.

Главным направлением деятельности менеджеров в организации становится стратегическое управление, так как поведение организации в условиях, когда все взаимосвязанные предприятия действуют по собственному усмотрению, не может быть объектом точного прогнозирования и планирования. Эта модель утверждает единство системной многоплановости и сложности внешней среды.

Эффективность организации при этом оценивается как системная целесообразность, учитывающая ее способности к саморегулированию и самоорганизации, а также к достижению целей и изменению внешних условий и факторов. В центре внимания при оценке эффективности оказываются так

называемые "входы" в систему, т. е. ресурсы, получаемые из окружающей среды.

При оценке этой модели необходимо учитывать, что, несмотря на большое значение окружающей среды, она лишь определяет правила игры. Внутренняя среда любой организации, которая формируется под воздействием непрерывно принимаемых руководством управленческих решений, реально определяет уровень системной эффективности.

Промышленное рыболовство, как компонент "Добыча" многофункционального комплекса "Рыбное хозяйство" и основной источник сырьевой обеспеченности отрасли, на современном этапе своего развития является сложной системой, которая состоит из следующих взаимосвязанных компонентов:

1. сырьевая база рыболовства;
2. технические средства добычи водных биологических ресурсов (промысловые суда, орудия рыболовства, промысловое вооружение и инвентарь, промысловые механизмы);
3. технологии промысла;
4. организационно-управленческие системы промысла.

Функционирование комплекса "Промышленное рыболовство" направлено на достижение единой цели развития отечественного рыболовства – рациональную эксплуатацию биоресурсов Мирового океана как объекта эффективного природопользования.

Запасы ВБР зависят от многих факторов: состояния окружающей среды, изменений климата, из-за производственной деятельности рыбопромышленников (перелов, загрязнения и т. п.). И одной из глобальных проблем в настоящее время является переэксплуатация биоресурсов.

Основной задачей совершенствования организации ведения добычи ВБР на современном этапе, решение которой направлено на повышение эффективности рыбодобывающей деятельности, становится достижение баланса между ее количественными и качественными показателями, базирующегося на системном подходе к процессам и организационно-управленческим системам [2].

Целевой установкой развития организации должно быть стремление к устойчивому развитию на основе экологичности промысла. Это необходимо для того чтобы развиваясь и увеличивая прибыль рыбопромышленники не забывали о необходимости рационального использования биоресурсов. Для этого нужно проводить техническую и технологическую модернизацию пред-

приятый. Однако, последние годы в управлении отечественным рыболовством предприятия встречаются с непрерывными изменениями нормативно-законодательной базы эксплуатации ВБР и организационной структуры управления. Это приводит к высоким рискам, с которыми сталкиваются рыбопромышленники. Предприятия могут планировать стратегию своего развития не более, чем на год. И как следствие, не могут привлекать инвестиции для обновления своей технической базы, инноваций в области технологии ведения промысла, соблюдения экологичности промысла. От этого зависит качество и объем биоресурсов, а, следовательно, и гармонизация функционирования предприятий.

Эффективность и оптимальное функционирование системы "Рыболовство" должны обеспечиваться комплексом организационно-управленческих подходов, основанных на системной организации ведения рыбодобывающей деятельности и научного управления процессами. Следовательно, одними из основных задач науки и практики современного промышленного рыболовства являются:

1. оптимизация организационных рыбодобывающих систем и систем управления процессом лова, режимов работы рыбопромысловых судов во взаимосвязи с планированием и организацией экологичной, рациональной рыбопромысловой деятельности;
2. оценка экономической эффективности с целью повышения количественных и качественных показателей рыболовства.

Опыт стран по управлению ВБР показывает необходимость формирования новых подходов к защите биоресурсов от истощения и обеспечения контроля за промысловыми усилиями рыбодобытчиков. Например, Норвегия разработала систему борьбы с приловами и сбросами, что обеспечивает политику рационального рыболовства. Исландия ориентирует рыбопромышленников на увеличение прироста стоимости рыбных товаров за счет глубокой переработки и качества. Усилия рыбопромышленников нацелены на объединение экологических и экономических ориентиров развития: сохранение биоресурсов на достаточном уровне ведет к устойчивому прогнозируемому развитию рыбопромышленных предприятий.

Конкретными результатами функционирования системы "Рыболовство" должны стать:

1. научно обоснованные усовершенствованные схемы организации ведения добывающей деятельности – развитие ресурсосберегающего промысла;

2. усовершенствованная система планирования добывающей деятельности с учетом экосистемного подхода;
3. экологическая сертификация рыболовства;
4. разработанный математический инструментарий по определению экономической эффективности функционирования добывающих систем и оптимизации рыболовных процессов и т. д.

Данные результаты должны оказать существенное воздействие на повышение эффективности организации рыболовства, что может стать возможным в случае обоснованного определения объекта, на который должны быть направлены управляющие воздействия для достижения названных результатов.

Ведение рыбодобывающей деятельности является основным производственным процессом единого производственного механизма "добыча – переработка – транспорт – сбыт" и представляет собой систему "Промысел". Функционирование такой финансово-технологической цепочки обеспечивается взаимосвязанными и взаимообусловленными потоковыми процессами на всех этапах жизненного цикла продукта промысла [3].

Библиографический список

1. Ямашкин Ю. В., Новокрещенова О. А. Системный подход к организации. Саранск : МГУ им. Н. П. Огарёва, 2016. 195 с.
2. Лисиенко С. В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере Дальневосточного региона) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2014. № 1. С. 18–28.
3. Лисиенко С. В. Организация и планирование промышленного рыболовства. М. : Моркнига, 2012. 235 с.

Некоторые аспекты инновационного развития российской экономики

Кузьменко В. М. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: kuzmenkovm@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы и перспективы инновационного развития экономики Российской Федерации на современном этапе.

Abstract. The paper considers the problems and prospects of innovative development of economy of the Russian Federation at the present stage.

Ключевые слова: инновационная экономика, инновации, инновационная деятельность инновационно-промышленная политика, национальная инновационная система

Key words: innovative economy, innovative industrial policy, sources of financing, competitiveness, national innovation system

Современное состояние и будущее российской экономики, ее место и роль в мировой экономике неразрывно связано с инновационным вектором развития. На сегодняшний день правительством Российской Федерации определена стратегическая цель государственной политики в области научно-технического развития на перспективу в соответствии с которой к 2030–2035 годам Россия должна войти в пятерку ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки соответствующие современным направлениям развития науки и техники. Но эта цель не нова, ее решение еще в начале XXI века многие исследователи связывали с необходимостью модернизации государственной промышленной политики. Именно тогда предлагалось реализовать в стране промышленно-инновационную политику, направленную на формирование национальной инновационной системы, способной обеспечить эффективное взаимодействие науки, бизнеса и государства. Была определена и цель политики, а именно повышение эффективности использования ресурсов, развитие научно-технического потенциала, интеграция экономики в систему международного разделения труда, обеспечение национальной безопасности. Государством были сформулированы ряд задач инновационно-промышленной политики таких как: определение пути, методов и механизмов превращения инноваций в новые конкурентоспособные технологии, товары и услуги.

Длительные дискуссии по данному вопросу и объективная необходимость поддержки инновационной развития нашли отражение в ряде доку-

ментов, принятых за последнее время правительством Российской Федерации. В частности речь идет о "Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации"; Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года"; Федеральный закон "О промышленной политике в Российской Федерации". В данных документах были определены и сформулированы современные цели и задачи промышленной политики, к которым в частности можно отнести:

- формирование высокотехнологичной, конкурентоспособной промышленности, способствующей переходу экономики государства к инновационному типу развития;
- обеспечение национальной безопасности государства;
- обеспечение занятости населения и повышение уровня жизни граждан Российской Федерации [1].

Для реализации поставленных целей и задач государством сегодня определены основные направления промышленной политики в РФ, к которым в частности можно отнести: организацию финансовой поддержки инновационной деятельности; создание государственных фондов развития и информационной системы промышленности.

В соответствии с Федеральным законом "О промышленной политике в Российской Федерации" в РФ было создано Федеральное государственное автономное учреждение "Российский фонд технологического развития" (ФРП), задачей которого стала поддержка инновационных проектов, "цифровизация действующих производств"». За время работы Фонда было профинансировано более 700 проектов в 71 регионе страны [6]. Такие же фонды создавались и действуют в регионах, примером может служить, созданный в Мурманской области "Фонд развития малого и среднего предпринимательства Мурманской области" (НМК "ФОРМАП").

Вопросы финансирования инновационной деятельности по-прежнему являются актуальными. На сегодняшний день, основными источниками финансирования фундаментальных исследований и разработок являются средства федерального бюджета, а также средства фондов поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности. Получателями средств государственной поддержки становятся Институты инновационного развития, чей статус и особый порядок финансирования инновационной деятельности определяется законами федерального уровня [2].

Таблица 1. Структура расходов на НИОКР по источникам финансирования

Страна (регион)	Доля бюджетных средств в общем финансировании науки %	Внебюджетные источники
Россия	63,8	36,2
Израиль	12,8	87,2
Мексика	67,4	32,6
Германия	27,7	72,3
США	22,8	77,2
Франция	32,8	67,2

Источник: [3]

Данные таблицы свидетельствуют о том, что подавляющая часть технологических инноваций в России в отличие от развитых стран мира осуществляется не за счет промышленных компаний, а за счет государства.

При этом внутренние затраты на исследования и разработки РФ в 2007 году составили – 1,12%; в 2008 году – 1,07% к ВВП, а в Израиле – 4,65 %; в Японии - 3,39%; в США – 2,62 %; в Германии – 2,53%.

Внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного исследователя в России в 20–25 раз меньше, чем в развитых странах [3].

В 2018 году ситуация изменилась не в лучшую сторону. Доля внутренних затрат на НИОКР в России составили –1%, к ВВП; в Германии – 3 %; Японии – 3,2 %; США – 2,8 %. В то время как передовые в инновационном развитии страны наращивали объемы финансирования сектора НИОКР, Россия к сожалению демонстрирует недоиспользование своего научно-технического потенциала. На основании проведенных исследований Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ "объем внутренних затрат на исследования и разработки (ИР) в России в 2019 г. достиг 1134,8 млрд руб., что на 6,3% больше по сравнению с предыдущим годом (в постоянных ценах). Из-за существенного снижения показателя в 2018 г. выраженная в постоянных ценах величина затрат на науку вернулась к уровню 2014 г., а их доля в валовом внутреннем продукте (ВВП) в 2019 г., как и в 2012–2013 гг., составила 1,03%" [5].

В 2024 году в Российской Федерации планируется увеличение расходов на НИОКР до 1,2 % ВВП. В этом случае, по оценке Института Внешэкономбанка, расходы на НИОКР могут обеспечить не более 0,15 % потенциального роста ВВП в ближайшие 10–15 лет, что не соответствует задаче перехода к преимущественно инновационной модели развития [3].

На сегодняшний день исследования и разработки ведут примерно 38 % промышленных предприятий, осуществляют закупки машин и оборудования – 61 %. Из всего объема средств, приходящихся на технологические инновации, на инновационные разработки приходится 23 %, на приобретение машин и оборудования – 48 %, на новые технологии – 1,6% (из них 1,1 % – на приобретение прав на патенты, лицензии).

Из всего объема средств, приходящихся на технологические инновации, на инновационные разработки приходится 23 %, на приобретение машин и оборудования – 48 %, на новые технологии – 1,6 % (из них 1,1% – на приобретение прав на патенты, лицензии) [4].

Такая тенденция ведет к ухудшению перспектив развития технологического потенциала экономики, сокращению научно-технического задела для создания радикальных нововведений.

Можно предположить, что российские промышленники успешно переложили свое инновационное "бремя" на государство, которому необходимо разработать механизмы стимулирования и заинтересованности в инновационной деятельности российских производителей. Для современной промышленной политики государства более перспективны косвенные формы государственной финансовой поддержки промышленности: финансирование государственных заказов, бюджетное финансирование фундаментальной науки, предоставление налоговых кредитов, амортизационные и инвестиционные налоговые преференции предприятиям осуществляющим инновационную деятельность, создающим конкурентоспособную продукцию.

Переход к новым технологиям затрудняется не только отсутствием самих технологий и инвестиций, но и в ряде случаев неспособностью населения платить более высокую цену за более качественную продукцию. Статистические исследования показывают, что 18% опрошенных россиян в возрасте 18–65 лет стремятся быть в курсе последних новостей науки и технологий, в то время как 42% респондентов практически не покупают технические новинки [4].

Анализ отдельных экономических механизмов регулирования инновационного развития современной России позволил сделать вывод о необходимости совершенствования системы институтов по реализации государственной промышленно-инновационной политики. К основной особенности данного процесса относится политика сосредоточения управленческого и ор-

ганизационного ресурса, что позволяет придать государственным мероприятиям по формированию инновационной экономики целенаправленный характер.

Проблемными точками инновационного развития современной России являются: несовершенство законодательной базы, уровень финансирования науки, демографическая политика, инновационная активность предприятий, конкурентоспособность образования, уровень развития инновационной инфраструктуры, эффективность государственного управления, экологическая политика. При этом их разнообразие указывает на широкие возможности государственного воздействия. В целом такое воздействие должно характеризоваться комплексностью, сбалансированностью и целенаправленностью мер государственного регулирования

Таким образом, промышленно-инновационная политика на современном этапе должна быть нацелена на повышение эффективности использования ресурсов, сохранение и дальнейшее развитие научно-технического потенциала и интеграцию экономики в систему международного разделения труда, обеспечение экономической и технологической безопасности, решение экологических и других проблем, связанных с улучшением жизни и здоровья населения

Библиографический список

1. О промышленной политике в Российской Федерации (с изменениями и дополнениями) : федер. закон № 488-ФЗ : от 31 декабря 2014 г. : принят Гос. Думой 16 декабря 2014 г. : одобрен Советом Федерации 25 декабря 2014 г. Доступ из справ.-правовой системы "Консультант Плюс <http://www.consultant.ru>".

2. О внесении изменений в Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике" : федер. закон № 309-ФЗ : от 31 июля 2020 года : принят Гос. Думой 22 июля 2020 г. : одобрен Советом Федерации 24 июля 2020 г. Доступ из справ.-правовой системы "Консультант Плюс <http://www.consultant.ru>".

3. Затраты и источники финансирования научных исследований и разработок // Статистика науки и образования : инф.-стат. материал. Вып. 6. М. : ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2018. 200 с. URL: http://www/csrs.ru/archive/stat_2018_finance/finance_2018.pdf

4. Наука. Технологии. Инновации: 2020: краткий статистический сборник / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, Е. И. Евневич и др. М. : НИУ ВШЭ, 2020. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/340117242.pdf>.

5. Ратай Т. В. Динамика затрат на науку в России за последнее десятилетие // Наука. Технологии. Инновации : экспресс-информ. М.: НИУ ВШЭ, 2020. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/408283479.pdf>.

6. Фонд развития промышленности : сайт. URL: <https://frprf.ru/o-fonde/>.

Эффективное командообразование в системе управления персоналом

Мотина Т. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: motinatn@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы эффективности командообразования на современном этапе развития системы управления персоналом, раскрыто понятие команды и основные черты. Особое внимание уделено методам повышения эффективности командной работы.

Abstract. The article discusses the effectiveness of team building at the current stage of development of the personnel management system, reveals the concept of a team and its main features. Special attention is paid to methods of improving the effectiveness of teamwork.

Ключевые слова: командообразование, цель, управление персоналом, мотивация, планирование, контроль

Key word: team building, purpose, personnel management, motivation, planning, control

Система управления персоналом организации представляет собой сложную систему взаимодействия работодателя и работника, ориентированную на повышение эффективности трудовой деятельности. Эффективное управление персоналом приводит к росту производительности, снижению текучести кадров, повышению мотивации работников и зависит от правильно выбранных инструментов управления. Правильная организация и управление командой приводят к максимальной активизации персонала, к более эффективной деятельности и успеху всей организации. Под командой в системе управления персоналом понимается коллектив профессионалов, способный оперативно и качественно решать поставленные перед ними задачи. На сегодняшний день командообразование является эффективным инструментом управления персоналом и развития трудового потенциала сотрудников.

Под командообразованием следует понимать процесс целенаправленного построения особого способа людей в команде, позволяющего эффективно реализовать их профессиональный, интеллектуальный и творческий потенциал, в соответствии со стратегическими целями данной команды, которые должны быть ретранслированы из целей организации [1].

Рассматривая роль командообразования и сам процесс, важно учитывать на каком этапе функционирования организации, данный инструмент применяется. Особую важность командообразование имеет при создании организации. Если речь идет про малые предприятия, то данный вопрос является

одним из ключевых, поскольку в этой ситуации важна роль каждого члена команды. Для крупных предприятий, компаний на стадии роста вопрос командообразования является комплексным, так как организация имеет сложную разветвленную структуру управления, возникают несколько формальных и неформальных команд (управленческие, рабочие, большие, малые и т. д.), и роли таких команд различны.

Любую организацию можно представить как группу людей, деятельность которых сознательно координируется руководством для достижения общих целей и задач, стоящих перед организацией. В современном мире перед организацией стоит множество задач, поэтому для их решения необходимо рациональное и эффективное разделение организации на группы с учетом четко определенных целей.

Сформированная команда должна быть эффективной, иначе ее образование не имеет смысла. Для повышения эффективности командообразования используют методы: планирования, организации работы и контроля.

Планирование деятельности команды – это процесс создания комплекса согласованных между собой действий, позволяющих команде реализовывать поставленные задачи и достичь намеченных целей.

Планирование не является прерогативой только руководителя команды или организации. Каждый член команды составляет текущий план распределения своего рабочего времени по осуществлению закрепленных за ним функций.

Планирование включает следующие процедуры (выполняемые одновременно или в течение некоторого времени): определение стратегических и оперативных целей; определение стратегии развития; составление долгосрочного плана достижения стратегических целей; оперативное календарное планирование [2].

Необходимость планирования побуждает всех членов команды детально проработать для себя всю схему последовательных действий по выполнению плановых позиций и сопутствующих установок.

Организация работы в команде включает: рациональную расстановку и распределение работ между членами команды; обеспечение условий, средств, материалов и ресурсов, необходимых для текущей работы команды; мотивацию деятельности всех ее членов.

В процессе командообразования каждый участник определяет свое место в команде. Позиционирование осуществляется согласно целям командной

работы, и для каждого члена команды определяется перечень функций, которые будут им выполняться, и его роль. Для достижения командной эффективности работы персонала важны не только опыт и знания определенной сферы деятельности, но и личные характеристики членов команды.

Мотивацию команды можно определить как характеристику психологического состояния команды, которая отражает структуру потребностей ее членов и соответствующий им процесс формирования и реализации мотивов под воздействием внешних и внутренних факторов [3].

Функция контроля выполнения всего объема работ возложена на руководителя, но в хорошо сработанной команде каждый контролирует себя на своем рабочем месте.

Суть мониторинга выполнения работы в коллективе заключается в том, что по мере выполнения работы выясняются трудности, которые по-разному были представлены при формировании общего плана; члены коллектива накапливают представления о выполняемой работе; изменяются внутренние и внешние условия.

Поэтому контроль выполнения работы в команде предусматривает: личное представление руководителем группы текущей ситуации с выполнением запланированных задач (и не только запланированных); выявление "узких мест" и возможностей их преодоления; оценку характера взаимодействия с другими командами внутри организации и внешними партнерами; получение обратной связи от членов команды.

Для повышения эффективности командообразования следует учитывать следующие факторы при управлении персоналом [4]:

– размер команды (для эффективного управления рекомендуется создавать немногочисленную команду, не более 10 человек, так как по мере увеличения численности участников команды усложняется социальное взаимодействие);

– состав команды (для нахождения оптимального решения необходимо рассмотрение различных точек зрения, поэтому для эффективной работы команды следует подбирать лиц с разными чертами характера и отличными взглядами);

– групповые нормы (нормы поведения, принятые группой, оказывают сильное влияние на поведение отдельной личности и на то, в каком направлении будет работать группа: на достижение целей организации или на противодействие им);

– сплоченность группы (сплоченная группа хорошо работает в процессе коллективного труда, высокий уровень сплоченности может повысить эффективность всей организации, если цели и той и другой согласуются между собой);

– статусы и роли в команде (критическим фактором, определяющим, эффективность работы группы, является поведение каждого из ее членов, чтобы группа функционировала эффективно, участники должны вести себя таким образом, чтобы способствовать достижению ее целей и социальному взаимодействию) и др.

Библиографический список

1. Панфилова, М. С. Роль командообразования в развитии организации // Актуальные вопросы экономики и управления : сб. материалов IV Международ. науч.-практ. конф. (02–04 марта 2018 г. Новосибирск). Новосибирск, 2018. С. 68–73.

2. Митрофанова Е. А., Белова О. Л., Коновалова В. Г. Управление персоналом: теория и практика. Компетентностный подход в управлении персоналом. М. : Проспект, 2018. 67 с.

3. Шушкевич Е. Е. Особенности мотивации членов команды на различных этапах ее развития // Современные социально-гуманитарные исследования: теоретико-методологические и прикладные аспекты : сб. науч. тр. по материалам Международ. науч.-практ. конф. 30 ноября 2019г. : в 2-х ч. Белгород : АПНИ, 2019. Часть I. С. 145–154.

4. Халина А. А. Командообразование как явление в управлении современной организацией // Вестник МГТУ "Станкин". 2011. № 1(13). С. 150–154.

Государственно-частное партнерство в условиях Севера

Савельева С. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: savelevasb@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы государственно-частного партнерства и особенности его реализации в решении социально-экономических проблем Севера России. Отмечается необходимость комплексного, системного подхода к взаимодействию бизнес-структур и региональных органов власти, что будет способствовать устойчивому социально-экономическому развитию региона (территории) с учетом его специфики.

Abstract. The article deals with the issues of public-private partnership and features of its implementation in solving the socio-economic problems of the North of Russia. It is noted that there is a need for a comprehensive, systematic approach to the interaction of business structures and regional authorities, which will contribute to the sustainable socio-economic development of the region (territory), taking into account its specifics.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, регион, социально-экономическое развитие

Key word: public-private partnership, region, socio-economic development

В решении социально-экономических проблем современной России возрастает роль ее северных территорий. Север России обладает стратегическим, ресурсным, территориальным потенциалом, который вносит серьезный вклад в обеспечение устойчивого развития экономики страны, что, в свою очередь, способствует повышению ее конкурентоспособности в мировой экономике [1].

В решении этих вопросов немаловажная роль принадлежит государственно-частному партнерству. Целью государства в этом взаимодействии является обеспечение стабильного социально-экономического развития [3].

Государственно-частное партнерство выступает как форма взаимодействия государства и бизнеса, осуществляющаяся в данном случае в специфических северных условиях. Иными словами, это специфическая система социально-экономических отношений, которая имеет стратегический характер, предполагает равенство партнеров, в основе которого лежат общие интересы; гармонизация взаимодействия участвующих структур; приоритетность социальной составляющей, заключающейся в повышении уровня и качества жизни населения северных регионов, формировании и подготовки высококвалифицированных кадров для инновационной деятельности бизнес-структур

не только за счет центральных регионов, но и опираясь на тот потенциал, который есть на местах [2]. И, безусловно, следует отметить взаимную ответственность всех субъектов вышеупомянутого взаимодействия. Ведь хозяйственная деятельность на Севере осуществляется в условиях высокоуязвимых северных экосистем, и реализация стратегических и конкретных социально-экономических проектов не должна сопровождаться какими-либо негативными последствиями.

На развитие государственно-частного партнерства в условиях Севера оказывает влияние целый ряд факторов, среди которых можно выделить природно-климатические и экономико-географические; финансово-экономические; социально-политические и институциональные.

Первые определяют отраслевую специализацию видов экономической деятельности и оказывают серьезное влияние на неравномерность социально-экономического развития регионов. Прежде всего, это природно-ресурсный потенциал северных территорий, который объясняет доминирование сырьевой ориентации хозяйственных структур, расположенных здесь. Суровый климат требует особого подхода к технической составляющей промышленных комплексов северных регионов и к северному удорожанию инновационных технологий. Труднодоступность и низкая степень освоенности этих территорий оказывают неблагоприятное воздействие на их социально-экономическое развитие.

Среди финансово-экономических факторов следует обратить внимание на состояние экономики, для которой, как правило, характерно гипертрофированное развитие добывающих отраслей, их зависимость от внешнеэкономической конъюнктуры. Удорожание хозяйственной деятельности оказывает серьезное влияние на финансовое состояние хозяйствующих субъектов, имеет место увеличение себестоимости производимой продукции за счет увеличения материальных, транспортных расходов, расходов на отопление и электроэнергию, надбавки к заработной плате. В итоге снижается рентабельность производства и уровень прибыли, остающейся в распоряжении промышленных организаций.

При анализе социально-политических факторов пристального внимания заслуживают политическая ситуация, связанная с влиянием внешней трудовой миграции; структурная деформация экономики (определенное отставание в региональном развитии); уровень жизни населения, обусловленный

высокой стоимостью жизни на Севере; уровень развития предпринимательства и конкуренции; кадровый состав рабочей силы, на формирование которого оказывают влияние квалификация и стоимость привлечения собственной и из других регионов; этническая культура (сохранение традиционного жизнеобеспечения малочисленных народов Севера, защита их этнокультурной идентичности).

К институциональным факторам следует отнести результативность системы государственного управления и контроля, инвестиционный климат и др.

Взаимодействие государства и бизнеса необходимо рассматривать во взаимосвязи с обеспечением экономической безопасности промышленных комплексов для минимизации дестабилизирующего воздействия вышеперечисленных факторов.

Все вышеперечисленные факторы оказывают серьезное влияние на развитие государственно-частного партнерства в северных регионах.

Эффективное взаимодействие государственных структур на разных уровнях и хозяйствующих субъектов в рамках государственно-частного партнерства имеет огромный потенциал, грамотное использование которого будет и способствует успешному решению социально-экономических проблем северных территорий.

Библиографический список

1. Стратегия развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года. Указ Президента Российской Федерации от 26 окт. 2020 № 645.

2. Аверкиева Е. С. Государственно-частное партнерство как институт стимулирования предпринимательской деятельности // Вопросы регулирования экономики. 2017. № 1. С.117–130. DOI: <https://doi.org/10.17835/2078-5429.2017.8.1.117-130>

3. Карлина Е. П., Коваленкова А. С., Григорьев М. А. Государственно-частное партнерство: модели, формы и механизмы реализации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Экономика. 2018. № 4. С. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2018-4-70-77>.

Некоторые особенности системы управления рыболовством в Исландии

Степанова Е. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: stepanovaev@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются отличительные черты системы управления рыболовством в Исландии. Определена роль Института морских и пресноводных исследований (MFRI), Международного совета по исследованию моря (ICES) в поддержании устойчивого развития рыбного промысла Исландии.

Abstract. The article discusses the distinctive features of the fisheries management system in Iceland. The role of the Institute of marine and freshwater research (MFRI) and the International Council for the study of the sea (ICES) in supporting the sustainable development of Iceland's fisheries is defined.

Ключевые слова: общий допустимый улов, промысловый район, использование снаряжения, устойчивое рыболовство

Key words: TAC (Total Allowable Catch), fishing area, use of equipment, sustainable fisheries

Важной особенностью системы управления рыболовством в Исландии является годовой ОДУ (общий допустимый улов) для каждого запаса. Хотя ОДУ определяет общий объем вылова за один год, квоты на вылов в основном распределяются через фиксированную долю ОДУ, имеющуюся у отдельных участников (индивидуальные передаваемые квоты, ITQ).

Далее, существует система передаваемых квот для малотоннажных судов, имеющих ограничения на использование орудий лова и продажу квоты. Кроме этого, система управления рыболовством в Исландии может ориентироваться на региональные политические механизмы, когда ограниченное количество квот выделяются судам зависящих от рыбного промысла сообществ, подвергающихся негативному воздействию колебаний национальной экономики или других факторов.

Решение о годовом ОДУ для каждого запаса, по закону закреплено в официальных рекомендациях, представляемых Институтом морских и пресноводных исследований (MFRI) в июне каждого года. Международный совет по исследованию моря (ICES) также дает соответствующие рекомендации, исходя из которых ICES и MFRI консультируют по вопросам исследований и политики промысла водных биоресурсов в целом. Рекомендации, данные MFRI для основных промысловых видов, ежегодно проходят экспертную оценку Консультативного комитета (ACOM) и ICES.

Любая информация, касающаяся ОДУ, его раздела на квоты, системы ИТQ, величины выгрузки уловов отдельного судна и группы судов на том или ином объекте лова, согласно действующему законодательству Исландии, доступна каждому. Директорат рыболовства регулярно представляет эту информацию в местной печати, Интернете. По мнению специалистов Министерства рыболовства Исландии, свободный доступ к информации позволяет исключить любую подозрительность, способствует более открытому, продуманному управлению морскими живыми ресурсами и их эффективному использованию [1].

Меры поддержки общей системы управления включают закрытие территорий лова в режиме реального времени: система краткосрочного немедленного закрытия действует с 1976 года с целью защиты молоди рыбы. Если в данном районе происходит несколько последовательных немедленных закрытий, министр рыболовства Исландии может издать постановление о закрытии промыслового района на более длительный период времени, таким образом перенаправляя флот в другие районы.

Министерство рыболовства Исландии и береговая охрана контролируют вышеупомянутые меры в сотрудничестве с MFRI. Кроме того, есть временное закрытие территорий: основные нерестилища трески закрыты во время основного сезона нереста.

Также действуют ограничения на использование снаряжения. У северного и северо-западного побережья Исландии лов рыбы с помощью донных и разноглубинных траулеров и сейнеров не разрешается ближе 12 миль от линии, проходящей через устье фьордов и заливов. У восточного, южного и западного побережья донное траление разрешено в зависимости от размера судна и мощности двигателя, при этом суда длиной более 42 метров не имеют доступа к лову в пределах 12 миль. Суда менее 29 метров в некоторых районах не имеют доступа к лову в пределах до 4 миль.

Во многих районах применяются особые правила, касающиеся рыболовных снастей, например, требование использовать сортировочную сетку при ловле креветок, чтобы избежать попадания молоди и мелкой рыбы, а также обязательство использовать сетку для прилова или молоди при ловле пелагических видов в определенных районах для защиты других видов и молодняка.

Институт морских и пресноводных исследований (MFRI) выполняет широкий спектр обширных научно-исследовательских проектов, посвященных

состоянию и продуктивности коммерческих запасов, одновременно отслеживая морскую среду и экосистему вокруг Исландии на долгосрочной основе. Учеными MFRI прилагаются значительные усилия для картирования рыболовных угодий вокруг острова, типа дна (ил, песок, гравий и т. д.), а также для определения уязвимых морских экосистем, таких как геотермальные источники воды и холодноводные кораллы. Эти районы строго закрыты для донного траления.

Эффективный контроль и правоприменение являются стержневым элементом системы ответственного управления рыболовством Исландии. Правоприменение в данном случае подразумевает государственно-властную деятельность компетентных государственных органов управления рыболовством Исландии, должностных лиц и уполномоченных общественных организаций по реализации правовых норм в конкретных жизненных случаях путем вынесения индивидуально-конкретных предписаний.

Директорат рыболовства министерства рыболовства отвечает за администрирование системы менеджмента рыболовства и призван контролировать соблюдение правил рыболовства.

Статус выгрузок улова в портах передается в реальном времени в действующую базу данных через систему синхронизированного контроля веса во всех зарегистрированных портах захода судов. Помимо этого, директорат рыболовства тесно сотрудничает с Исландской береговой охраной, Управлением продовольствия и ветеринарии, а также с сертифицированными должностными лицами муниципальных портов, ответственными за надлежащий учет веса выгружаемого улова.

Закон о рыболовстве Исландии напрямую запрещает выброс прилова – нежелательных видов или малоразмерной рыбы. В систему управления рыболовством включены определенные стимулы для соблюдения данного правила.

Например, капитан судна может решить, что определенное количество всего выгруженного улова не будет вычитаться из квоты на вылов судна при условии, что этот улов будет продан на аукционном рынке. Поступления от этих продаж направляются в специальный фонд, который используется для финансирования морских исследований. Экипажам рыболовных судов выплачивается минимальный фиксированный сбор за доставку прилова на берег. Это правило поощряет суда доставлять весь улов в порт. Что касается трески, сайды пикши и молоди морского окуня, то только половина таких

уловов засчитывается в квоту судна, не более 10% улова на каждый промысловый рейс.

Побочный вылов морских птиц и млекопитающих отслеживается путем обязательной записи в электронные журналы. Вышеперечисленные меры призваны поддерживать баланс между эффективным промыслом и равновесным состоянием окружающей среды с целью поддержания устойчивого рыболовства. На сегодняшний день система регулирования промысла в Исландии заслуженно признается многими экспертами лучшей мире.

Библиографический список

1. Стейнар Инги Маттиассон. Управление рыбным хозяйством в Исландии: структура и функции // Гелион : сайт. URL: <https://helion-ltd.ru/iseladia-management/> (дата обращения 15.11.2020).
2. Government of Iceland. URL: <https://www.government.is> (дата обращения 15.11.2020).

Анализ реализации программы инновационного развития Арктического региона

Чечурина М. Н. Мотина Т. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: Chechurinamn@mstu.edu.ru)

Аннотация. Проведенный анализ выполнения Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, а также Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года показал неудовлетворительное состояние их реализации. Проанализированы причины отставания от намеченных целевых показателей и сформулированы предложения по их выполнению.

Abstract. The analyses of the implementation of the Strategy for the innovative development of the Russian Federation for the period until 2020 year as well as the Strategy for the Russian Federation Arctic zone development and national security ensuring for the period until 2020 year revealed unsatisfactory condition of their implementation. The reasons for targets lagging were analyzed as well as the proposals of targets meeting were formulated.

Ключевые слова: стратегия, инновационное развитие, Арктический регион, Мурманская область

Key words: strategy, innovative development, Arctic region, Murmansk region

Значимость Арктики для России трудно переоценить. Первое место в структуре хозяйства АЗРФ занимает газовый комплекс (добывается более 80 % российского газа); второе – горнопромышленный: в его составе доминируют предприятия цветной металлургии (медно-никелевая промышленность Норильского промышленного узла и золотодобыча). В арктической зоне добывается значительная часть российских алмазов, 100 % сурьмы, апатита, флогопита, вермикулита, барита, редких металлов, свыше 95 % металлов платиновой группы, более 90 % никеля и кобальта, 60 % меди. По отдельным видам сырья (никель, алмазы, платиновые металлы, нефть и газ) арктические районы России занимают лидирующие позиции в мире. Третье место занимает рыбный комплекс: здесь добывается более трети рыбы и морепродуктов России, производится около 20% рыбных консервов.

Наиболее ярким документом в плане инновационной политики РФ является "Стратегия инновационного развития РФ до 2020 года" (далее – Стратегия). Цель Стратегии – перевод к 2020 году экономики России на инновационный путь развития, характеризующийся улучшением основных показателей. Однако анализ процесса реализации стратегии, исходя из промежуточных

статистических данных за 2016 год, показал, что практически по всем показателям можно отметить лишь спад (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Россия – 2020: Целевые показатели *

Показатель	2008–2009 гг.	2016 г.	2020 г. план
Доля предприятий, осуществляющих технологические инновации, от общего числа предприятий	10,4 % (2009 г.)	7,3%	40–50 %
Доля России от всего мирового объема высокотехнологичного экспорта	0,3 % (2008 г.)	0,3 %	2 %
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции	12,4 % 2009 г.)	8,4 %	25–35 %
Внутренние затраты на ИиР (% ВВП)	1,24 % (2009 г.)	1,10	2,5–3 % (большая часть из-за счет частного сектора)
Доля российских исследователей в общемировом числе публикаций в научных журналах	2,48 % (2008 г.)	2,5 %	5 %
Количество патентов, регистрируемых российскими физическими и юридическими лицами в ЕС, США и Японии	63 (2008 г.)	–	2,5–3 тыс. в год

Источник: Инновационная Россия – 2020: презентация. М.: Министерство экономического развития Российской Федерации, 2011. С. 4.

* Промежуточные данные за 2016 год взяты из Российского статистического сборника за 2017 год, а также Всемирного банка

В целом Стратегия содержит правильные и необходимые положения, но, в то же время, размыта и имеет ряд недоработок. Например, Громковский В. (к. э. н., Председатель Совета директоров ГК "Финематика") на Совместном заседании Комитета ТПП РФ по научно-техническим инновациям и высоким технологиям и Комитета ТПП РФ по инвестиционной политике выделил следующие недостатки Стратегии²: отсутствие утвержденных целей страны на 50 и 100 лет; использование в Стратегии "смешанной стратегии" инновационного развития: лидерство для отраслей, где есть задел, невозможно, так как эти отрасли уже давно не находятся на пике НТП; отделение инновационного климата от инвестиционного: инновационного климата не может быть без инвестиционного, здесь необходимо проработать самостоятельную стратегию улучшения инвестиционного климата; уделено мало

² Громковский В. В. Замечания к проекту Стратегии инновационного развития РФ до 2020 года. URL: <http://tpprf.ru/ru/interaction/committee/kinvest/news/43207/> (дата обращения: 23.02.2018).

внимания обеспечению свободы конкуренции: основополагающей составной части инвестиционного климата; отсутствие четко проведенных различий между инновационной деятельностью в крупных компаниях и инновационным (венчурным) предпринимательством: эти два вида деятельности требуют различных мер развития, тогда как в Стратегии отдано предпочтение именно инновационному предпринимательству, оно не является совершенно независимым, а зачастую возникает как ответвление (англ. "spin-offs") от крупных предприятий; мало практических предложений.

Приоритеты государственной политики в области социально-экономического и инновационного развития АЗРФ, определены в следующих документах:

"Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" (далее – Стратегия), утвержденная президентом России 8 февраля 2013 г. № Пр-232;

Государственная программа РФ "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации" (далее – Госпрограмма), в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1064.

В соответствии с этими документами, в период с 2016 по 2020 гг., АЗРФ должна превратиться в ресурсную базу РФ. В Основах сформулированы следующие приоритеты государственной политики в Арктике³:

- Разграничение морских пространств в Северном Ледовитом океане;
- Обеспечение военной безопасности, защиты и охраны государственной границы;
- Обеспечение взаимовыгодного присутствия на Шпицбергене;
- Знания, присутствие и рост;
- Развитие транспортной инфраструктуры и эффективное использование СМП;
- Охрана окружающей среды;
- Сотрудничество в рамках Арктического совета и Совета Баренцева / Евроарктического регион.

На региональном уровне инновационное развитие Мурманской области поддерживается следующим документом: "Стратегия социально-экономиче-

³ Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. М. : утв. Президентом РФ 18.09.2008 № Пр-1969, 2008. С. 3–4.

ского развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года" от 25 декабря 2013 г. № 768-ПП/20 (далее – Стратегия – 2025);

Главная цель социально-экономического развития, в соответствии с документом – повышение качества жизни населения. Приоритетно использование инновационных и экологически безопасных технологий.

Стратегия – 2025 реализуется в 3 этапа и устанавливает целевые показатели на 2025 год. Обратимся лишь к некоторым из них, и сравним с тем, что мы имеем в 2015-2016 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика некоторых показателей социально-экономического и инновационного развития Мурманской области

Показатель	2012 г. факт	2015-2016 гг. факт *	2020/ 2025 гг. (план)
ВРП на душу населения, тыс. рублей	350	525,5 – в 2015г. 560,4 – в 2016 г.	982/2018
Удельный вес высококвалифицированных работников в общей численности квалифицированных работников в регионе, в %	27,8	31,5 в 2015 г.	33,3/36,6
Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве обследованных организаций, в %	6,6	7,8 в 2015 г. 5,7 в 2016 г.	12,5/12,5
Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте, в %	11,7	17,1 в 2015 г. 16,9 в 2016 г.	16,0/16,0

Источник: Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года. – Мурманск, 2013. С. 82-95.

*данные взяты из официальных источников из сети Интернет: сайт Росстат и Министерство экономического развития Мурманской области

В целом можно отметить рост показателей, однако стоит обратить внимание на снижение показателя "Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве обследованных организаций, в %" за 2016 год в сравнении с 2012 и 2015 гг.

По ВРП на душу населения за 2016 год Мурманская область занимает 4 место в СЗФО, а в структуре ВРП доминируют промышленность, рыболовство/ рыбоводство и транспорт/ связь (см. рисунок 1).

В соответствии с "Рейтингом инновационного развития субъектов Российской Федерации", составленным Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, Мурманская область заняла в 2015 году

30 место из 85 по "Российскому региональному инновационному индексу" (включает в себя 4 субиндекса).



Рисунок 1 – Структура ВРП Мурманской области за 2016 год, в %
 Источник: ВРП Мурманской области. 2018. URL: http://mines.gov-murman.ru/activities/devel_mo/sub02/vrp/ (дата обращения: 01.04.2018)

Следует отметить, что активной научно-исследовательской деятельностью занимаются университеты, находящиеся в арктической зоне. Среди них можно выделить: Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова (далее – САФУ), Мурманский арктический государственный университет (далее – МАГУ) и Мурманский государственный технический университет (далее – МГТУ). На базе Мурманского государственного технического университета (МГТУ) созданы: Инновационно-технологический центр МГТУ; Центр поддержки технологий и инноваций МГТУ; Студенческая мастерская инновационно-технологического предпринимательства; ЦКП МГТУ "Физико-химические методы анализа"; Центр исследования сырья и продукции; малые инновационные предприятия, созданные для внедрения результатов своих исследований в производство.

Однако, по оценкам экспертов, лишь 15–20 % государственных вузов занимаются инновационной деятельностью, что объясняется нехваткой финансирования, противоречивой правовой базой и отсутствием налаженных связей с бизнесом по данному направлению.

В целом, успешная реализация программы инновационного развития Арктики возможна при развитии государственно-частного партнерства, сов-

местного участия в инвестиционных программах региона государства и бизнеса.

Библиографический список

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.

2. Государственная программа Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации": утв. Постановлением Правительства РФ № 366 от 21.04.2014. М., 2014. 98 с.

3. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года : утв. Президентом РФ. М., 2013. 21 с.

4. Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года. Мурманск, 2013. 95 с.

5. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации: аналитический доклад / [Г. И. Абдрахманова, П. Д. Бахтин, Л. М. Гохберг и др. ; научный редактор Л. М. Гохберг]. М. : НИУ ВШЭ, 2017. 261 с.

6. Громковский В. В. Замечания к проекту Стратегии инновационного развития РФ до 2020 года. URL: <http://tpprf.ru/ru/interaction/committee/kinvest/news/43207/> (дата обращения: 23.02.2018).

7. Чечурина М. Н., Махортова В. К. Российская государственная инновационная политика в АЗРФ // Actual scientific research 2018 : сб. материалов. XXXVII междунар. науч.-практ. конф. (27 апреля 2018 г., Москва). М. : Олимп, 2018. С. 389–396. URL: <http://olimpiks.ru/f/sbornik-asr-37.pdf>.

8. Чечурина М. Н. Проблема реализации Программы инновационного развития Арктического региона // Наука сегодня: реальность и перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2020 г., Вологда). Вологда : Маркер, 2020. С. 62–65.

Разработка показателя оценки стратегического инновационного потенциала предприятия с учетом развития цифровой экономики

Чечурина М. Н.¹, Круглов Н. В.² (^{1,2}г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ¹кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, ²студент направления подготовки "Инноватика", e-mail: Chechurinam@mstu.edu.ru)

Аннотация. Предлагается ввести понятие "стратегический инновационный потенциал предприятия", характеризующий возможность реализации инновационного потенциала предприятия с введением показателя степени цифровизации внутренних бизнес-процессов предприятия, и с учетом факторов внешней среды: наличия потребности в выпускаемом продукте, конкуренции на рынке, продажеспособности продукта, возможности реализации государственно-частного инвестиционного партнерства.

Abstract. The term "enterprise strategic innovative potential" is proposed to be introduced, which describes the possibility of enterprise innovative potential implementing with enter of the enterprise internal business processes digitalization degree indicator and with regard to the external factors: whether there is a need for the produced product, a market competition, a product sales capacity, public-private partnership implementing opportunities.

Ключевые слова: инновационный потенциал, цифровизация, инновационная экономика, методы оценки, интегральный показатель

Key words: innovative potential, digitalization, innovative economy, assessment methods, integral indicator

Одной из основных составляющих инновационной экономики, развивающейся на паритетном использовании научных знаний, интеллектуального потенциала и инновационных продуктов, готовности к их практической реализации в различных сферах человеческой деятельности, является цифровизация. Иногда эту составляющую относят к категории "цифровая экономика".

С целью устойчивого и эффективного развития предприятия необходимо оценивать и наращивать его инновационный потенциал, под которым понимается системный показатель, характеризующий степень готовности предприятия к разработке и выпуску инновационной продукции. Оценка инновационного потенциала и его наращивание позволяет ускорить коммерциализацию новшеств (патентов, ноу-хау, идей) и реализовать их в реальном секторе экономики.

Существующие методы оценки инновационного потенциала предприятия содержат такие составляющие, как: производственные возможности;

эффективность научно-технической базы; наличие средств для финансирования инновационной деятельности; наличие творчески мыслящего персонала и т. п. Эти методики основываются на системе расчетных показателей и на методах экспертных оценок.

Общий (интегральный) показатель потенциала рассчитывается как сумма инновационных потенциалов всех его составляющих с весовым коэффициентом, который отражает значимость каждого показателя [2].

$$K_{\text{инт}} = \sum_{i=1}^n w_i P_i, \quad (1)$$

где P_i – значение i -ой группы показателей инновационного потенциала предприятия;

w_i – весовой коэффициент, отражающий значимость i -го показателя.

Достоинством работы [3] является введение блока "информационная обеспеченность предприятия" как параметра интегральной оценки инновационного потенциала предприятия наряду с такими составляющими, как: производственно-технические ресурсы; финансово-управленческие ресурсы; факторы инновационной восприимчивости (активности) предприятия. Введение для расчета показателя информационного блока сегодня особенно актуально, так как одним из ключевых приоритетов развития нашего государства является курс на цифровизацию экономики [1].

К показателям информационного потенциала авторы относят: обеспеченность предприятия персональными компьютерами, программным обеспечением и надежность функционирования ИС. Однако в этом перечне отсутствует такая составляющая, как цифровизация внутренних бизнес-процессов предприятия. Предлагается включить этот показатель в виде отношения числа оцифрованных бизнес-процессов к общему числу бизнес-процессов предприятия. Тогда P_i в формуле (1):

P_1 – значение группового показателя "производственно-технические ресурсы";

P_2 – значение группового показателя "финансово-управленческие ресурсы";

P_3 – значение группового показателя "факторы инновационной активности предприятия";

P_4 – значение группового показателя "информационная обеспеченность предприятия".

Причем в P_4 входят частные показатели: P_{41} – обеспеченность предприятия персональными компьютерами; P_{42} – обеспеченность программным обеспечением; P_{43} – надежность функционирования информационных систем.

Предлагается ввести частный показатель P_{44} – относительная степень оцифровки бизнес-процессов предприятия.

Следует признать, что инновационный потенциал предприятия, как бы полно он не был определен, не гарантирует реализацию его стратегических целей. Не правомерно определять инновационный потенциал без учета факторов внешней среды предприятия: наличия потребности в выпускаемом продукте, конкуренции на рынке, продажеспособности продукта, возможности реализации государственно-частного инвестиционного партнерства. Без учета этих составляющих инновационный потенциал предприятия – "мертвый груз".

В России огромный накопленный инновационный потенциал – фундаментальные разработки, результаты интеллектуальной деятельности (РИД) в виде патентов – необходимый для перехода на инновационный тип развития, однако фактические показатели инновационной активности остаются низкими [4].

Авторы предлагают ввести понятие "стратегический инновационный потенциал предприятия", который характеризует возможность реализации инновационного потенциала предприятия с учетом возможностей и угроз внешней среды, таких как наличие потребности в выпускаемом продукте на рынке, жесткость конкуренции, продажеспособность продукта, возможность реализации государственно-частного партнерства и др.

Тогда формула (1) дополняется групповым показателем R_j , значение которого определяется экспертным способом, и принимает вид:

$$K_{\text{инт}} = \sum_{i=1}^n w_i P_i + \sum_{j=1}^N w_j R_j, \quad (2)$$

где R_j – показатель внешней среды предприятия с номером j ,

w_j – весовой коэффициент этого показателя.

В настоящее время авторы продолжают работу над разработкой способа расчета относительных показателей внешней среды, а также определения стратегического инновационного потенциала региона.

В целом, определение стратегического инновационного потенциала дает возможность более полно и адекватно реализовать имеющиеся возможности, быть конкурентоспособным и эффективно работающим на рынке предприятием (регионом).

Библиографический список

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации", утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. No 1632-р.

2. Горбунов В. Л., Матвеев П. Г., Методика оценки инновационного потенциала предприятия // Инновации. 2002. № 8. С. 67–69.

3. Захарова Е. В., Митякова О. И. Оценка инновационного потенциала предприятия с учетом цифровизации экономики // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10, № 3. С. 1653–1666. DOI: <https://doi.org/10.18334/vines.10.3.110601>.

4. Инновационная политика / Л. П. Гончаренко [и др.] ; под редакцией Л. П. Гончаренко. М. : Изд-во Юрайт, 2018. 502 с.

**ЭНЕРГЕТИКА, СТРОИТЕЛЬСТВО
И ТРАНСПОРТ**

Проблемы эксплуатации гидравлических систем автомобилей в условиях Крайнего Севера

Баринов А. С., Караченцева Я. М. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: barinovas@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрены проблемы эксплуатации гидроприводов в условиях низких температур. Описаны причины, вызывающие неполадки гидравлических систем транспортно-технологических машин и оборудования, и выявлена их взаимосвязь с надежностью работы.

Abstract. This article discusses the problems of operating hydraulic drives in low temperature conditions. Causes of problems of hydraulic systems of transport and technological machines and equipment are described, and their relationship with reliability of operation is revealed.

Ключевые слова: гидравлические системы автомобилей, низкие температуры, надежность работы системы

Key words: hydraulic systems of cars, low temperatures, reliability of the system operation

Гидравлические и пневматические системы широко применяются в транспортных, транспортно-технологических системах машин и оборудования. Основным преимуществом гидропривода является возможность получения больших усилий или моментов, поскольку он обладает высокой энергоемкостью рабочей среды при плавном равномерном движении рабочего органа и возможностью бесступенчатого регулирования скоростей в широком диапазоне.

Простота преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и возвратно-вращательное движение характерны для гидравлических приводов. Также гидропривод характеризуют малый момент инерции, обеспечивающий быстрое реверсирование, мгновенность передачи командных импульсов, простота предохранительных устройств. Гидропривод обладает высоким коэффициентом полезного действия, легкостью управления и регулирования при высокой надежности работы привода.

Гидравлический привод применяется на многих машинах: экскаваторах, бульдозерах, автогрейдерях, скреперах, валочнотрелевочных и валочно-пакетирующих машинах, погрузчиках, зерноуборочных машинах, для привода рабочего оборудования, колесного или гусеничного движителя, выносных опор и рулевого управления. В настоящее время около 90 % самоходных машин различного технологического назначения оснащено гидроприводом.

Эксплуатация транспортно-технологических машин и оборудования в условиях низких температур имеет ряд особенностей. В случае длительного простоя оборудования вязкость рабочей жидкости значительно повышается. Это приводит к увеличению гидравлического сопротивления потоку, и потери давления в системе растут. Для того, чтобы прогреть рабочую жидкость до нужной температуры, необходимой для нормальной работы, требуется значительное время, при этом усложняется пуск двигателя. Низкие температуры неблагоприятно воздействуют и на резиновые уплотнения. Они теряют свойство упругости, и давление на контактной поверхности снижается, что приводит к утечкам масла.

Кроме низких температур причинами, вызывающими неполадки в работе гидравлических систем транспортно-технологических машин и оборудования, могут быть:

- Некачественное техническое обслуживание в виде отсутствия замены рабочей гидравлической жидкости и фильтрующих элементов, очистки гидравлической системы, устранения утечек, проверки давления и расхода гидравлической жидкости.

- Возможный неправильный подбор гидравлических насосов. При прокачке жидкости, отличающейся от рекомендованных параметров химической активности и содержанием примесей, возникает ускоренный износ.

- Повышенная температура рабочей жидкости вызывает активное развитие коррозии, отложение солей, перекосяк и заклинивание подвижных элементов гидроаппаратуры, повышенный износ уплотнений, кавитацию, химическое разложение масла.

- Использование неправильных комплектующих (фильтра, уплотнители) не соответствующих требованиям гидросистемы.

- В процессе эксплуатации возможно увеличение гидравлического сопротивления, вследствие засорения трубопровода или его коррозии. Рост гидравлического сопротивления приводит к уменьшению подачи и возникновению кавитации.

- Ошибка в настройке клапанов, регуляторов, насосов, реле давления.

- Использование масел, несоответствующих режиму эксплуатации [1].

Также на эксплуатацию гидравлических систем могут влиять следующие факторы:

- Недостаток гидравлической жидкости приводит к тому, что требуется ее более интенсивная очистка, снижается смазывающая способность, повышается температура во время работы.

– При попадании загрязняющих частиц в масло снижается работоспособность отдельных элементов оборудования и всей системы в целом.

– Наличие воздуха в системе является причиной процесса окисления рабочей гидравлической жидкости. В результате происходит нарушение работоспособности и ускоренный износ системы.

– Ошибки проектирования. Может выражаться в компоновке гидравлической схемы, без учета условий, в которой данная схема будет эксплуатироваться.

– При неграмотно подобранной рабочей жидкости возникает риск некорректной передачи усилия. В результате чего, ускоряется процесс изнашивания системы.

– Вследствие перегрева масло теряет свои свойства, что приводит к ухудшению смазывания деталей.

– Из-за утечек масла в систему попадает воздух и загрязнения [1].

Все вышеперечисленные факторы значительно влияют на надежность транспортно-технологических машин и оборудования.

Надежность любой гидравлической системы зависит от стабильности ее параметров, безотказности работы и эксплуатации в течение длительного периода без ремонтов.

На надежность работы гидравлической системы большое влияние оказывает рабочая жидкость. Ее загрязнение приводит к неисправностям агрегатов с прецизионными деталями, имеющими малые диаметральные зазоры, что повышает их чувствительность к наличию в жидкости твердых частиц. Твердые частицы вызывают увеличение усилий, необходимых для перемещения деталей, абразивный износ деталей и их заклинивание. По этой причине в состав гидропривода при проектировании обязательно должны включаться фильтры для удаления механических частиц с требуемой тонкостью фильтрации, как во время работы, так и при заправке гидросистемы свежей рабочей жидкостью.

Кроме того, немаловажной является и температура рабочей жидкости, иначе в системе будет наблюдаться перегрев. Поддерживать необходимый температурный интервал можно с использованием кондиционеров и автоматических датчиков температуры.

При работе гидравлических систем в условиях низких температур рабочие жидкости должны обладать необходимыми физическими и химиче-

скими свойствами, поэтому немаловажной задачей является выбор жидкости. В случае неправильного выбора рабочей жидкости могут наблюдаться отказы оборудования.

На надежность гидравлических систем влияет обеспечение высокой герметичности и долговечности уплотнительных элементов, работающих при возвратно поступательном движении. В противном случае могут наблюдаться утечки масла.

Оценка надежности уже существующих систем позволяет грамотно решить вопросы технической эксплуатации, профилактики и текущего ремонта.

Известно несколько разновидностей методов расчета надежности. Разделяют две группы расчетов: приближенный и полный расчет.

При оценке надежности гидравлической системы различные агрегаты рассматриваются как элементы сложной системы. Надежность системы зависит от надежности входящих в нее элементов, а также от способа включения их в систему. Таким образом, для определения характеристик надежности гидравлической системы, необходимо выполнить оценку надежности элементов системы.

Выводы: Необходимо отметить, что вопросы обеспечения качественной работы гидравлических систем в условиях Крайнего Севера, а именно значительно низких температур, связаны с обеспечением корректного режима эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

При выборе гидравлического оборудования и подборе схемы гидропривода, необходимо учесть все вышеперечисленные факторы.

Соответственно, транспортно-технологические машины и оборудование должны проходить необходимый ТО. А также на стадии проектирования технологического процесса, факторы, влияющие на надежность гидравлической системы, должны быть взяты под дополнительный контроль. Выполнение таких условий обеспечит повышение надежности гидравлических систем, что положительно скажется с экономической точки зрения.

Библиографический список

1. Гидравлические системы – проблемы эксплуатации // Гидро-Тест : сайт. URL: <https://hydro-test.ru/citaty/gidravlicheskie-sistemy-problemy-ekspluatacii>.
2. Гидрооборудование: Международный справочник : [в 3 кн.]. Кн. 1. Насосы и гидродвигатели: номенклатура, параметры, размеры, взаимозаменяемость. М.: Техинформ, 2001. 360 с.

3. Гидрооборудование : Международный справочник : [в 3 кн.]. Кн. 2. Гидроаппаратура: Номенклатура, параметры, размеры, взаимозаменяемость. М.: Техинформ, 2002. 508 с.

4. Беляев Н. М., Уваров Е. И., Степанчук Ю. М. Пневмогидравлические системы. Расчет и проектирование : учеб. пособие для вузов / под ред. Н. М. Беяева. М. : Высш. шк., 1988. 271 с.

5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов [и др.]. 2-е изд., перераб., репр. воспр. 1982 г. – Москва : Альянс, 2013. 422, [1] с. : ил.

Оценка энергоэффективности и потенциала ресурсосбережения "зеленых" технологий в деревянном домостроении

Буряченко С. Ю.,¹ Караченцева Я. М.,¹ Кузьменков А. А.² (¹г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: buryachenkosyu@mstu.edu.ru, ²г. Петрозаводск, ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет", кафедра технологии и организации строительства, e-mail: akka1977@bk.ru)

Аннотация. В статье представлены возможные направления исследований "зеленых" технологий в деревянном домостроении в области энергоэффективности и ресурсосбережения. В качестве объекта исследований рассматривается экспериментальный модельный объект, реализованный с использованием разных технологий деревянного домостроения и с применением различных теплоизоляционных материалов.

Abstract. The article presents possible directions of research of "green" technologies in wooden housing construction in the field of energy efficiency and resource conservation. As an object of research, an experimental model object is considered, implemented using different technologies of wooden housing construction and using various heat-insulating materials.

Ключевые слова: деревянное домостроение, энергоэффективность, ресурсосбережение, "зеленые" технологии

Key words: wooden housing construction, energy efficiency, resource conservation, "green" technologies

Международный проект КО 1089 "Зеленое строительство в Арктическом регионе" (Green Arctic Building – GrAB) реализуется в рамках Программы Приграничного Сотрудничества Колартик учеными из пяти университетов, которые представляют Баренцевый Евро-Арктический регион. Общая цель проекта декларирует поддержку "зеленого" и устойчивого строительства для повышения конкурентоспособности региона, улучшения качества жизни и поддержки социальной и экономической активности в отношении экологических проблем в развитии Баренцева региона. Реализуемые в рамках проекта мероприятия представлены четырьмя группами: "Зеленые технологии", "Сравнительный анализ", "Пилотные проекты" и "Развитие компетенций".

В рамках реализации третьей группы мероприятий творческим коллективом представителей МГТУ и ПетрГУ была разработана модель лаборатории в виде деревянного экспериментального здания, максимально отвечающего свойствам индивидуального жилого здания [5; 10]. Модельный объект представляет собой одноэтажное, прямоугольное в плане здание раз-

мерами 12х6 м. Здание состоит из двух симметричных частей, равных по площади и объему, соединенных тамбуром. Части здания выполнены по двум различным технологиям деревянного домостроения: одна часть – по каркасной технологии, другая – по технологии двойного сруба. Традиционная технология изготовления конструкции стен из одинарного бревна в северных климатических условиях в настоящее время имеет ограниченное применение в силу недостаточных теплоизоляционных свойств конструкции. Кроме возможности сравнения теплотехнических характеристик и работы различных конструктивных решений стен в разных климатических условиях, использование сразу двух вариантов технологий обусловлено еще и тем, что технология двойного сруба не может массово применяться на территории Мурманской области в силу ограниченности сырьевой базы.

В рамках проекта реализуется возведение двух идентичных объектов: в г. Мурманске и в г. Петрозаводске. Объекты имеют одинаковые архитектурные, объемно-планировочные и конструктивные решения, а при строительстве используются идентичные конструкционные и теплоизоляционные материалы. Выбор материалов обосновывался соответствием концепции "зеленого строительства" [1; 3] и их распространенностью в регионе. В качестве основного материала стен была использована древесина, так как этот материал является экологически чистым и возобновляемым ресурсом [10].

Для обеспечения возможности проведения сравнительных исследований здания одинаково ориентированы относительно сторон света. В конструкции стены, ориентированной на север, в каждой части здания использованы различные варианты утепления. В бревенчатой части – это древесная стружка, льняные маты и воздушная прослойка, в каркасной – льняные маты, маты из взморника и эковата. В качестве основного теплоизоляционного материала в бревенчатой части используется стружка от производства элементов сруба, в каркасной части – минераловатные плиты Isoroc Супер теплый производства компании Isover. План и продольный разрез здания представлены на рисунке 1.

Толщина теплоизоляционных слоев подбиралась, исходя из климатических условий г. Мурманска, в результате чего был достигнут общий класс энергоэффективности для всего здания – А (очень высокий) [4].

Экспериментальные здания оснащены энергоэффективным инженерным оборудованием [7], а также специальной системой мониторинга для проведения исследований. Каждая часть здания обеспечивается обособленным

набором инженерно-технических систем, что необходимо для независимого учета затрат электроэнергии.

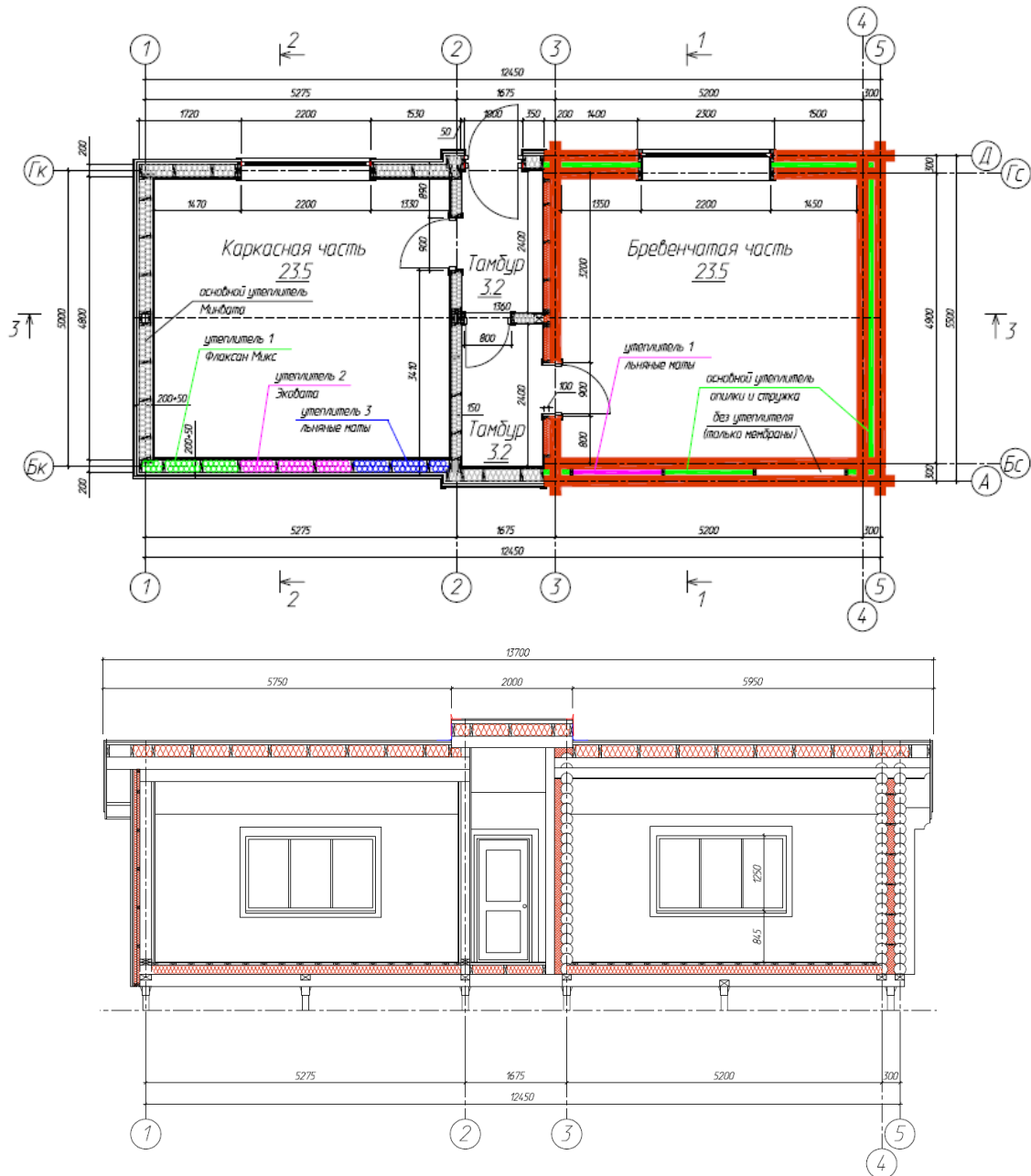


Рисунок 1 – План и продольный разрез экспериментального здания

В результате обзора и сравнения различных систем теплоснабжения [6], была выбрана система с использованием электрических конвекторов. Применение электрического отопления является оптимальным способом равномерного и быстрого прогрева помещения в рамках проведения исследований. В качестве электрических нагревательных приборов применены нагреватели GLAMOX, которые поставляются с программируемым беспроводным WiFi термостатом WT, что позволяет регулировать обогрев дистанционно.

Система вентиляции здания представлена двумя независимыми приточно-вытяжными системами NOVA-300 с рекуперацией для каждой части здания. Приточно-вытяжная система с механическим побуждением актуальна для каркасной части здания, так как каркасные конструкции имеют слоистую структуру с применением мембранных пленок и работают по принципу "термоса".

Для проведения исследований в структуру конструкций здания установлены датчики системы мониторинга, которая позволит контролировать температуру и влажность [8; 9]. Система мониторинга состоит из двух подсистем – эталонной и измерительной. Эталонная система базируется на электронных компонентах российского производства, сертифицированных как средство измерения. Измерительная система базируется на электронных компонентах китайского производства. В здании предусмотрено 25 узлов измерения в ключевых участках ограждающих конструкций. Каждый узел состоит из 8 или 9 датчиков в зависимости от конструкции.

На момент написания статьи в Петрозаводске закончены основные строительные работы по возведению объекта [11] и ведутся работы по монтажу инженерно-технических систем (рисунок 2). В Мурманске ведутся работы по возведению основных строительных конструкций экспериментального здания (рисунок 3).



Рисунок 2 – Экспериментальный объект в г. Петрозаводске

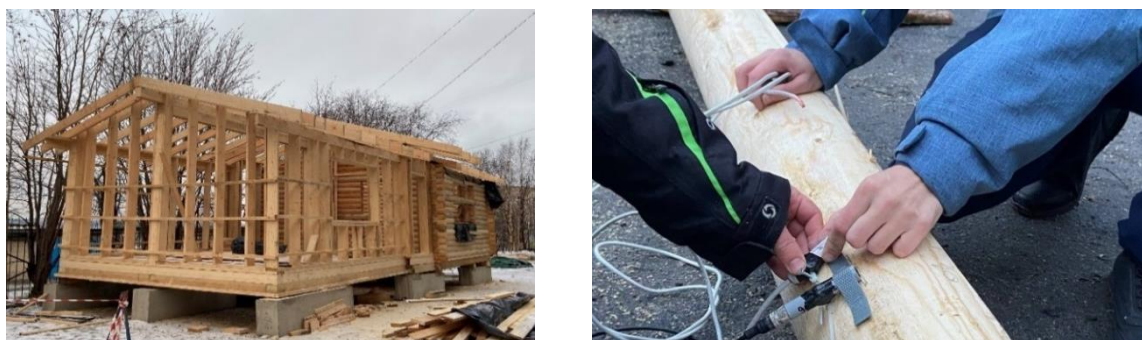


Рисунок 3 – Строительство экспериментального объекта в г. Мурманск

На базе экспериментальных объектов возможно проведение различных исследований в области ресурсосбережения и повышения энергоэффективности деревянных малоэтажных зданий [2]:

1. Сопоставление расчетной модели и результатов натурных исследований конструкций стен по теплотехническим характеристикам;
2. Оценка реальных тепловых потерь через исследуемые конструкции стен с учетом вариантности применяемого теплоизолирующего материала;
3. Оценка влияния ограждающих конструкций стен на энергоэффективность деревянного здания;
4. Оценка влияния состояния теплоизоляционного материала ограждений в процессе эксплуатации на класс энергосбережения здания путем уточнения термического сопротивления (сравнение класса энергоэффективности нового здания и бывшего в эксплуатации)
5. Оценка состояния конструкций стен по показателям температуры и влажности в период эксплуатации в различных климатических районах;
6. Оценка реальных затрат на эксплуатацию опытного здания в течение отопительного периода;
7. Оценка возможности компенсации реальных тепловых потерь за счет повышения тепловой защиты исследуемых конструкций стен;
8. Оценка эффекта снижения эксплуатационных расходов за счет повышения тепловой защиты стен;
9. Оценка перспективы использования рассматриваемых технологий в рамках концепций зданий с низким энергопотреблением и пассивных зданий.
10. Определение мест расположения мостиков холода, выработка рекомендаций по их устранению.

На начальном этапе исследования модельных объектов творческой группой МГТУ и ПетрГУ планируется проведение тепловизионного обследования зданий в режиме эксплуатации для определения термографических данных по внешним и внутренним поверхностям ограждающих конструкций (изменение температуры наружной поверхности ограждающих конструкций по площади поверхности, выявление мест локализации утечек тепла, выявление наиболее охлаждаемых участков ограждающих конструкций) с целью уточнения расчетов теплозащитных характеристик зданий, а также сравнения данных по двум модельным объектам в разных регионах.

Кроме того, будет производиться сравнение экспериментальных значений микроклимата (температурные и влажностные показатели), получен-

ных на основе данных систем мониторинга модельных объектов в г. Петрозаводске и г. Мурманске между собой.

Библиографический список

1. Roaldset E. More about Green construction // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сб. ст. науч.-практ. конф. (23–25 сентября 2019 г., Петрозаводск). Петрозаводск : ИД "Петропресс", 2019. С. 91–95.

2. Sveen S. E. Energy efficient wooden module houses for North – West Russia – project period 2003–2007 // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сб. ст. науч.-практ. конф. (23–25 сентября 2019 г., Петрозаводск). Петрозаводск : ИД "Петропресс", 2019. С. 78–82.

3. Буряченко С. Ю., Васильева Ж. В. Базовые принципы "зелёного строительства" // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. 2018. № 1. С.12–15.

4. Buryachenko S. Yu., Karachentseva I. M., Voronin Z. A., Kuzmenkov A. A. The influence of enclosing structures of walls on the energy efficiency of a wooden building // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 539. 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18–19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012024>.

5. Караченцева Я. М. Анализ типов малоэтажных зданий, строящихся в Мурманской области // Наука и образование в Арктическом регионе : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 22-24 мая 2019 г. ", Мурманск : МГТУ, 2019. С. 411–414.

6. Караченцева Я. М. Выбор системы теплоснабжения при индивидуальном строительстве в условиях Крайнего Севера // Наука и образование – 2018 : материалы всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 15 ноября 2018 г. Мурманск : МГТУ, 2019. С. 194–199.

7. Караченцева Я. М., Кузьменков А. А. Обоснование выбора систем инженерного обеспечения экспериментального деревянного малоэтажного здания // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции : сб. ст. науч.-практ. конф (30 апреля 2020 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2020. С. 36–43.

8. Кувшинов Д.А. Тестирование системы мониторинга температуры и влажности воздуха экспериментального деревянного дома // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (05-07 октября 2020 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2020. С. 51–58.

9. Кувшинов Д. А., Кузьменков А. А. Система мониторинга температуры и влажности воздуха экспериментального каркасного деревянного дома // EUROPEAN RESEARCH : сб. ст. XXVIII Междунар. науч.-практ. конф. (07 сентября 2020 г., Пенза). Пенза : Наука и Просвещение, 2020. С. 36–40. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/09/%D0%9C%D0%9A-874.pdf>.

10. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Буряченко С. Ю. Обоснование выбора материала ограждающих конструкций стен экспериментального объекта для реализации международного проекта КО 1089 "Зеленое строительство в Арктическом регионе" (Green Arctic Building – GrAB) // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сб. ст. науч.-практ. конф. (23–25 сентября 2019 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2019. С. 106–111.

11. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Дербенев А. В. Строительство экспериментального деревянного малоэтажного здания // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сб. ст. науч.-практ. конф. (05-07 октября 2020 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2020. С. 32–50.

Анализ светофорных объектов, используемых при формировании улично-дорожной сети г. Мурманск

Гусев Е. С., Баринов А. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: guseves@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассматриваются вопросы организации светофорного регулирования в городе Мурманск и возможность воздействия светофорными объектами на улично-дорожную сеть. Также оценивается значимость изучения и дальнейшего развития улично-дорожной сети с точки зрения безопасности и комфортного ее использования.

Abstract. The article discusses the organization of traffic light regulation in the city of Murmansk and the possibility of the impact of traffic light objects on the road network. The importance of studying and further developing the road network from the point of view of safety and comfortable use is also assessed.

Ключевые слова: светофорные объекты, улично-дорожная сеть, адаптивное светофорное регулирование

Key word: traffic light objects, road network, adaptive traffic light regulation

Современные улично-дорожные сети, особенно в крупных городах, не обходятся без средств регулирования, таких как развязки, движения по полосам, ограничения скоростного режима и светофорных объектов.

Светофорное регулирование является одним из эффективных методов повышения безопасности дорожного движения и регулирования транспортных и пешеходных потоков. Светофорные объекты, использующие индивидуальные автоматические переключатели светофорных сигналов и работающие в одном или нескольких жестких, или адаптивных режимах, проектируют на пересечениях автомобильных дорог [1].

Светофоры предназначены для поочередного пропуска участников движения через определенный участок дорожной сети, а также для обозначения опасных участков дорог. В зависимости от условий светофоры применяются для управления движением в определенных направлениях или по отдельным полосам данного направления:

- в местах, где встречаются конфликтующие транспортные, а также транспортные и пешеходные потоки (пересечения, пешеходные переходы);
- по полосам, где направление движения может меняться на противоположное;
- на железнодорожных переездах, разводных мостах, причалах, пароммах, переправах;

– при выездах автомобилей спецслужб на дороги с интенсивным движением;

– для управления движением маршрутных транспортных средств [4; 5].

Светофорный объект является мощным средством регулирования транспортных и пешеходных потоков, работа которого направлена на решение следующих задач:

– увеличения уровня безопасности дорожного движения, за счет снижения конфликтных точек пересечения потоков;

– улучшения качества движения, за счет снижения времени задержки движения потока;

– улучшения экологической ситуации, за счет снижения простоя транспортных средств в режиме холостого хода;

– ограничения потока насыщения, за счет разделения пропуска потоков.

В соответствии с ГОСТ Р 52282-2004 "Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний" светофорные объекты регулирования делятся на два вида: транспортные и пешеходные [5; 6].

Из выше сказанного следует что использование светофоров как объектов регулирования позволит разделить потоки и воздействовать на каждый из них в отдельности, как на скорость потока, так и на его насыщение.

Рассмотрим основные способы регулировки. Согласно ОДМ 218.6.003-2011 "Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах", существуют следующие способы регулирования:

1. Постоянное регулирование

1.1. Режим светофорного регулирования не меняется

1.2. Режим светофорного регулирования меняется в течении суток и/или в зависимости от дня недели

2. Адаптивное регулирование

2.1. Частично зависящее от транспортного потока (изменяется или продолжительность фазы, или последовательность фаз или количество фаз)

2.2. Полностью зависящее от транспортного потока (изменяется и продолжительность фазы, и последовательность фаз и количество фаз) [2; 3].

При выборе способа регулирования светофорного объекта ориентируются на параметры интенсивности, плотности и насыщения потока, кроме

того, на количество конфликтных точек как при пересечении транспортных потоков, так и при организации пешеходного перехода через проезжую часть.

На сегодняшний день при формировании улично-дорожной сети широкое распространение получило адаптивное регулирование, которое обеспечивает разделение потоков и снижение задержки движения, воздействие загрязнений от автотранспорта, а также обеспечивает безопасность движения.

Стоит отметить, что возможность применения адаптивного регулирования осуществляется только при условии создания всех пересечений с адаптивным регулированием, в связи с чем резко возрастает финансовая составляющая данного проекта и как следствие, организация дорожного движения осуществляется в смешанном режиме регулирования.

Анализ существующей системы улично-дорожной сети г. Мурманска показал, что около 80 процентов светофорных объектов имеют постоянное регулирование с жестким циклом работы за сутки и не изменяется.

В 10 процентах применяется постоянное регулирование, изменяющееся в течении суток и/или в зависимости от дня недели, при этом стоит отметить что детального анализа таких параметров как сезонный фактор, пиковые нагрузки и распределение потоков в течение дня не учитывались при выборе режима работы светофора, что сказывается на высокие показатели суммарной задержки движения на пересечении.

И только 10 процентов светофорных объектов имеют частично адаптивное регулирование с управлением от кнопки, как правило данные светофоры установлены только в местах сосредоточения высокой концентрации пешеходов, для обеспечения безопасности дорожного движения.

Оптимизационные решения, направленные на снижения суммарной задержки движения на пересечениях существующей улично-дорожной сети, позволяют изменить цикл работы светофорного объекта обеспечив высокий уровень безопасности дорожного движения и снизить суммарные затраты, валовые выбросы загрязнений от транспорта, но таким способом мы не учитываем вносимые изменения на соседние пересечения, что может приводить к затруднению движения на последующих пересечениях.

Из выше изложенного следует, что существует необходимость детального изучения всех светофорных объектов, используемых в сети г. Мурманска, а это очень трудоемкий и обширный проект, который не позволит учесть такие параметры как сезонные изменения, изменения состава транспортного

потока, подвижности населения, следовательно, для реализации таких задач как повышение безопасности дорожного движения, снижения валовых выбросов, снижения затрат от простоя необходимо создание адаптивного регулирования на всей уличной-дорожной сети города Мурманск.

Библиографический список

1. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098292>.
2. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями № 1, 2, 3)
3. Светофор: функции, виды, регулирование // Транспот : сайт. URL: <http://transspot.ru/2015/01/11/svetofor-funkcii-vidy-regulirovanie/>.
4. Запрет пересечения транспортных и пешеходных потоков. Часть 2. Решения // Транспот : сайт. URL: <http://transspot.ru/2016/10/21/zapret-peresecheniya-transportnyh-i-peshexodnyh-potokov-chast-2-resheniya/>.
5. Организация дорожного движения. Светофорное регулирование // Нужен проект – ГЕНПЛАН (Проект – Эксперт) : сайт. URL: <http://www.proekt.lepshy.by/e/588-svetofornoe-regulirovanie>
6. ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038801>.

Ползучесть в бетоне и железобетонных конструкциях

Котов А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: kotovaa@mstu.edu.ru)

Аннотация. Представленная работа носит научно-популярный характер и имеет целью привлечь внимание специалистов к проблеме адекватного отражения в нормативной литературе по бетону и железобетону реологических свойств этих материалов. В настоящее время нормативные диаграммы деформирования бетона носят статичный характер и отражают только квазигнновенное и бесконечно длительное нагружения.

Abstract. The work presented here is of a popular scientific nature and aims to draw the attention of specialists to the problem of adequate reflection of the rheological properties of these materials in the normative literature on concrete and reinforced concrete. Currently, normative diagrams of concrete deformation are static and reflect only quasi-instantaneous and infinitely long loading.

Ключевые слова: физическая модель бетона, линейная и нелинейная ползучесть, диаграмма деформирования, интегральная форма

Key words: physical model of concrete, linear and non-linear creep, stress-strain diagram, the integral form

Достаточно давно известно [1–4], что бетон является реологически нестабильным материалом, т. е. напряженно-деформированное состояние изготовленных из него конструкций зависит не только от приложенных к ним механических воздействий, но и от времени. Так, если зафиксировать постоянную величину некоторого силового воздействия, то деформация будет меняться во времени (рис. 1). Это свойство бетона принято называть ползучестью.

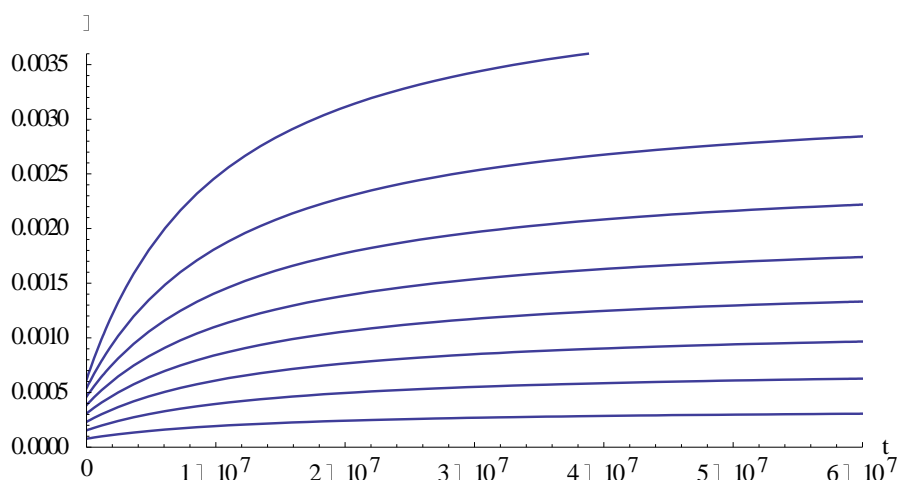


Рисунок 1 – Развитие деформации во времени при постоянном напряжении сжатия. Восемь разных напряжений. Опыты А.В. Яшина [3] 694 сут.

С другой стороны, если поддерживать постоянной деформацию бетонного элемента (например, при сжатии), то напряжения в нем будут во времени изменяться (уменьшаться по абсолютной величине); эта сторона реологичности бетона обычно называется релаксацией (рис. 2).

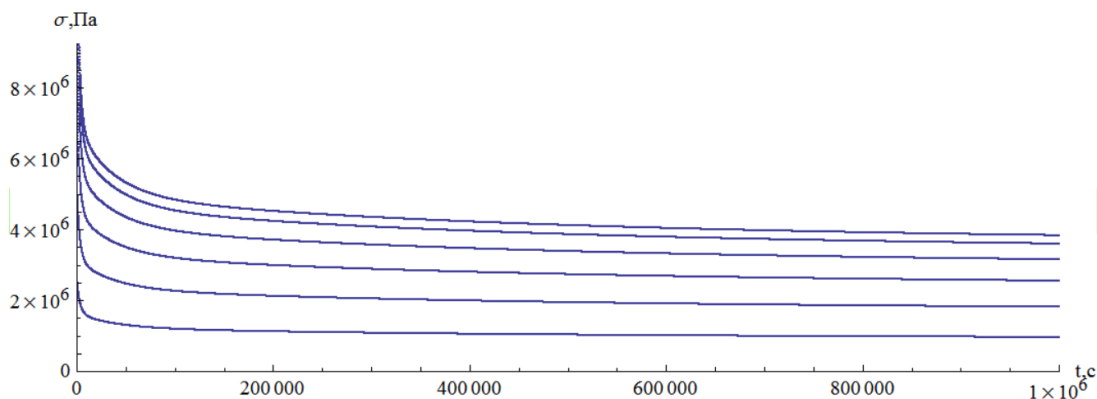


Рисунок 2 – Уменьшение напряжения во времени при постоянной деформации сжатия. Шесть разных начальных деформаций

Испытания бетона на ползучесть и релаксацию являются весьма длительными, измеряются сотнями суток. Однако явление ползучести бетона, т. е. изменение его НДС во времени, можно обнаружить и в сравнительно кратковременных испытаниях. На рис. 3 показаны диаграммы сжатия бетона, полученные в режиме с постоянной скоростью нагружения при разных значениях скоростей. Чем меньше скорость нагружения, тем более пологой получается диаграмма сжатия. При этом длительность самой медленной диаграммы на рис. 3 составляет примерно 240 с, т. е. всего 4 минуты.

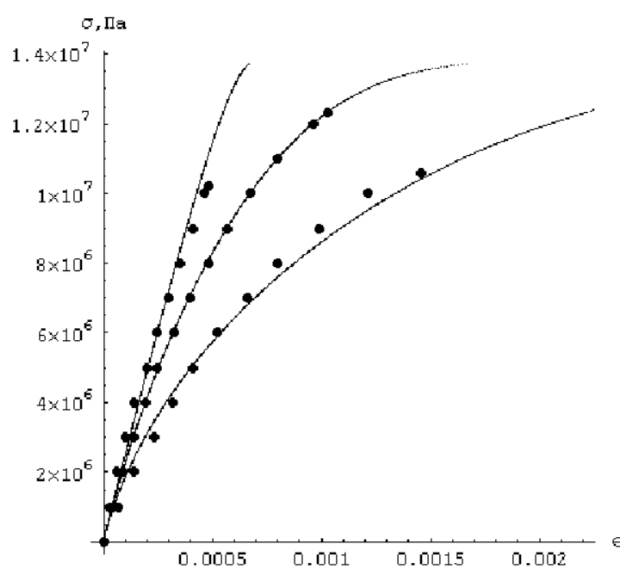


Рисунок 3 – Диаграммы сжатия бетона при скоростях роста напряжения (слева направо) 2,00 МПа/с, 0,20 МПа/с, 0,05 МПа/с. Опыты Шкербелиса [6]

Вследствие отмеченных обстоятельств создание полностью адекватной объекту физической модели бетона для ее использования в расчетах бетонных и железобетонных конструкций связано с большими трудностями. Классическая модель абсолютно упругого тела применима к бетону только при очень кратковременных воздействиях достаточно малыми нагрузками. Для правильного отражения реальных соотношений между напряжениями и деформациями в них должно явным образом присутствовать время. Наиболее естественным способом учета времени в этих соотношениях является следующий.

Если из деформаций, показанных на рис. 1, убрать мгновенно упругую часть, то все кривые будут выходить из начала координат и будут показывать только деформации ползучести $\epsilon_{п}$; эти графики зависимости $\epsilon_{п}$ от времени t принято называть кривыми ползучести (рис. 4).

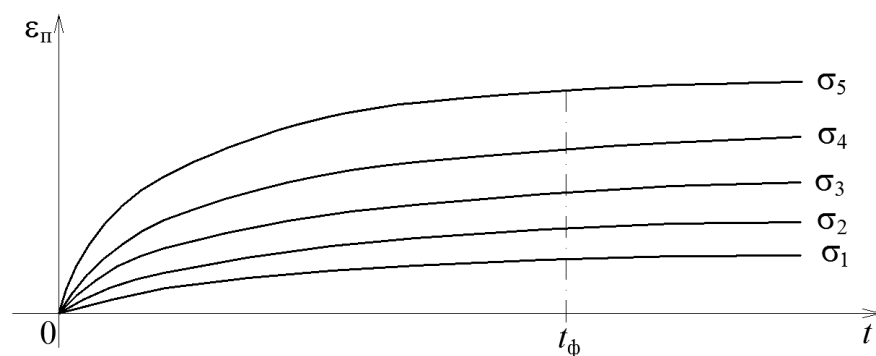


Рисунок 4 – Кривые ползучести

Разным кривым на рис. 4 соответствуют разные напряжения, действующие на образец. Здесь для условно положительных напряжений сжатия справедливо соотношение $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3 < \sigma_4 < \sigma_5$. График зависимости деформации ползучести от напряжения в общем случае является нелинейным, но из него можно выделить линейную часть (рис. 5), достаточно точно характеризующую зависимость $\epsilon_{п}(\sigma)$ при малых уровнях нагружения.

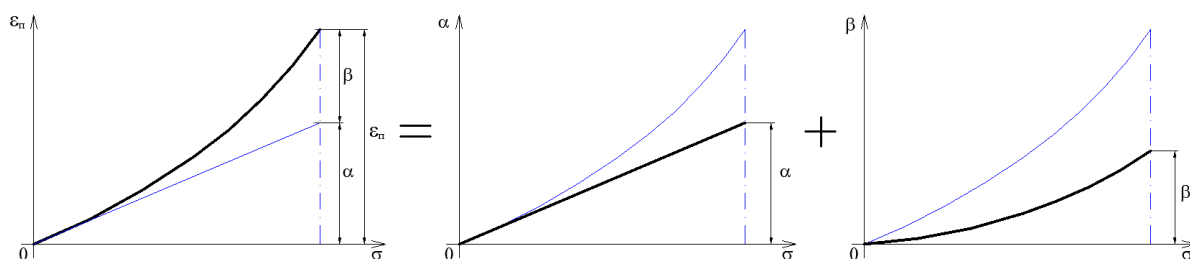


Рисунок 5 – Разложение деформации ползучести на линейную α и нелинейную β

Тогда, если строить кривые только линейной ползучести α и рассматривать их как удельные, т. е. как деформации, отнесенные к величине напряжения, все такие кривые будут накладываться друг на друга, и получится всего одна кривая (рис. 6). При этом удельная деформация линейной ползучести α/σ называется мерой линейной ползучести и обозначается буквой C :

$$C(t) \equiv \frac{\alpha(t)}{\sigma}. \quad (2)$$



Рисунок 6 – График меры линейной ползучести

По виду графика меры линейной ползучести можно принять, что он имеет горизонтальную асимптоту с ординатой C_∞ , т. е. если $t \rightarrow \infty$, то $C(t) \rightarrow C_\infty$. Константа C_∞ является характеристикой бетона и называется также мерой линейной ползучести, или просто мерой ползучести.

Если принять допущение, что бетон обладает только линейной ползучестью, т. е. рассматривать только сравнительно невысокие уровни нагружения, то с помощью экспериментального графика на рис. 6 можно описать деформацию линейной ползучести при одноосном нагружении бетона переменным напряжением. Делается это следующим образом. Пусть напряжение, которым нагружается бетонный образец, изменяется во времени достаточно произвольным образом; например, так, как это показано на рис. 7. В момент времени τ к действующему напряжению добавляется приращение напряжения $d\sigma$. Этому приращению напряжения будет соответствовать приращение деформации линейной ползучести, которое будет нарастать во времени согласно формуле (2):

$$d\alpha = C(t - \tau)d\sigma. \quad (3)$$

Функцию $C(t - \tau)$ принято обозначать $C_{t-\tau}$. Аргумент $t - \tau$ означает, что мера ползучести как функция времени "включается" в момент τ одновременно с "включением" воздействия $d\sigma$. Эта ситуация также поясняется на рис. 7. Чтобы найти деформацию линейной ползучести в момент времени t ,

нужно просуммировать все дифференциалы (3), т. е. найти определенный интеграл:

$$\alpha_t = \int_0^t d\alpha = \int_0^\sigma C_{t-\tau} d\sigma. \quad (4)$$

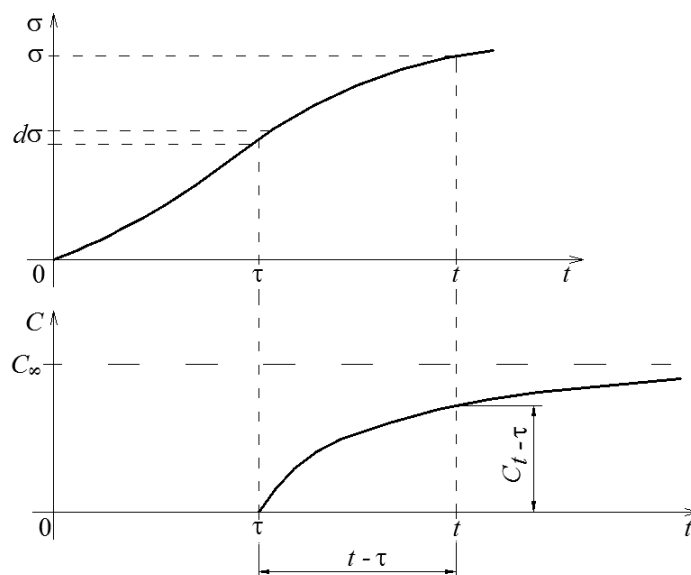


Рисунок 7 – Иллюстрация к определению деформации линейной ползучести при произвольном одноосном нагружении

Далее интеграл справа в (4) находится по частям, откуда следует известная формула:

$$\alpha_t = - \int_0^t \sigma_\tau \frac{\partial C_{t-\tau}}{\partial \tau} d\tau. \quad (5)$$

Соотношение (5) свидетельствует о том, что форма представления линейной ползучести является наследственной. Следовательно, чтобы вычислить деформацию линейной ползучести для конкретного момента времени, нужно проследить всю историю нагружения образца. Если учесть, что при числовых расчетах, выполняемых приближенно, приходится делать очень маленькие шаги по времени, а история нагружения может быть очень длительной, то при прямом использовании формулы (5) нужно вычислять очень большое количество разных определенных интегралов; при этом на каждом шаге по времени меняется не только верхний предел интегрирования, но и подынтегральная функция $C_{t-\tau}$. В этом заключается очень большое вычислительное неудобство наследственной формы (5), которая, тем не менее, является наиболее естественной формой отражения линейной ползучести.

Известно, что специальным выбором аналитической функции, аппроксимирующей экспериментально получаемую меру ползучести (2), рис. 6,

можно от интегральной формы представления деформации линейной ползучести (5) перейти к более удобному в практических расчетах дифференциальному представлению [5].

Переходя к аналитическому представлению деформации нелинейной ползучести, естественно оттолкнуться от той формы, которая отражает линейную ползучесть, и линейность в ней заменить нелинейностью. Так оно и происходило исторически. Ядро линейной ползучести

$$-\frac{\partial c_{t-\tau}}{\partial \tau} \equiv K_{\alpha}(t, \tau) \quad (6)$$

можно заменить ядром нелинейной ползучести $K_{\beta}(t, \tau)$, а подынтегральную линейность в (5) по отношению к напряжению заменить нелинейной функцией $f(\sigma_{\tau})$. Тогда наследственную деформацию нелинейной ползучести можно представить в форме

$$\beta = \int_0^t f(\sigma_{\tau}) K_{\beta}(t, \tau) d\tau. \quad (7)$$

Вид функций $f(\sigma_{\tau})$ и $K_{\beta}(t, \tau)$ должен устанавливаться по результатам длительных испытаний бетонных образцов на сжатие. Формула (7) обобщает большинство вариантов представления нелинейной необратимой деформации ползучести, используемых в современных практических расчетах. Иногда в форме (7) представляют полную деформацию ползучести:

$$\varepsilon_{п} = \int_0^t \psi(\sigma_{\tau}) K(t, \tau) d\tau. \quad (8)$$

Тогда здесь функция $\psi(\sigma_{\tau})$ состоит из линейной и нелинейной частей:

$$\psi(\sigma_{\tau}) = \sigma_{\tau} + f(\sigma_{\tau})$$

а ядро $K(t, \tau)$, вообще говоря, отличается от ядер $K_{\alpha}(t, \tau)$ и $K_{\beta}(t, \tau)$.

Наследственные формы нелинейной ползучести (7) и (8) обладают тем же недостатком громоздкости, как и (5). Однако если для линейной ползучести наследственная форма является вполне естественной, то для нелинейной ползучести, которая по своей природе является необратимой и связанной с деструктивными процессами в материале, наследственность никак не отражает физической сущности этого явления. Поэтому более логично искать иную, отличную от наследственной форму представления нелинейной ползучести. Одну из таких форм предлагает так называемая универсальная модель деформирования и разрушения бетона В. Д. Харлаба [6], которая получила дальнейшее развитие [7] и после некоторой адаптации к общепринятым и закрепленным в нормативных документах по бетону представлениям может претендовать на использование в качестве, соответствующем приведен-

ному здесь ее названию. Это весьма актуально в настоящее время, потому что явление ползучести в действующих отечественных нормах учитывается в достаточно примитивном виде.

Библиографический список

1. Александровский С. В., Васильев П. И. Экспериментальные исследования ползучести бетона // Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций. М. : Стройиздат, 1976. С.97–152.

2. Катин Н. И. Исследование ползучести бетона при высоких напряжениях // Исследование свойств бетона и железобетонных конструкций : [сб. ст.] / под ред. А. А. Гвоздева. М. : Госстройиздат, 1959. С. 74–153.

3. Яшин А. В. Деформации бетона под длительным воздействием высоких напряжений и его длительное сопротивление при сжатии. Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций : [сб. ст.]. М. : Стройиздат, 1969. С. 38–76.

4. Шкербелис К. К. О связи между деформациями бетона и скоростью нагружения // Исследования по бетону и железобетону: [сб. ст.]. Рига : АН Латв. ССР, 1958, С. 39–56.

5. Котов А. А. О назначении параметров универсальной модели деформирования и разрушения бетона // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 10 (100). С. 22–28.

6. Харлаб В. Д. Энергетическая теория нелинейной ползучести и длительной прочности хрупко разрушающихся материалов (III) // Исследования по теоретическим основам расчета строительных конструкций : межвуз. тематич. сб. тр. Л. : ЛИСИ. 1983. С. 127–132.

7. Котов А. А. К теории ползучести и длительной прочности бетона / А. А. Котов // Вестник МГТУ. 2002. Том 5, № 2. С. 161–166.

Применение беспилотных летательных аппаратов для тепловизионного обследования тепловых сетей

Куренков В. В.¹, Попова О. М.² (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ¹кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, ²кафедра электрооборудования судов, e-mail: kurenkovvv@mstu.edu.ru,)

Аннотация. Применение беспилотных летательных аппаратов для тепловизионного обследования – уникальный способ контроля качества тепловой защиты объектов инфраструктуры и инженерных коммуникаций, а также поиска аварийных участков тепловых сетей. В случаях необходимости обследования больших площадей беспилотный метод является наименее затратным способом контроля.

Abstract. The use of unmanned aerial vehicles for thermal imaging is a unique way to control the quality of thermal protection of infrastructure and engineering communications, as well as to search for emergency sections of heat networks. In cases where it is necessary to survey large areas, the unmanned method is the least expensive method of monitoring.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, тепловизионное обследование
Key words: unmanned aerial vehicles, thermal imaging survey

Тепловизионная съемка в аэрометодах применяется достаточно давно. Пионером в этой области в России был научно-исследовательский институт космоаэрогеологических методов г. Санкт-Петербург.

Еще с 50–60 годов ими выполнялась аэросъемка для различных геологических задач. Для выполнения этих задач применялась малая авиация, с установкой соответствующего оборудования.

С 1998 года выполнялась тепловая съемка, для мониторинга оценки состояния объектов в энергетической сфере, нефтегазовой промышленности, в жилищно-коммунальном хозяйстве, том числе и для оценки состояния тепловых сетей, и даже для оценки численности животных и т. д.

Развитие беспилотных летательных аппаратов позволило выполнять эти работы на более высоком уровне.

Если рассматривать воздействие на окружающую среду крупного города в целом, то необходимо учитывать влияние всей его существующей инфраструктуры, в том числе и системы энергоснабжения. Город Мурманск, как и все крупные города России имеет центральное теплоснабжение. Доля центрального теплоснабжения в общем потреблении тепла домохозяйствами в России – около 75 %. Особенностью центрального теплоснабжения явля-

ется наличие развитой тепловой сети. Тепловые сети – один из ключевых элементов городского хозяйства – в ряде городов находятся в неудовлетворительном состоянии, срок службы многих из них давно истек, а их капитальный ремонт требует значительного времени и колоссальных затрат. При этом, как правило, отсутствует объективная информация о реальном состоянии теплосетей, на основе которой можно было бы сформировать систему технических, финансовых и управленческих решений по эффективному планированию и оптимизации плановых и аварийных ремонтных работ.

Существующие наземные методы контроля, хотя и характеризуются довольно высокой точностью определения аварийных мест, обладают двумя существенными недостатками: низкой производительностью и высокой стоимостью.

Кроме того, существует еще одна серьезная проблема – это отсутствие в подавляющем большинстве городов России точных схем расположения подземных теплотрасс. Поэтому, прежде чем анализировать состояние сетей, надо точно знать, где они проложены.

Общая протяженность тепловых сетей в большинстве российских городов составляет сотни погонных километров.

Например в г. Москва общая протяженность тепловых сетей в двухтрубном исполнении составляет около 15 тыс. км., в г. Мурманске это значение – около 300 км.

Построение схем теплосетей на территорию даже небольшого города в рамках традиционных наземных (геодезических) методов является трудоемким и весьма затратным процессом. Следовательно, возникает необходимость в таком методе, который позволял бы создать (либо актуализировать) схемы расположения теплосетей и качественно оценить их состояние. Тепловая тепловизионная аэросъемка на сегодняшний день является единственным дистанционным методом, который позволяет решать обе эти задачи (картирование и диагностика), обладая при этом высокой оперативностью и достаточной точностью при разумных денежных затратах на ее проведение [1].

Применение малой авиации для этих целей – затруднительно, так как съемка будет выполняться с большой высоты 300–400 м, что не позволит получить достаточно четкую картинку. (разрешение тепловизионной камеры – ограничено). Кроме того получить разрешение на полеты для малой авиации в черте города очень затруднительно. Поэтому лучше использовать бес-

пилотные летательные аппараты (БПЛА), которые позволяют делать съемку с малой высоты около 100–150 м.

Актуальность выполнения таких работ было озвучено в августе 2018 г. Министерством строительства, которое предложило использовать беспилотники для обследования тепловых сетей. Об этом заявил заместитель министра строительства Андрей Чибис в ходе заседания российско-японской рабочей группы по вопросам городской среды. "Мы рекомендуем регионам и предприятиям в сфере теплоснабжения при старте отопительного сезона использовать эту и подобные технологии и провести энергоаудит тепловых сетей, что позволит устранить проблемные точки до наступления серьезных холодов", – сказал он в ходе заседания.

Рынок беспилотников в настоящее время достаточно большой, представлен как зарубежными, так отечественными производителями.

Существуют два основных типа БПЛА по принципу полёта:

– с вращающимся крылом (вертолётного типа), вертикального взлета и посадки,

– с жёстким крылом (самолётного типа), с взлетной стартовой площадкой.

Аппараты самолётного типа, как правило, отличаются большей длительностью полёта, максимальной высотой полёта и высокой скоростью.

БПЛА самолётного типа различаются по взлётной массе и бывают как легкие, так и тяжелые. Для аэрофотосъемки с тепловизионной камерой достаточно использовать БПЛА с взлётной массой меньше 20 кг. Проблема применения таких аппаратов заключается в отсутствии больших площадок для взлета и посадки в черте города.

У БПЛА с вращающимся крылом подъёмная сила также создаётся аэродинамически, но не за счёт крыльев, а за счёт вращающихся лопастей несущего винта (винтов). Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль. Очевидными преимуществами БПЛА вертолётного типа являются способность зависания на месте и высокая маневренность. Также для взлета и посадки нужна небольшая площадка размером всего несколько метров [2].

В рамках международного проекта "Green Arctic Building" в Мурманском государственном техническом университете реализуются задачи по применению беспилотных технологий для тепловизионного обследования с использованием следующего оборудования.

Комплекс "Геоскан 401" (рисунок 1), включающий:

- 4х моторный БПЛА, оснащенный двумя камерами видимого и невидимого (инфракрасного) диапазонов;
- наземную станцию управления с предустановленным программным обеспечением Geoscan Planner.



Рисунок 1 – Комплекс "Геоскан 401"

Таблица 1 – Характеристики БПЛА "Геоскан 401" [3]

Взлет/посадка/полет	в автоматическом режиме
Тип двигателя	электрический
Продолжительность полета	до 60 мин
Максимальная протяженность маршрута	20 км
Площадь участка фотосъемки за 1 полет (зависит от требуемого масштаба съемки)	1,4-2,1 км ²
Рекомендуемая допустимая скорость ветра	до 10 м/с
Максимально допустимая скорость ветра	до 12 м/с
Скорость полета	0-50 км/ч
Максимальная взлетная масса	9,3 кг
Масса полезной нагрузки	до 2,5 кг
Минимально безопасная высота полета	100 метров
Максимальная абсолютная высота полета	500 метров
Время подготовки к взлету	10 минут
Температура эксплуатации	от -20°C до +40°C

Надо отметить, что тепловая съемка без съемки видимого диапазона не очень ценна, особенно в городской застройке, поэтому используется две камеры:

1. Тепловизионная камера – отечественная разработка "Термофрейм-MX" Инфратест с разрешением 640x480 пикселей;
2. Фотокамера "SONY RX1", матрица 24.7 Мпикс, объектив Carl Zeiss 35 мм.

Для обработки полученных снимков используется программное обеспечение: "Agisoft Metashape Professional".

Программа "Geoscan Planner" позволяет выполнить предполетную подготовку, выбрать предпочтительные параметры съемки, произвести запуск и выбрать точку посадки. Во время выполнения полетного задания, оператору предоставляется телеметрия и информация о состоянии воздушного судна.

После завершения полета, полученные снимки можно загрузить в интерфейс программы и просмотреть любой снимок вдоль маршрута.

Пилот определяет точки маршрута полета на местности и задает четкие параметры полета: направление полета, высоту, скорость, угол съемки с камеры, запись изображений.

Задачи тепловизионного исследования:

- оценка состояния тепловых сетей;
- оперативное получение актуальной информации о состоянии и плановом положении тепловых сетей;
- получение данных для учета (инвентаризации) тепловых сетей, паспортизации, обновления исполнительной документации, проектирования новых участков сетей;
- предупреждение крупных аварий на тепловых сетях за счет раннего выявления неблагоприятных участков;
- прогнозирование аварийных ситуаций и способов их устранения;
- оптимизация планирования работ на текущее обслуживание и ремонт тепловых сетей;
- обеспечение повышения точности модели тепловых сетей для гидравлических расчетов.

Ожидаемый эффект:

- материалы используются для картирования тепловых аномалий на сетях и предполагаемых мест утечки теплоносителя для последующей наземной диагностики;
- выявляются аварийные и потенциально-дефектные участки тепловых сетей на большой площади городской застройки с качеством тепловизионного изображения, сопоставимым с результатами наземного обследования;
- разработка методики расчета тепловых потерь тепловых сетей, при использовании тепловой съемки.

Библиографический список

1. Пируева Т. Г., Скловский С. А., Тепловая инфракрасная аэросъемка как инструмент контроля дистанционного состояния тепловых сетей // Новости теплоснабжения. 2011. № 9 (133). URL: www.ntsni.ru/9_2011.html.

2. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / [В. С. Фетисов и др.]; под ред. В. С. Фетисова. Уфа : Фотон, 2014. 216 с.

3. Геоскан : сайт. URL: www.geoscan.aero.

Пути возрождения и развития удаленных и изолированных населенных пунктов Терского берега Мурманской области

Малышев В. С., Баринов А. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства теплоэнергетики и транспорта, e-mail: malyshevvs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Показано, что экономическое развитие удаленных прибрежных удаленных населенных пунктов Мурманской области связано с обеспечением их эффективным и достаточным энергоснабжением и экономичной коммуникацией.

Abstract. The paper shows that the economic development of remote coastal settlements of the Murmansk region is associated with the provision of efficient and sufficient energy supply and economic communication.

Ключевые слова: прибрежные удаленные населенные пункты, варианты реализации их энергообеспечения, возможные способы коммуникации между собой и центром области

Key words: coastal remote settlements, options for the implementation of their energy supply, possible ways of communication between themselves and the center of the region

Исторически, активное освоение Мурманской области началось заселением поморами Терского берега, так образовались расположенные в устьях рек поселения Кузомень, Устье Варзуги, Стрельна, Чаваньга, Тетрино, Чапома, Оленица. Как правило, жители этих поселков занимались ловлей рыбы (рыбой поморы признавали только семгу) и продажей ее Соловецкому монастырю, который уже организовывал ее массовую продажу в Москву, как говорится, – "к царскому столу". Как показывает статистика, наибольшее число жителей в поселках Терского берега было зафиксировано в 1915 году. Тогда в Чапومه жило 400 жителей, в Чаваньге – 333. Статистика 2010 года показывает, к сожалению, значительное сокращение жителей. Крупнейшими поселками являются Чапама – 81 житель и Чаваньга – 87 жителей. Не смотря на то, что Терский берег является пожалуй наиболее благоприятным по погодно-климатическим условиям регионом области, удаленность, изолированность и отсутствие постоянного электроснабжения привели к столь значительному сокращению жителей этого региона области. Таким образом, можно считать обоснованным и необходимым решить две первоочередных задач для начала возрождения и дальнейшего развития Терского берега, это обеспечение постоянного и достаточного электроснабжения и транспортного сообщения как между поселками, так и их связи с районным и областным центрами.

Энергоснабжение. Все поселки Терского берега отрезаны от центрального электроснабжения и нет оснований надеяться на его реализацию в обо-

зримом будущем. Оптимальным решением, на наш взгляд, является поставка комбинированных ветро-дизельных установок. Выполненное технико-экономическое обоснование вариантов электроснабжения для п. Чаваньга (Табл. 1) подтвердила как экономичность, так и экологическую эффективность такого рода решения (рис. 12, 2).

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели вариантов энергоснабжения п. Чаваньга

Наименование показателя	Условное обозначение	Единица измерения	ДЭС	ВЭУ + ДЭС
Установленная мощность	Ne	кВт	2 x 250	ВЭУ – 2 x 80 ДЭС – 2 x 250
Годовой отпуск электроэнергии	W _{отп}	МВт час	1015, 28	1108,14
Капитальные вложения	Квл	млн. руб	1,976	20,973
Себестоимость единицы электроэнергии	S _э	руб/кВт час	10,8	2,46
Приведенные затраты	З	млн. руб	11,28	6,08
Срок окупаемости	T _{ок}	год		3,13
MIPS		т/МВт час	18,81	2,76

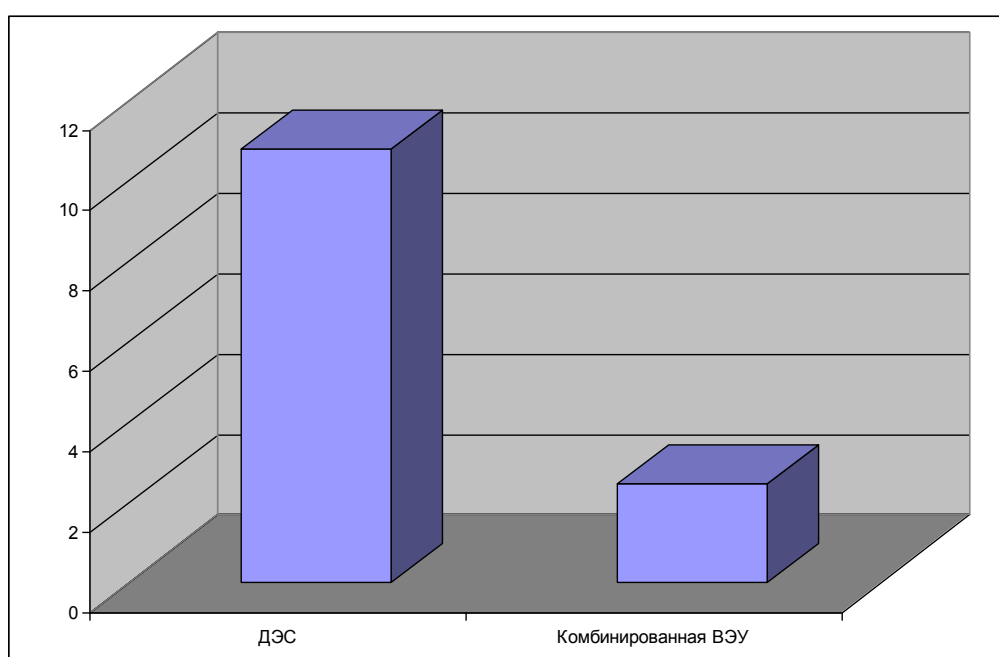


Рисунок 1 – Себестоимость единицы отпускаемой электроэнергии, руб./кВт час

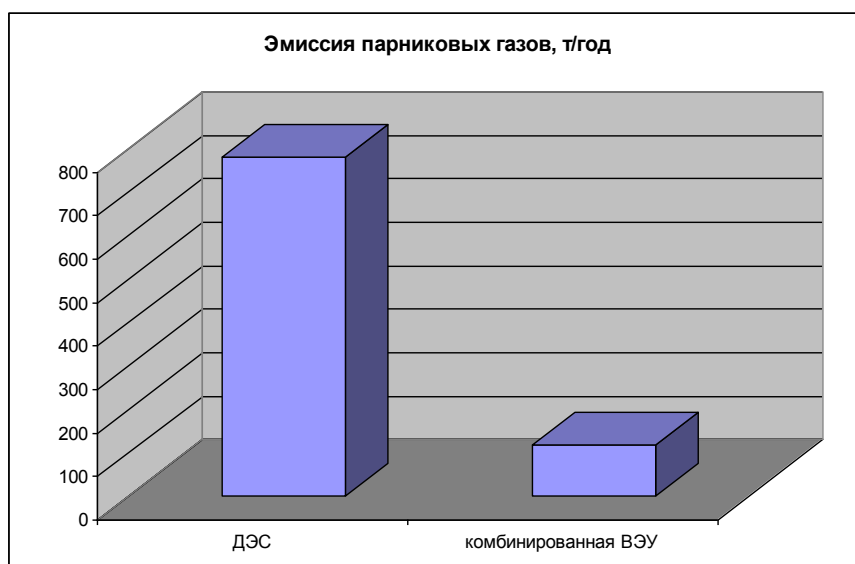


Рисунок 2 – Эмиссия парниковых газов (CO₂), т/год

Транспортная коммуникация. Сообщение поселков Терского берега как между собой, так и с районным и областным центрами чрезвычайно затруднено отсутствием дорожного сообщения. Мелководье прибрежной зоны поселков препятствует и их водному сообщению, так как требуется перегрузка на мелкосидящие баркасы или лодки. Очевидно, что транспортная изолированность затрудняет и делает практически вдвое дороже доставку топлива, продовольствия и товаров.

Полагаем, что в значительной мере решить проблему транспортной доступности можно было бы за счет использования судов типа десантное для регулярной перевозки пассажиров (или только грузов) например по маршруту Умба – Чапома с заходом в п. Чаваньга. Для оперативной и экономичной доставки пассажиров можно было бы использовать легкомоторную авиацию. С этой целью следовало бы "реанимировать" аэродромные службы в Мурмашах, Кандалакше, поселках Умба, Чаваньга и Чапома. Организацией работы аэротакси могли бы заняться региональные бизнес структуры, востребованность в их услугах будет обеспечена.

Реализация предложенных решений для удаленных децентрализованных потребителей позволит решить важный социальный заказ по повышению уровня комфортности проживания граждан, обеспечению достойного энергоснабжения удаленных населенных пунктов при одновременном значительном снижении тарифов на поставляемую энергию. Не стоит забывать о туристической привлекательности Терского берега. Это, наряду с активизацией рыбного промысла, создаст предпосылки для развития экономики поселков и их реального возрождения.

Учет аккумулирующей способности зданий и сооружений при формировании алгоритма управления их системами теплоснабжения

Малышев В. С., Караченцева Я. М., Стоян Е. И. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: malyshevvs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрена методика определения коэффициента аккумуляции жилых зданий. Приведен пример расчета теплоаккумулирующей способности для жилого объекта с централизованным теплоснабжением. Описаны предпосылки для формирования алгоритма управления системами теплоснабжения, используя теплоаккумуляцию.

Abstract. The article considers the method of determining the accumulation coefficient of residential buildings. An example of calculation of heat storage capacity for a residential facility with centralized heat supply is given. Prerequisites for formation of algorithm for control of heat supply systems using heat accumulation are described.

Ключевые слова: теплоаккумуляция, теплопотери, сопротивление теплопередаче, температура, здание

Key words: heat accumulation, heat loss, heat transfer resistance, temperature, building

В настоящее время вопрос определения теплотехнических свойств ограждающих конструкций актуален как для проектируемых и строящихся зданий [1], так и при реновации эксплуатируемых объектов.

Ограждающие конструкции зданий обладают способностью аккумулировать тепловую энергию в толще ограждения, а затем с различной интенсивностью отдавать ее наружному воздуху и внутрь помещения.

Обязательным атрибутом современных зданий является автоматизированный тепловой пункт (АТП), регулирование работы которого определяется температурой воздушной среды ($t_{в}$) в отапливаемых помещениях. Этот параметр "законодательно" является регулируемым, но остается вопрос, действительно ли он является при этом наиболее информативным для системы управления АТП. Конечно, температура в отапливаемых помещениях учитывает теплоаккумулирующие свойства наружных ограждений объекта, но учитывает лишь косвенно. Видимо, для оптимального регулирования системы отопления необходим более информативный параметр в дополнение к температуре воздушной среды $t_{в}$.

Теплоаккумулирующая способность зданий характеризуется коэффициентом теплоаккумуляции β , измеряемым в часах [5]. В трудах [6; 7] рассмотрены расчетные методики определения коэффициента.

На значение коэффициента теплоаккумуляции оказывают влияние такие величины, как кратность воздухообмена, теплозащитные характеристики ограждающих конструкций и их теплоемкость. Приближенный аналитический метод его определения был предложен Ю. В. Кононовичем в работе [8].

Величина коэффициента β рассчитывается по формуле

$$\beta = \frac{C_{\text{огр}}}{3,6 \cdot Q_{\text{уд}}}, \text{ ч},$$

где $C_{\text{огр}}$ – теплоемкость ограждающих конструкций помещения, кДж/°С; $Q_{\text{уд}}$ – удельные теплотери помещения, Вт/°С.

Величина $C_{\text{огр}}$ наружных ограждающих конструкций и внутренних перегородок рассчитывается по формуле

$$C_{\text{огр}} = K \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot c_i \cdot \rho_i \cdot F_i / 2, \text{ кДж/°С}, \quad (1)$$

где K – безразмерный коэффициент; δ_i – толщина слоя ограждающей конструкции, м; c_i – удельная теплоемкость, кДж·кг/°С; ρ_i – плотность материала, кг/м³; F_i – площадь ограждающей конструкции, м².

$$K = \frac{\tau_R - t_H}{t_{\text{в0}} - t_H},$$

где τ_R – радиационная температура ограждающих конструкций помещения, °С; t_H – температура наружного воздуха, °С; $t_{\text{в0}}$ – температура внутреннего воздуха до отключения системы отопления, принимаем согласно [2] $t_{\text{в0}} = 23^\circ\text{С}$.

Радиационная температура ограждающих конструкций помещения согласно [7] определяется по формуле

$$\tau_R = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \text{ °С},$$

где τ_i – температура внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С.

Температура внутренней поверхности ограждения определяется по формуле

$$\tau_i = t_{\text{в0}} - \frac{t_{\text{в0}} - t_H}{R_0^{\text{пр}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \text{ °С},$$

где $R_0^{\text{пр}}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, определяемое по [3], (м²·°С)/Вт; $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи со стороны внутренней поверхности ограждающей конструкции [3], Вт/(м²·°С).

Температура внутреннего воздуха в жилых помещениях при отключении системы отопления определяется согласно [7] по формуле

$$t_B = t_H + (t_{B_0} - t_H) \cdot e^{-\frac{\tau}{\beta}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

где τ – время остывания помещения, ч.

Величина удельных теплопотерь согласно [8] рассчитывается по формуле

$$Q_{уд} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot F_i + L \cdot c_B \cdot \rho_B, \text{ Вт}/^\circ\text{C}, \quad (3)$$

где k_i – коэффициент теплопередачи наружной ограждающей конструкции Вт/(м²·°C); L – расход инфильтрирующего наружного воздуха через ограждающие конструкции, нормативная величина для жилых зданий составляет 3 м³/ч на 1 м² жилых помещений квартиры.

В качестве исследуемого объекта для определения теплоаккумулирующей способности помещения была выбрана жилая комната в угловой квартире здания, находящейся на первом этаже. Дом располагается по адресу г. Кандалакша, ул. Пронина, д. 34. Согласно энергетическому паспорту здания (и указанию на фасаде дома) класс энергетической эффективности В. Класс энергоэффективности здания, рассчитанный по [3] В+ (–40 %) – Высокий.

Согласно [4] для города Кандалакша: средние температуры июля около 14,5°С, января – –12,7°С. Температура воздуха наиболее холодных суток – обеспеченностью 0,92 – –35°С; обеспеченностью 0,98 – –38°С.

Численное значение удельных потерь рассматриваемой жилой комнаты определялась по формуле (3), теплоемкости всех ограждающих конструкций по формуле (1). Результаты расчета коэффициента теплоаккумуляции при различных значениях температуры наружного воздуха приведены в таблице 1.

При анализе данных таблицы 1 следует, что коэффициент теплоаккумуляции незначительно уменьшается при уменьшении температуры наружного воздуха. Данные значения соответствует нормативной кратности воздухообмена, равной 1. При эксплуатации жилых зданий кратность воздухообмена колеблется от 0,25 до 1,0. Минимальное значение соответствует дежурному режиму работы системы вентиляции при отсутствии людей.

Таблица 1 – Результаты расчета аккумулирующей способности жилой квар-
тиры

Температура наружного воздуха и $t_{н}, ^\circ\text{C}$	Плотность наружного воздуха $\rho_{н}, \text{кг/м}^3$	Массовый расход инфильтрующего воздуха $G_{в}, \text{кг/ч}$	Удельные теплоты $Q_{уд}, \text{Вт/}^\circ\text{C}$	Радиационная температура $t_{R}, ^\circ\text{C}$	К	Темлоемкость $C_{огр}, \text{кДж/}^\circ\text{C}$	$\beta, \text{ч}$
0	1,292	83,6	50,17	20,91	0,909	10323	57,2
-5	1,316	85,3	50,64	20,45	0,909	10323	56,6
-10	1,341	86,8	51,07	20,00	0,909	10323	56,2
-15	1,367	88,5	51,57	19,54	0,909	10323	55,6
-20	1,394	90,1	52,00	19,09	0,909	10323	55,1
-25	1,422	92,0	52,55	18,63	0,909	10323	54,6
-30	1,453	93,9	53,07	18,18	0,909	10323	54,0
-35	1,484	95,8	53,62	20,91	0,909	10323	53,5

Температура внутреннего воздуха в процессе охлаждения жилой ком-
наты определялась по формуле (2), представленной в безразмерном виде:

$$\theta_{в} = e^{-\frac{\tau}{\beta}}. \quad (8)$$

Вычисления безразмерной температуры $\theta_{в}$ при различных значениях
коэффициента теплоаккумуляции сведем таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчета процесса охлаждения помещений

Время охлаждения $\tau, \text{ч}$	Безразмерная температура внутреннего воздуха при значениях $\beta, \text{ч}$			
	40	50	60	70
0	1	1	1	1
5	0,880	0,904	0,920	0,931
10	0,778	0,818	0,845	0,866
15	0,686	0,740	0,778	0,806
20	0,605	0,669	0,716	0,750
25	0,533	0,605	0,658	0,699
30	0,471	0,547	0,605	0,650

С помощью таблицы 2 можно определить значение безразмерной тем-
пературы внутреннего воздуха в жилых помещениях при аварийных ситуа-
циях.

Для увеличения энергоэффективности можно воспользоваться аккумуляющей способностью здания, за счет остывания квартир с 23 до 21 °С [2]. Из уравнения (2) выведем время охлаждения

$$\tau = \beta \cdot \ln \left(\frac{t_{B_0} - t_H}{t_B - t_H} \right)$$

Примем из таблицы 1 для $t_H = -30^\circ\text{C}$; $\beta = 54\text{ч}$; $t_B = 21^\circ\text{C}$; $t_{B_0} = 23^\circ\text{C}$.

$$\tau = 54 \cdot \ln \left(\frac{23 - (-30)}{21 - (-30)} \right) = 2,07\text{ч}$$

Если при данных условиях в систему отопления для подающего трубопровода подавать воду из обратного трубопровода, то время охлаждения будет дольше. Это позволит снизить потребления теплоты и избавиться от перетопов в здании.

Представленная в статье методика определения коэффициента теплоаккумуляции жилых зданий позволяет делать качественные выводы по организации работы системы отопления, но очевидно, что для каждого конкретного здания необходимо проведение дополнительного энергообследования, позволяющего учесть конкретные особенности расположения объекта, качества используемых материалов и постройки здания.

Библиографический список

1. Buryachenko S. Yu., Karachentseva I. M., Voronin Z. A., Kuzmenkov A. A. The influence of enclosing structures of walls on the energy efficiency of a wooden building // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 539. 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18–19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012024>.
2. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях" (с изменениями на 27.12.2010). М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 10 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Взамен СНиП 23-02-2003 ; Введ. 01-07-2013. М. : ФАУ ФЦС, 2012. 100 с.
4. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Взамен СНиП 23-01-99*; Введ. 29-05-2019. М. : Минстрой России, 2018. 113 с.

5. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е изд., стер. М. : Изд-во МЭИ, 2001. 471, [1] с.

6. Мануковская Т. Г., Стерлигов В. А. Снабжение потребителей тепловой энергией с учетом аккумулирующей способности зданий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2011. № 3 (34). С. 384–392

7. Бородин А. И., Цветков Н. А., Иванова Е. А. Закономерности температурных режимов наружных деревянных стен из бруса в предельных случаях охлаждения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2007. № 2 (15). С. 161–168.

8. Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовой застройки. М. : Стройиздат, 1986. 157 с.

Мазутная отопительная котельная с использованием высоко подогретого мазута в печах АНУ-0,8 В

Малышев В. С., Пантлеев С. П. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: malyshvvs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрены способы и устройства сжигания высокосернистого мазута и оценены результаты применения таких устройств на эффективность работы мазутной котельной. Предложена схема высокого подогрева мазута с применением серийно выпускаемого огневого подогревателя мазута (печи АНУ-0,8В), работающего на высоко подогретом в нем мазуте, теплота которого используется для нагрева сетевой воды системы отопления, оценена экономическая эффективность использования таких котельных.

Abstract. Methods and devices for burning high-sulfur fuel oil are considered and the results of using such devices on the efficiency of the fuel oil boiler house are evaluated. A scheme for high heating of fuel oil with the use of a commercially available fire heater for fuel oil (furnace ANU-0.8V), operating on highly heated fuel oil in it, the heat of which is used to heat the heating system water of the heating system, has been proposed, the economic efficiency of using such boiler houses has been evaluated.

Ключевые слова: энергосбережение, отопительные котельные; эффективность сжигания мазута; высокий подогрев мазута; снижение выбросов серного ангидрида

Key words: energy saving, heating boiler houses; efficiency of fuel oil combustion; high heating of fuel oil; reduction of sulfuric anhydride emissions

Эксплуатационная практика показывает, что поставляемые мазуты М-100 почти лишены низко кипящих составляющих, что крайне негативно сказывается на работе котлов ТЭЦ и отопительных котельных. Для того, чтобы такой мазут качественно сгорал, его необходимо подготовить перед подачей в топку. Предлагается подогревать мазут до температур, близких температуре испарения основных компонентов, а это 350...400 °С. Эффективность качественного сжигания мазута при его предварительном подогреве до температур близких к температуре испарения доказывается в ряде работ [2; 3]. Высокий подогрев мазута в мазутной паровой отопительной котельной невозможно достичь по причине отсутствия теплоносителя (пара) требуемой температуры. Некоторыми авторами предлагалось использовать радиационные подогреватели мазута, установленные непосредственно в топке котла или конвективные подогреватели мазута, установленные в газоходе котла перед экономайзером. Все эти предложения не нашли практического применения из-за опасности коксования или прогорания трубок подогревателей. Высокий подогрев мазута используется в нефтепереработке, для

этого, в частности, используются серийно выпускаемые печи нагрева мазута, например печь АНУ-0,8В. Такие печи могут работать на различных топливах, в том числе и на мазуте. В этих печах современные мазуты сжигаются при их высоком подогреве и при этом обеспечивается качественный процесс сгорания. Подогретый в печи мазут можно эффективно использовать для нагрева сетевой воды в современных пластинчатых подогревателях, а также для подогрева мазута в цистернах хранения. Вопросам разработки такой мазутной отопительной котельной без паровых и водогрейных котлов посвящена данная статья.

Схема предлагаемой мазутной котельной. В качестве примера рассмотрим котельную с тепловой нагрузкой $Q = 0,6\text{МВт}$.

Для обеспечения такой нагрузки предлагается использовать печь АНУ-0,8В (рисунок 1), технические характеристики которой представлены в таблице 1.

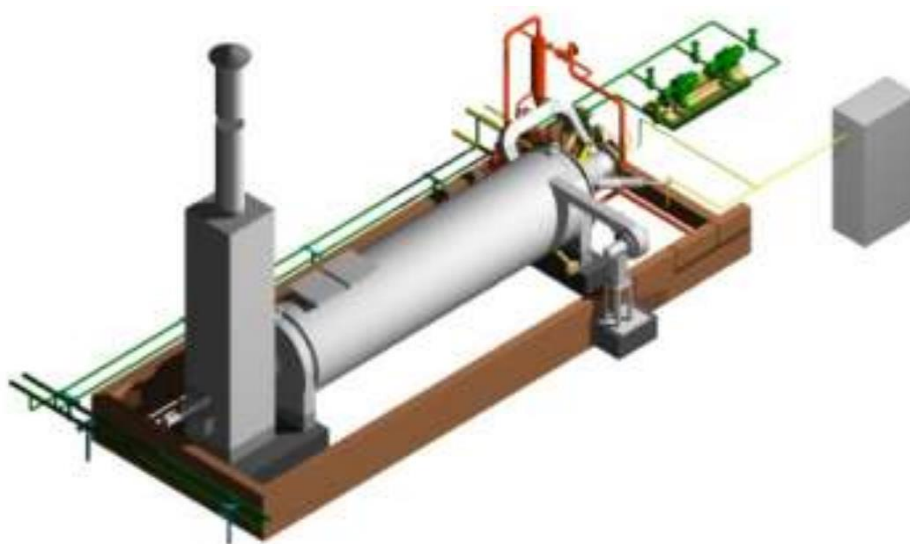


Рисунок 1 – Трубчатая печь АНУ-0,8В

Таблица 1 – Техническая характеристика Печи АНУ—0.8В

Наименование	Значение
Номинальная тепловая мощность, МВт	0.6
Мощность горелочного устройства, МВт	0.6-0.8
КПД не менее, %	80
Нагреваемая среда	Нефть нефтепродукты
Топливо	Природный газ, мазут
Площадь змеевика радиантной камеры, м ²	28
Диаметр змеевика, мм	57
Температура сырья на входе, °С	160
Температура сырья на выходе, °С	360

Окончание табл. 1

Наименование	Значение
Производительность при, кг/час	2000
Допустимое давление в змеевике при максимальной температуре, МПа	1,5
Температура дымовых газов не выше, С	350
Допустимая температура корпуса не выше, С	60
Минимальная температура окружающего воздуха, С	-40

Примем температуру сырья (мазута М100) на выходе из печи 360 °С.

Чтобы обеспечить тепловую нагрузку $Q = 0,6\text{МВт}$ расход мазута через сетевой водо-мазутный подогреватель при температуре мазута в подающем трубопроводе $t_1 = 360\text{ }^\circ\text{С}$ и в обратном $t_2 = 160\text{ }^\circ\text{С}$ должен составлять:

$$G_{\text{мпв}} = Q / [(t_1 c_1 - t_2 c_2) \eta],$$

где c_1 и c_2 – теплоёмкость мазута соответственно при температурах t_1 и t_2 ;

$\eta = 0,98$ – КПД сетевого подогревателя.

Среднее значение составит:

$$G_{\text{мпв}}^{\text{cp}} = 3461\text{ кг/ч} = 0,961\text{ кг/с}.$$

Для обеспечения нормальной работы хвостовых поверхностей печи часть горячего мазута (при температуре 360 °С) подается параллельно сетевому подогревателю на вход в насос в таком количестве, чтобы температура мазута на входе в печь была 160 °С.

Расход мазута для работы печи составит:

$$B_{\text{п}} = Q / (Q_{\text{р}}^{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}) = 600 / (39900 \cdot 0,8) = 0,0188\text{ кг/с} = 67,7\text{ кг/ч}.$$

где $Q_{\text{р}}^{\text{п}}$ – располагаемое тепло, идущее в топку печи:

$$Q_{\text{р}}^{\text{п}} = Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 39900\text{ кДж/кг};$$

$\eta = 0,80$ – КПД печи.

Доля топлива, отбираемого для работы горелочного устройства от общего расхода мазута, выходящего из печи составит $100 \cdot 67,7 / 3461 = 1,96\%$.

Согласно [4] нормы удельного расхода тепла на подогрев мазута из рисунка 2 при подогреве до 135 °С для мазута М100 составляет 0,230 ГДж/т. В Приложение Б [4] при нагреве от -27 °С до 115 °С норма 0,0975 Гкал/т = 0,409 ГДж/т. Если же греть до 360 °С эта норма увеличится в пропорции изменения перепада температур в $(360 + 27) / (115 + 27) = 2,93$, т. Е. составит $0,409 \cdot 2,93 = 1,199\text{ ГДж/т}$.

В печи же для нагрева мазута с расходом $B_{\text{п}} = 67,7\text{ кг/ч}$ от 160 °С до 360 °С, то есть на 190 °С требуется сжечь 1,96 % этого количества мазута с КПД

$\eta = 0,80$. При этом израсходуется следующее количество тепла на нагрев 1 кг мазута, идущего на горение с учётом нагрева исходного мазута от средней температуры окружающей среды $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $360\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{\text{гор}}^T = (t_1c_1 - t_2c_2) = (360 \cdot 2,64 + 27 \cdot 1,673) = 995 \text{ кДж/кг} = 0,995 \text{ ГДж/т},$$

где $c_2 = 1,74 - 0,0025 \cdot 27 = 1,673 \text{ кДж/(кг град)}$ энтальпия мазута при средней температуре окружающей среды $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$.

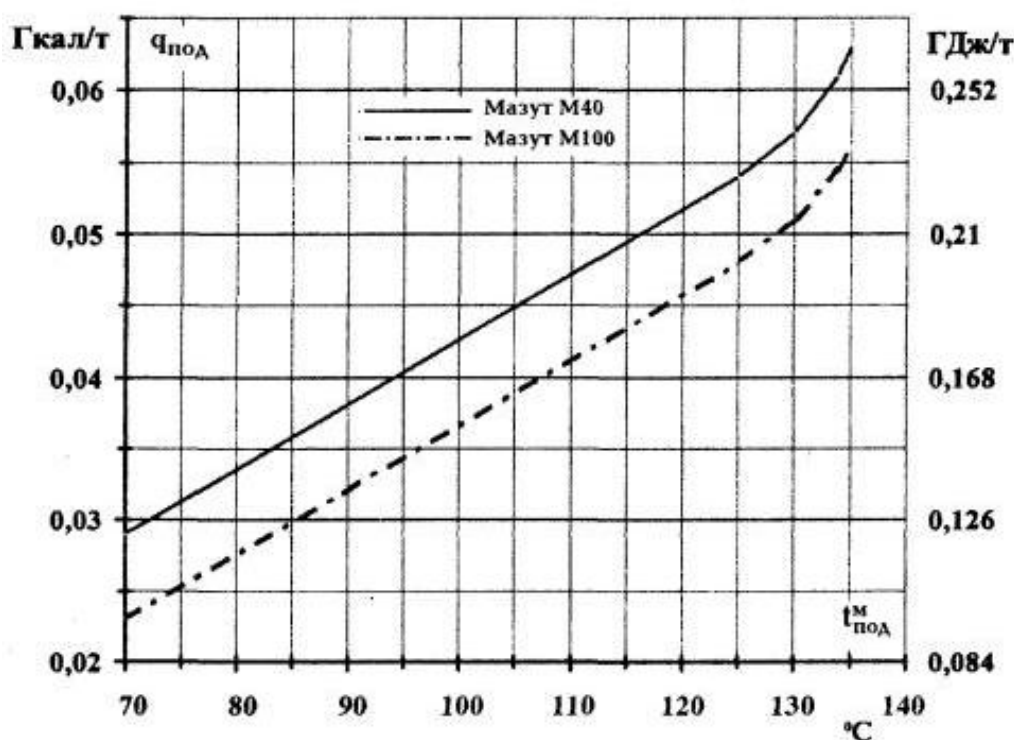


Рисунок 2 – Нормы удельного расхода тепла на подогрев мазута в подогревателях ($q_{\text{под}}$), учитываемые при проектировании эксплуатации мазутного хозяйства [4]

Предложенная схема уменьшает расход тепла на разогрев мазут в сравнении с нормативным на $1,199 - 0,995 = 0,204 \text{ ГДж/т} = 0,049 \text{ Гкал/т}$. При тарифе 1 Гкал в 3245,65 рубл/Гкал экономия на нагреве 1 т мазута составит 158 рубл.

КПД печи достаточно низкий из-за больших потерь тепла с уходящими газами q_2 (температура уходящих газов $350\text{ }^{\circ}\text{C}$).

$$q_2 = N_{\text{уг}} / Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 4795 / 39900 = 0,12,$$

где $N_{\text{уг1}}$ – энтальпия уходящих газов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,2$ для мазута высокосернистого при температуре уходящих газов $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ из таблицы XV [1]:

$$N_{\text{уг1}} = 4795 \text{ кДж/кг}.$$

Для повышения КПД печи предлагается применить дополнительный подогреватель мазута уходящими продуктами сгорания, которые охлаждать до 200 °С. При этом потери с уходящими газами q_2 (температура уходящих газов 200 °С).

$$q_2 = N_{yг2} / Q_n^p = 3702 / 39900 = 0,0927,$$

где $N_{yг}$ – энтальпия уходящих газов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,2$ для мазута высокосекнистого при температуре уходящих газов 200 °С из таблицы XV [1]:

$$N_{yг2} = 3702 \text{ кДж/кг.}$$

КПД печи увеличится на $(12 - 9,27 = 2,72 \%)$.

Количество тепла, которое можно дополнительно снять из продуктов сгорания при охлаждении их до 200 °С:

$$Q_{доп} = N_{yг1} - N_{yг2} = 4795 - 3702 = 1093 \text{ кДж/кг.}$$

При расходе $V_n = 0,0188 \text{ кг/с}$ будем иметь тепловую мощность утилизатора:

$$Q_{доп}^{yt} = V_n Q_{доп} = 0,0188 \cdot 1093 = 20,55 \text{ кВт.}$$

На сколько можно нагреть мазут при помощи утилизатора при средней его теплоёмкости $c = 2,1 \text{ кДж/(кг град)}$:

$$\Delta t = Q_{доп}^{yt} / c = 20,55 / 2,1 = 9,785 \text{ °С.}$$

Следовательно мазут из сетевого подогревателя должен уходить с температурой $160 - 9,8 = 150,2 \text{ °С}$.

При противоточной схеме утилизатора и среднем температурном перепаде $\Delta t = 50 \text{ °С}$ и коэффициенте теплопередачи $k = 40 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град)}$ площадь утилизатора составит:

$$F = Q_{доп}^{yt} / (k \Delta t) = 20550 / (40 \cdot 50) = 10,275 \text{ м}^2.$$

В качестве утилизатора предлагается использовать биметаллический калорифер [5] КСк3-7-50АУЗ с поверхностью нагрева $11,0 \text{ м}^2$ и фронтальным сечением $0,329 \text{ м}^2$.

Для обеспечения пуска котельной в работу в котельной предусматривается резервное не замерзающее топливо (к примеру – соляровое масло), которое хранится в отдельной ёмкости и связано с основной мазутной системой посредством трубопроводов и арматуры (см. рисунок 3).

При пуске из холодного состояния, когда все внутренние полости после остановки промыты дизельным топливом и заполнены им, арматуру переключают так, чтобы одна из печей работала на мазуте и сбрасывала нагретое топливо через подогреватель мазута в основной цистерне.

После прогрева печи переводят её на работу на мазуте со сбросом тёплого мазута в расходную цистерну и подогреватель мазута в основной цистерне. При этом проходит сжигание остатка дизельного топлива из трубопроводов. Мазут в расходной и основной цистернах прогревается до необходимой температуры. После этого включаются сетевые насосы и в зависимости от тепловой нагрузки вводятся в работу остальные печи (при наличии).

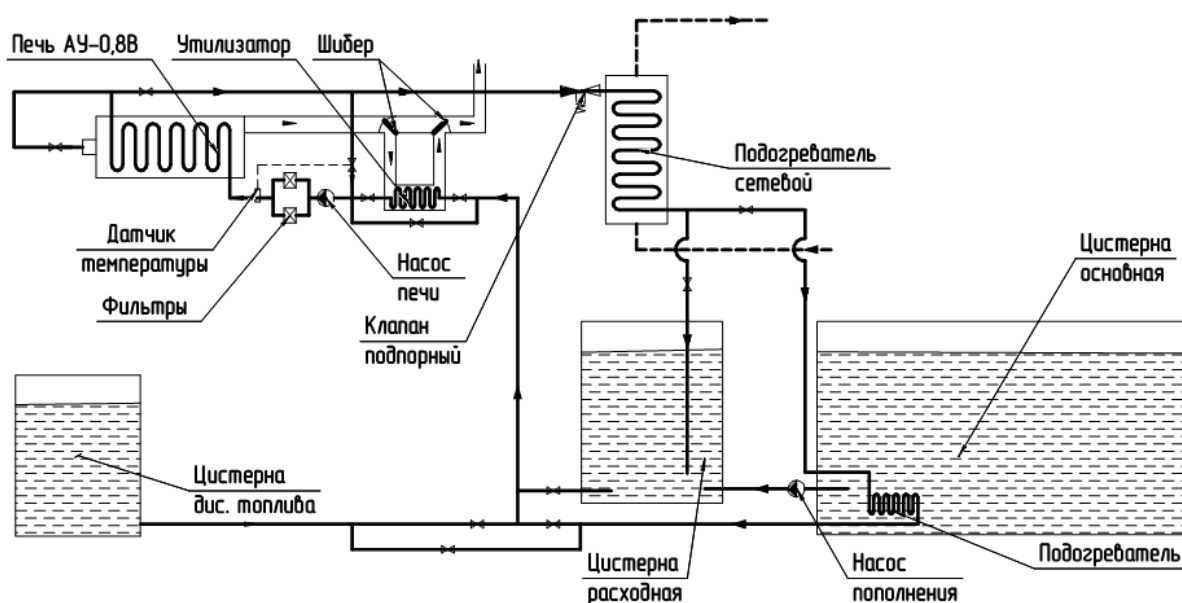


Рисунок 3 – Схема мазутной котельной на базе печи АНУ-0,8В

Остановка котельной проводится в обратном порядке от пуска: печь (или печи) переводятся на работу на дизельном топливе при минимальной нагрузке. Затем перекрывается подача топлива на горение в печах. Продолжается циркуляция дизельного топлива через всю систему с сбросом топлива в цистерну дизельного топлива. При этом все трубопроводы отмываются от отложений и охлаждаются до необходимой температуры.

Предлагаемая схема мазутной отопительной котельной по сравнению с котельными паровыми и водогрейными избавляет обслуживающий персонал от обслуживания систем водоподготовки и сбора конденсата. Высокая температура (до 360 °С) мазута, подаваемого в горелочное устройство, позволяет более качественно сжигать современные мазуты с нулевыми потерями от механического и химического недожога, что обеспечивает повышение КПД печи на 1,5–3 %. Применение утилизатора тепла уходящих продуктов сгорания позволяет повысить КПД котельной на 2,7 %. Дополнительный расход при пусках и остановках более дорогого дизельного топлива покрывается уменьшением затрат на очистку трубопроводов.

Библиографический список

1. Тепловой расчёт котлов (нормативный метод). 3-е изд., перераб. и доп. СПб. : НПО ЦКТИ, 1998. 266 с.
2. Белосельский Б. С., Глухов Б. Ф. Подготовка и сжигание высокоподогретых мазутов на электростанциях и в промышленных котельных : [в 2 ч.]. Ч. 1: Свойства, доставка и подготовка мазутов к сжиганию. М. : Изд-во МЭИ, 1993. 72 с.
3. Глухов Б. Ф. Сжигание высокоподогретого жидкого топлива, в особенности тяжелых марок мазута: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.04. Череповец, 1996. 46 с.
4. Нормы расхода тепла на мазутные хозяйства тепловых электростанций РД 153-34.1-09.205-2001. Дата введения 2002 – 04 – 01.
5. ОАО "Калориферный завод". Рекомендации по подбору калориферов и воздухонагревателей. Кострома 2002. 31с.

Мазутное хозяйство котельной на базе печи АНУ-0,8

Малышев В. С., Пантилеев С. П. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: malyshvvs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрены методы и устройства качественного сжигания высокосернистого мазута и оценены результаты применения таких устройств на эффективность работы котельной. Предложена схема высокого подогрева мазута с применением серийно выпускаемого огневого подогревателя мазута (печи АНУ-0,8В). Оценена экономическая эффективность работы котлов на высоко подогретом в печи мазуте.

Abstract. Methods and devices for high-quality combustion of high-sulfur fuel oil are considered and the results of using such devices on the efficiency of the boiler house are evaluated. A scheme for high heating of fuel oil with the use of a commercially available fired fuel oil heater (furnace ANU-0.8V) is proposed, The economic efficiency of the operation of boilers on fuel oil highly heated in the furnace has been estimated.

Ключевые слова: эффективность сжигания мазута, высокий подогрев мазута, мазутное хозяйство, печи для нагрева мазута, отопительные котельные, энергосбережение

Key words: efficiency of fuel oil combustion, high heating of fuel oil, fuel oil economy, furnaces for heating fuel oil, heating boilers, energy saving

В Мурманской области большинство котельных работают на привозном мазуте. Качество поставляемых в область мазутов, как топлива с каждым годом становится всё хуже. В мазуте уменьшается концентрация низкокипящих компонентов, которые почти полностью выводятся на современных нефтеперегонных заводах. Котлы же в большинстве изготовлены в середине прошлого века и были рассчитаны на работу на мазутах совсем другого качества. Это приводит к низкому качеству сжигания мазутов: увеличиваются потери от механического недожога, что приводит к большим отложениям на трубах хвостовых поверхностей котлов, уменьшению сроков между чистками, увеличению затрат на чистки. Вопросами качественного сжигания современных мазутов посвящено множество исследований. Ряд авторов [1] предлагает сжигать мазут в виде водо-мазутной эмульсии (ВМЭ), получаемой в устройствах эмульгаторах и диспергаторах. Качественный распыл и испарение ВМЭ зависит от температуры эмульсии, подаваемой в топку котла. Чем выше температура эмульсии, тем больше перегрев входящей в неё воды и тем интенсивней взрывообразное вскипание этой воды и качественней распыление мазута, меньше время его испарения и горения. Для внедрения дан-

ного мероприятия необходимо ВМЭ нагреть выше 200°C. В небольших отопительных котельных, где установлены котлы без пароперегревателей до такой температуры ВМЭ не нагреть невозможно. Есть предложения ряда авторов [2–11] греть мазут в подогревателях, получаемых тепло от продуктов сгорания непосредственно в топке или в конвективном газоходе котла. Эти способы нигде на практике не были опробованы. Высокий подогрев нефти, нефтепродуктов и мазута практически отработан в нефтепереработке и проводится в серийно выпускаемых огневых подогревателях, так называемых радиантных печах. Данная статья посвящена вопросам создания мазутного хозяйства на базе таких печей, которые заменят паро-мазутные водо-мазутные подогреватели.

Схема предлагаемого мазутного хозяйства. Рассмотрим мазутное хозяйство Мурманской ТЭЦ. Мурманская ТЭЦ расходует $m = 106609$ тон мазута в год, в месяц 8891 тону (148 цистерн в месяц или по 5 цистерн в сутки).

Для разогрева мазута используются мазутные паровые котлы и паровые мазутные подогреватели. Чтобы разогреть мазут от средней температуры за отопительный период $t_1 = -3,2^\circ\text{C}$ до температуры, с которой он подается в форсунки $t_2 = 180^\circ\text{C}$ необходимо затратить следующее количество тепла с запасом на тепловые потери в окружающую среду:

$$Q = 1,2 m c_{\text{м.ср}}(t_2 - t_1) = 1,2 \cdot 106,609 \cdot 10^6 \cdot 1960 (180 + 3,2) = 45,936 \cdot 10^{12} \text{Дж} = 10,96 \text{Гкал.}$$

где $m = 106,609 \cdot 10^6$ кг – масса мазута, расходуемая в год;

$c_{\text{м.ср}}$ – средняя теплоемкость мазута:

$$c_{\text{м.ср}} = 1739 + 2,5 t_{\text{ср}}^{\text{м}} = 1739 + 2,5 \cdot 88,4 = 1960 \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}).$$

Для получения этого тепла необходимо сжечь в паровых котлах с КПД $\eta = 87\%$ и теплотворной способности мазута М-100 $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 39900 \text{кДж}/\text{кг}$ следующее количество мазута:

$$M = Q / (Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta) = 45,936 \cdot 10^{12} / (39900 \cdot 10^3 \cdot 0,87) = 1323308 \text{ кг} = 1323,3 \text{ т.}$$

Это составит от годового расхода $1323,3 / 106609 = 0,0124 = 1,24\%$.

Расход за отопительный период $B = 1323,3 / (170 \cdot 24) = 0,324 \text{ т}/\text{ч} = 0,90 \text{ кг}/\text{с}$.

Расход расчетного топлива у котла ДКВР20-13ГМ равен 1470 кг/ч.

Печь АНУ-0.8 В (см. рисунок 1) предназначена для нагрева нефти, бензина, дизельного топлива, мазута, вакуумного газойля, гудрона, и других углеводородов на опасных производственных объектах. Техническая характеристика Печи АНУ-0.8В приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика Печи АНУ-0.8В

Наименование	Значение
Номинальная тепловая мощность, МВт	0.6
Мощность горелочного устройства, МВт	0.6–0.8
КПД не менее, %	80
Нагреваемая среда	Нефть нефтепродукты
Топливо	Природный газ, мазут
Площадь змеевика радиантной камеры, м ²	28
Диаметр змеевика, мм	57
Температура сырья на входе, °С	160
Температура сырья на выходе, °С	360
Производительность при, кг/час	2000
Допустимое давление в змеевике при максимальной температуре, МПа	1,5
Температура дымовых газов не выше, С	350
Допустимая температура корпуса не выше, С	60
Минимальная температура окружающего воздуха, С	–40

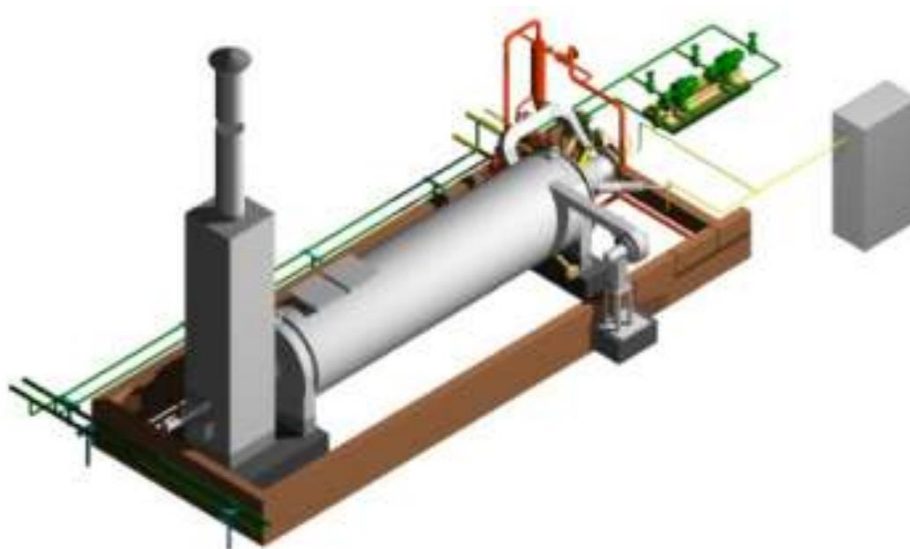


Рисунок 1 – Печь АНУ-0.8 В

Трубчатая печь используется в нефтеперерабатывающей промышленности и предназначена для нагрева углеводородного сырья, путем открытого огневого обогрева трубчатого змеевика газами в топочной камере от сгорания жидкого или газообразного топлива

Трубчатые печи применяются на опасных производственных объектах нефтеперерабатывающих и других производств, работающих с взрывопожароопасными или 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007 рабочими средами.

Характеристики нагрева сырья – температуры на входе и на выходе взяты для примера из практических данных работающих печей, используемых в установках БДУ-2К и СК-700-2К. В качестве нагреваемого продукта в трубчатых печах используется "отбензиненная" нефть, мазут.

Согласно приложению А [12] нормативный технологический расход тепла на собственные нужды 22492,8 Гкал в месяц, расход тепла на поддержание ПСУ (приемно-сливного устройства) в резерве:

$$Q_{\text{псу}}^p = q_{\text{псу}}^p t_3 = 0,019 \cdot 14400 = 273,6 \text{ Гкал.}$$

Это составляет 1,22 % от общих затрат тепла на мазутное хозяйство.

При замене парового подогрева мазута на циркуляционный подогрев горячим мазутом в печи АНУ-0.8 необходимо оставить подвод пара на поддержание ПСУ (приемно-сливного устройства) в резерве и продувки мазутных проводов после дренажа из них остатков мазута. Расход пара на обеспечения этих потребностей не превысит 1,5 % от общего расхода тепла на мазутное хозяйство. Также необходим в систему ввести дополнительно цистерну с не замерзающим топливом для пуска в работу печи АНУ-0.8.

Паровые спутники для обогрева не работающих трубопроводов мазута можно заменить параллельно расположенными в одной теплоизоляции обратного трубопровода меньшего диаметра (можно использовать трубы паровых спутников). Мазутную трубу в её конце закрывать запорным вентилем и перед ним врезать обратный трубопровод. Расход и давление в обратном трубопроводе поддерживать в зависимости от температуры.

Конденсат с мазутом после зачистки железнодорожных цистерн и трубопроводов направлять в специальную ёмкость, из которой жидкость направлять в диспергаторы для получения ВМЭ, направляемой в горелочные устройства котлов и печи АНУ-0.8. В неё также направлять котловую воду непрерывной продувки котлов. Это позволит постоянно поддерживать оптимальное сжигание мазута в виде ВМЭ.

Пуск мазутного хозяйства (см. рисунок 2) после монтажа системы проводится при помощи пуска печи на растопочном топливе. При этом печь будет подогревать мазут в расходной цистерне при работе насосов Н1 и Н2. После нагрева мазута в расходной цистерне до 60 °С и за печью 160 °С печь переводится на работу на мазуте, нагреваемом в ней. Лотом можно запускать в работу все котлы, на которые будет подаваться мазут из печи с температурой 250 °С насосом Н2. Давление в напорной магистрали поддержива-

ется при помощи сливного клапана, который сбрасывает мазут в расходную цистерну. Доля сбрасываемого мазута регулируется производительностью насоса Н2 и степенью открытия сливного клапана для поддержания температуры 60 °С в расходной цистерне.

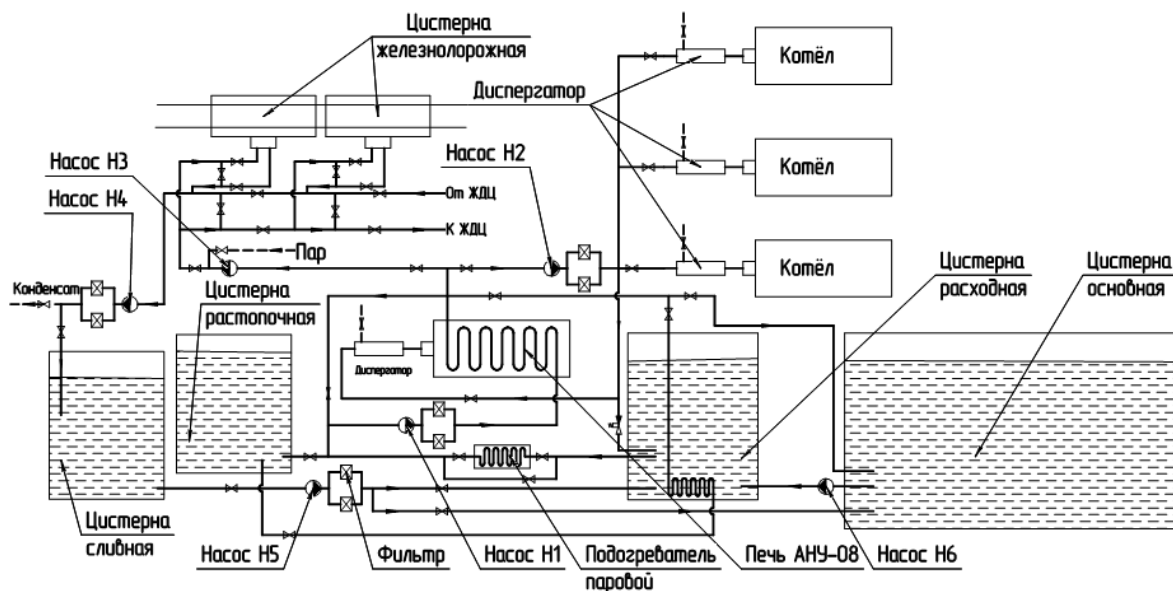


Рисунок 2 – Схема мазутного хозяйства

Для получения мазута из железнодорожных цистерн (ЖЗД) необходимо линии подачи и слива мазута из них прогреть паром. В них подается пар и каждое ПСУ (приемно-сливное устройство) прогревается отдельно. После прогрева всех ПСУ поддерживается минимальный расход пара, конденсат при этом сливается в специальную сборную емкость.

Для разогрева и слива мазута из ЖЗД пар прекращается и горячий мазут из печи с температурой 250°С насосом Н3 подается в ЖЗД, где смешиваясь с холодным мазутом нагревает последний. Насосом Н4 подогретый мазут из ЖЗД перекачивается в сливную цистерну. При заполнении последней насосом Н5 мазут направляется в расходную и основную цистерны.

После освобождения от мазута всех ЖЗД насос Н3 останавливается, в магистрали подачи горячего мазута подается пар, который конденсируется в ЖЗД и вместе с остатками мазута насосом Н4 откачивается в сборную цистерну (на схеме не показана). После полной зачистки ЖЗД и трубопроводов подача пара на ПСУ уменьшается до величины, которой достаточно для поддержания в рабочем состоянии, остатки конденсата и мазута насосом Н4 откачивается в сборную цистерну и насос Н4 останавливается.

Для пополнения расходной цистерны из основной используется такая же циркуляционная система с отдельным насосом Н6 и трубопроводом горячего мазута из печи. Производительность насоса должна быть больше расхода горячего мазута, идущего в основную цистерну.

Предлагаемая схема мазутного хозяйства котельной по сравнению со схемой чистого парового подогрева мазута имеет ряд преимуществ:

1. Она позволяет нагревать мазут до 360 °С, что значительно улучшает качество горения как чистого мазута, так и в виде с нулевыми потерями от механического и химического недожога, а это 1,5...3% повышение КПД печи;
2. Применение высокоподогретого мазута значительно уменьшает время циркуляционного разогрева и слива мазута из железнодорожных цистерн;
3. Значительно уменьшается расход пара на собственные нужды мазутного хозяйства. Пар используется только для поддержания ПСУ в необходимом тепловом режиме. Система позволяет полностью отказаться от пара при помощи циркуляции горячего мазута с минимальным расходом по не работающим ПСУ.

Дополнительный расход при пусках и остановках более дорого растопочного топлива покрывается уменьшением затрат на очистку трубопроводов и исключением эксплуатационных расходов на обслуживание паровой и конденсационной систем.

Библиографический список

1. Способ сжигания водомазутной эмульсии : авторское св-во 731184 SU. № 2478755; заявл. 25.04.1977 ; опубл. 30.04.1980.
2. Способ газификации мазута : авторское св-во 391058 SU. № 1732062; опубл. 00.00.1973.
3. Устройство для подогрева мазута : авторское св-во 1103041 SU. № 3449485 ; заявл. 08.06.1982 ; опубл. 15.07.1984.
4. Белосельский Б. С., Глухов Б. Ф. Подготовка и сжигание высокоподогретых мазутов на электростанциях и в промышленных котельных : [в 2 ч.]. Ч. 1: Свойства, доставка и подготовка мазутов к сжиганию. М. : Изд-во МЭИ, 1993. 72 с.
5. Глухов Б. Ф. Сжигание высокоподогретого жидкого топлива, в особенности тяжелых марок мазута: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.04. Череповец, 1996. 46 с.

6. Борушко А. П., Глухов В. Ф. Исследование сжигания сверхподогретого мазута в котлоагрегатах большой мощности // Теплоэнергетика. 1973. Вып. 3. С. 56–62.
7. Булгаков В. Г., Чернышев Е. В., Цирульников Л. М., Эрнест А. К. О целесообразности высокотемпературного подогрева мазута перед распылением // Теплоэнергетика. 1978. № 9. С. 51–53.
8. Пелешок А. Г., Синякович Б. Г. К вопросу о высокотемпературном подогреве мазута перед сжиганием // Теплоэнергетика. 1981. № 3. С. 109–115.
9. Глухов Б. Ф., Белосельский Б. С. Некоторые особенности распыления высокоподогретого мазута // Теплоэнергетика. 1986. № 9. С. 36–39.
10. Глухов Б. Ф. Эксплуатационные исследования сжигания мазута в котле ТП-35У // Сб. трудов ЛИСИ. Л., 1984. С. 101–105.
11. Верховский Н. И. [и др.]. Сжигание высокосернистого мазута на электростанциях. М. : Энергия, 1970. С. 423.
12. РД 153-34.1-09.205-2001. Нормы расхода тепла на мазутные хозяйства тепловых электростанций : официальное изд. М. : СПО ОРГРЭС, 2002 год.

Предварительный подогрев воды горячего водоснабжения теплом вытяжного воздуха

Пантилеев С. П. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: *serpanti@rambler.ru*)

Аннотация. Рассмотрены вопросы энергосбережения при помощи предварительного подогрева воды ГВС от тепла удаляемого воздуха на примере конкретного многоквартирного дома серии "93-М".

Abstract. Issues of energy saving with the help of preliminary heating of hot water supply from the heat of the exhaust air are considered on the example of a specific apartment building of the "93-М" series.

Ключевые слова: система ГВС, система вентиляции, утилизация тепла воздуха вентиляции, энергосбережение

Key words: water heating system, ventilation system, ventilation air heat recovery, energy saving

В выпускной квалификационной работе 2020 года дипломника Бадартинова Артура Маратовича "Модернизация системы вентиляции многоквартирного дома серии "93-М" на основе энергетического обследования" [1] были проведены инструментальные исследования системы вентиляции. Данные по энергопотреблению объекта исследования за 2019 год представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергопотребление здания

Месяц	Отопление и вентиляция, Гкал	ГВС, Гкал	Отопление, вентиляция и ГВС, Гкал
январь	56,990	15,120	72,110
февраль	51,783	13,967	65,750
март	47,737	15,409	63,146
апрель	41,909	15,405	57,314
май	35,556	14,506	50,062
июнь	10,066	12,052	22,118
июль	0,000	5,306	5,306
август	0,000	10,810	10,810
сентябрь	21,014	12,656	33,670
октябрь	37,952	12,971	50,923
ноябрь	49,501	13,784	63,285
декабрь	58,456	15,641	74,097
Итого	410,964	157,627	568,591

Среднее арифметическое значение скорости воздушного потока по каждому из измерений, а также значения скорости ветра и температур наружного воздуха и воздуха на техническом этаже приведены в таблице 2.

В СНиП СП 30.13330.2016 указывают, что температуру холодной воды в водопроводе следует принимать за значение 5 градусов.

Вода, поступающая в точку водоразбора (например, смеситель умывальника), не должна быть горячее 75 °С. Нижняя планка температурного режима зависит от типа системы:

- открытая – не менее 60 °С;
- закрытая – минимум 50 °С.

Таблица 2 – Сводная таблица результатов измерений

Дата	Время	День недели	Температура наружного воздуха, °С	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха на техническом этаже, °С	Средняя скорость потока вентиляционного воздуха, м/с
23.02.20	13:11	вс	+1	1	22,7	0,45625
27.02.20	09:47	чт	-9	2	20,6	0,475
27.02.20	18:47	чт	-10	2	19,2	0,40625
01.03.20	13:08	вс	-13	1	19,8	0,5625
12.03.20	09:02	чт	-6	3	21,1	0,55625
12.03.20	18:49	чт	-6	1	21,8	0,475
19.04.20	10:17	вс	+4	2	22,7	0,46875
20.04.20	14:37	пн	+4	3	23,9	0,44375
20.04.20	18:25	пн	+4	3	23,7	0,4875
Среднее			-3,4	2	21,7	0,48125

В рассматриваемом здании закрытая система, то есть температуру подогрева можно принять 55°С.

Согласно таблицы 1 годовые затраты тепла на ГВС составляют $Q_{ГВС1} = 157,627$ Гкал.

Это при нагреве воды от 5 °С до 55 °С.

Если же предварительно воду подогреть воздухом, удаляемым из технического этажа через вентиляционную шахту до температуры 18 °С, то затраты на ГВС составят:

$$Q_{ГВС2} = Q_{ГВС1}(55 - 18)/(55 - 5) = 157,627(37/50) = 116,644 \text{ Гкал.}$$

Экономия тепла в год составит:

$$\Delta Q_{ГВС} = Q_{ГВС1} - Q_{ГВС2} = 157,627 - 116,644 = 40,983 \text{ Гкал.}$$

Текущая стоимость 1 Гкал тепловой энергии, согласно тарифам, составляет $C_{1Гкал} = 2940$ рубл./1Гкал. Экономия денежных средств за счёт экономии тепла в год составит:

$$\Delta Q_{ГВС} = C_{1Гкал} \Delta Q_{ГВС} = 2940 \cdot 40,983 = 120490 \text{ рубл.}$$

Что для этого необходимо выполнить? Врезать перед бойлером в тепловом пункте трубопроводы (стояки вдоль шахты лифта) с соответствующей арматурой: подающий на подогреватель и отводящий от него. В качестве теплообменника использовать калориферы КСк Костромского завода. Входное сечение вентиляционной камеры перекрыть глухой рамой с установленными на ней калориферами, раструбами и осевыми вентиляторами.

Объемный расход воздуха через вентиляционную шахту:

$$L = v_{cp} \cdot S = 0,48125 \cdot 2,86 = 1,38 \text{ м}^3/\text{с} = 4968 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

где V_{cp} – среднее по всем измерениям значение скорости воздушного потока, м/с;

S – площадь проходного сечения вентиляционной шахты, м^2 .

Тепловая мощность подогревателя составит:

$$\Delta Q_{\text{воз}}^H = c_{\text{воз}} L (t_{\text{воз1}} - t_{\text{воз2}}) = 1,32 \cdot 1,38 (22 - 8) = 25,5 \text{ кВт}$$

где температура удаляемого воздуха перед подогревателем $t_{\text{воз1}} = 22$ °С.

температура удаляемого воздуха после подогревателя $t_{\text{воз2}} = 8$ °С.

теплоёмкость удаляемого воздуха $c_{\text{воз}} = 1,32 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$.

количество тепла, которое можно снять от удаляемого воздуха:

Площадь теплообменника при коэффициенте теплоотдачи $k = 45 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и среднем перепаде температур $\Delta t = 3,5$ °С составит:

$$F = \Delta Q_{\text{воз}}^H / (k \Delta t) = 25,5 \cdot 10^3 / (45 \cdot 3,5) = 162 \text{ м}^2.$$

Выбираем два калорифера КСк4-11-50АУ3 с площадью поверхности нагрева каждый $F_1 = 75,4 \text{ м}^2$ и площадью фронтального сечения $f_1 = 1,66 \text{ м}^2$ и $f_{\text{вод}} = 0,00338 \text{ м}^2$.

Весь воздух, идущий в вентиляционную шахту направляем в два калорифера, при этом скорость воздуха в калорифере составит:

$$V_{\text{кал}} = L / (2 f_1) = 1,38 / (2 \cdot 1,66) = 0,482 \text{ м/с.}$$

Определяем массовую скорость воздуха:

$$L \rho = 1,38 \cdot 1,225 = 1,69 \text{ кг/с.}$$

Нагрузка горячего водоснабжения жилых и общественных зданий имеет ярко выраженный "холерический", пикообразный характер, резко изменяющийся по часам в течение суток и по дням недели, что иллюстрируется рисунках 1 и 2.

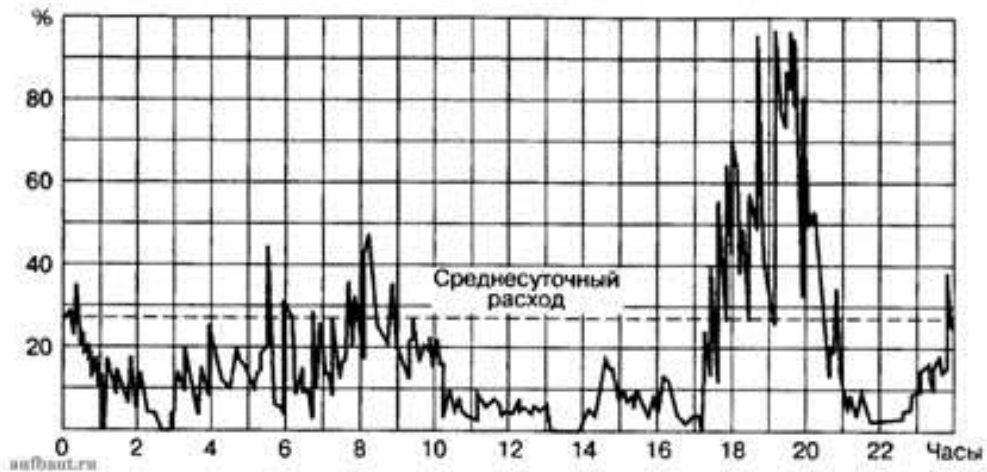


Рисунок 1 – Суточный график расхода горячей воды в жилом доме

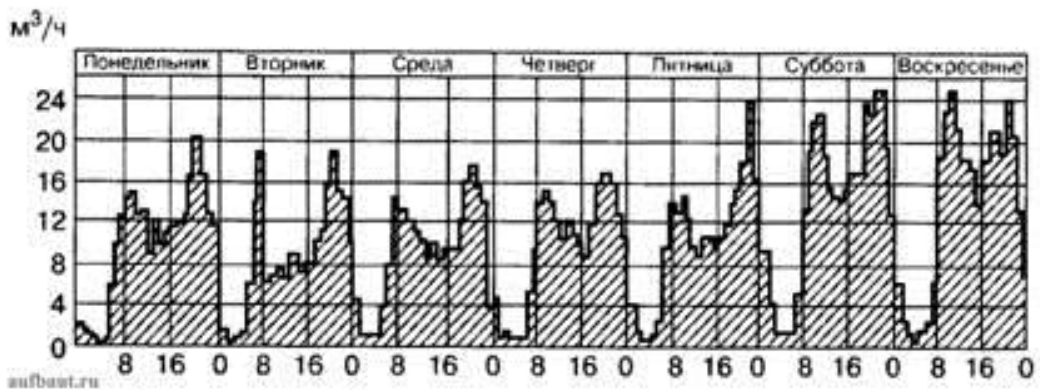


Рисунок 2. – График потребления горячей воды по часам суток и дням недели

Максимальный расход по месяцам для рассматриваемого дома приведён на рисунке 3.

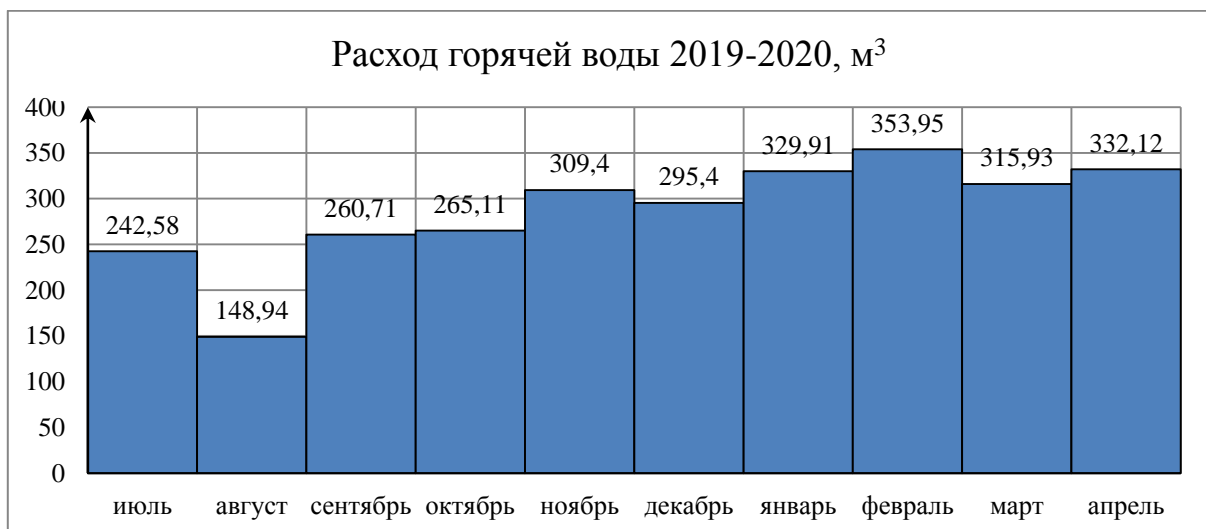


Рисунок 3 – Максимальный расход по месяцам для рассматриваемого дома

Как следует из этих рисунков, пиковые часовые нагрузки ГВС в благоустроенных жилых домах (с ванными) в $k = 2,5-3,5$ раза превышают среднечасовые, а секундные пики могут превышать их в десятки раз.

Примем для расчёта подогревателя данные для февраля месяца $W_{\text{мес}} = 354 \text{ м}^3/\text{мес} = 3,51 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ коэффициентом $k = 3,5$. Тогда расчётный расход воды составит:

$$W_{\text{рас}} = k W_{\text{мес}} = 3,5 \cdot 3,51 \cdot 10^{-3} = 12,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Определяем скорость воды в трубках (принимая параллельное соединение калориферов:

$$v_{\text{вод}} = W_{\text{рас}} / (2f_{\text{вод}}) = 12,3 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 0,00338) = 1,82 \text{ м/с}.$$

Рассчитываем коэффициент теплопередачи

$$K_w = 41,5 \cdot (L \rho / 2)^{0,448} \cdot v_{\text{вод}}^{0,193} = 41,5 \cdot (1,69/2)^{0,448} \cdot 1,82^{0,193} = 43,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коэффициент равен принятому ранее – подогреватель из двух параллельно соединённых по воздуху и воде калориферов КСк4-11-50АУЗ обеспечивает необходимый подогрев воды от 5°C до 18°C .

Аэродинамическое сопротивление калорифера;

$$\Delta P_a = 4,60 \cdot (L \rho / 2)^{1,916} = 4,60 \cdot (1,69/2)^{1,916} = 3,33 \text{ Па}.$$

Для преодоления этого сопротивления необходима мощность вентилятора:

$$N_{\text{эл.}} = L \Delta P_a / \eta = 1,38 \cdot 3,33 / 0,6 = 7,66 \text{ Вт}.$$

Предложен осевой вентилятор AIR YWF2E-300B (220V) с монтажной пластиной

Артикул: YWF2E-300B (220V)

Производитель: AIR-SC

Цена 3 640,00 руб С НДС

В вентиляционную шахту монтируется рама с двумя калориферами и присоединёнными к ним через растробы осевыми вентиляторами, как показано на рисунке 4.

Капитальные вложения в модернизацию составят $K = 204762$ рубл.

Дополнительные расходы электрической энергии на привод вентилятора:

$$C_{\text{эл.}} = C_{\text{кВтч.}} T N_{\text{эл.}} = 2,7 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,25 = 5913 \text{ рубл.}$$

Срок окупаемости модернизации составит:

$$T_{\text{ок}} = (K + C_{\text{эл.}}) / \Delta E_{\text{ГВС}} = (204762 + 5913) / 120490 = 1,75 \text{ года}.$$

Использование тепла вытяжного воздуха системы вентиляции многоквартирного дома серии "93-М" позволяет на 20 % уменьшить потребление тепла на нагрев воды, идущей на горячее водоснабжение. Затраты на модернизацию окупаются за 1,7 года. Установка вытяжного вентилятора обеспечивает постоянный воздухообмен, не зависящий от погодных условий. Данная модернизация не требует длительной остановки подачи горячей воды потребителям – после полного монтажа дополнительных трубопроводов с калориферами будет необходимо вырезать часть трубопровода подачи холодной воды на стационарный подогреватель и вместо него врезать байпасную трубу с отсечными клапанами на стояках подачи и отвода воды от калориферов.

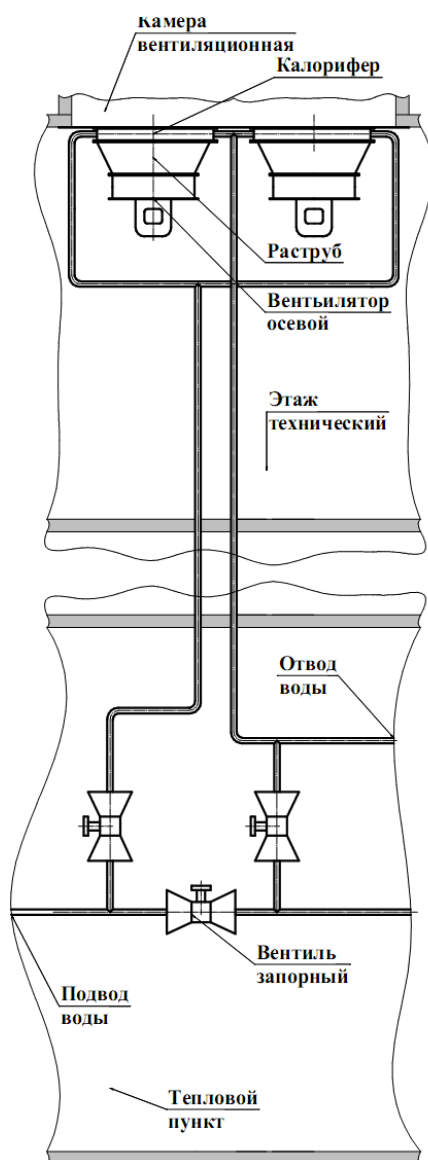


Рисунок 4 – Схема обвязки предварительного подогрева воды

Библиографический список

1. ВКР-20__Бадартинов_А.М._ТТб16о._28.06.20._pdf
<https://mmstu.antiplagiat.ru/teacherCabinet>
2. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. М. : Издательство МЭИ, 2001. 472 с.
3. Гончар В. В. Автономные (децентрализованные) системы горячего водоснабжения. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. 376 с.
4. ГОСТ Р 56776-2015. Системы приготовления бытового горячего водоснабжения. Метод расчета энергопотребления и эффективности : официальное изд. М. : Стандартиформ, 2016. 33с.
5. ЕН 15316-3-2:2007. Системы распределения бытового горячего водоснабжения. Метод расчета энергопотребления и эффективности.

Перспективы использования инфракрасной термографии при исследовании экспериментальных объектов в г. Мурманске и в г. Петрозаводске

Попова О. М.,¹ Караченцева Я. М.,² Кузьменков А. А.,³ Воронин З. А.³
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ¹кафедра электрооборудования судов, ²кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: karachentsevayam@mstu.edu.ru, ³г. Петрозаводск, ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет", кафедра технологии и организации строительства)

Аннотация. В статье представлены возможности использования метода инфракрасной термографии для оценки энергоэффективности деревянных малоэтажных зданий. В качестве объекта исследований рассматриваются экспериментальные модельные объекты, построенные в городах Мурманск и Петрозаводск с использованием разных технологий деревянного домостроения и различных теплоизоляционных материалов.

Abstract. The article presents the possibilities of using the infrared thermography method for assessing the energy efficiency of low-rise wooden buildings. Experimental model objects built in the cities of Murmansk and Petrozavodsk using different technologies of wooden housing construction and various thermal insulation materials are considered as the object of research.

Ключевые слова: энергоэффективность зданий, тепловая защита зданий, тепловизионная съемка, термограмма, мостики холода

Key words: energy efficiency of buildings, thermal protection of buildings, thermal imaging, thermogram, cold bridges

Вопрос об энергоэффективности зданий является одним из направлений энергетической политики Российской Федерации, его актуальность обусловлена высокими затратами на энергообеспечение зданий в связи с ростом тарифов на энергетические ресурсы.

Введение в 2003 году, а затем в 2013 году [9; 10] новых требований к тепловой защите зданий повлекло изменения в расчете и проектировании ограждающих конструкций зданий. Таким образом, объект, при строительстве и эксплуатации которого были учтены все параметры, заложенные в расчете и требуемые СП 50-13330-2012 "Тепловая защита зданий", сможет обеспечивать требуемый уровень энергопотребления здания заданный срок эксплуатации. Подтверждение соответствия уровня энергопотребления здания проектному значению (класс энергоэффективности) – задача, которая может быть решена различными способами, в том числе инструментальными методами.

В рамках Международного проекта КО 1089 "Зеленое строительство в Арктическом регионе" (Green Arctic Building – GrAB) реализуется возведение двух модельных объектов: в г. Мурманске и в г. Петрозаводске.

Экспериментальный объект представляет собой одноэтажное деревянное здание прямоугольной формы с размерами в плане 12x5 м со скатной крышей [7; 8] (рисунок 1). Внутренний объем здания представлен двумя помещениями, зеркально-симметричными относительно тамбура. Площадь и внутренний объем помещений – одинаковые. Идентичными для помещений являются и конструкции нижнего перекрытия и утепленной крыши. Различными для помещения являются конструкции наружных стен: каркасная и в виде двойного сруба, которая состоит из двух слоев оцилиндрованных бревен с пространством между ними. Основным утеплителем для каркасных стен, нижнего перекрытия и крыши являются минераловатные плиты. В качестве основного утеплителя бревенчатой части принята стружка и опилки, которые являются отходом при производстве оцилиндрованного бревна. Северная стена каркасной и бревенчатой части здания разделена на три секции. В каждой из трех секций применяется альтернативный по отношению к основному теплоизоляционный материал. Для каркасной части альтернативными являются плитные материалы на основе льняного волокна, морских водорослей и напыляемый материал на основе целлюлозы – эковата; для бревенчатой части – плитные материалы на основе льняного волокна и воздушная прослойка.

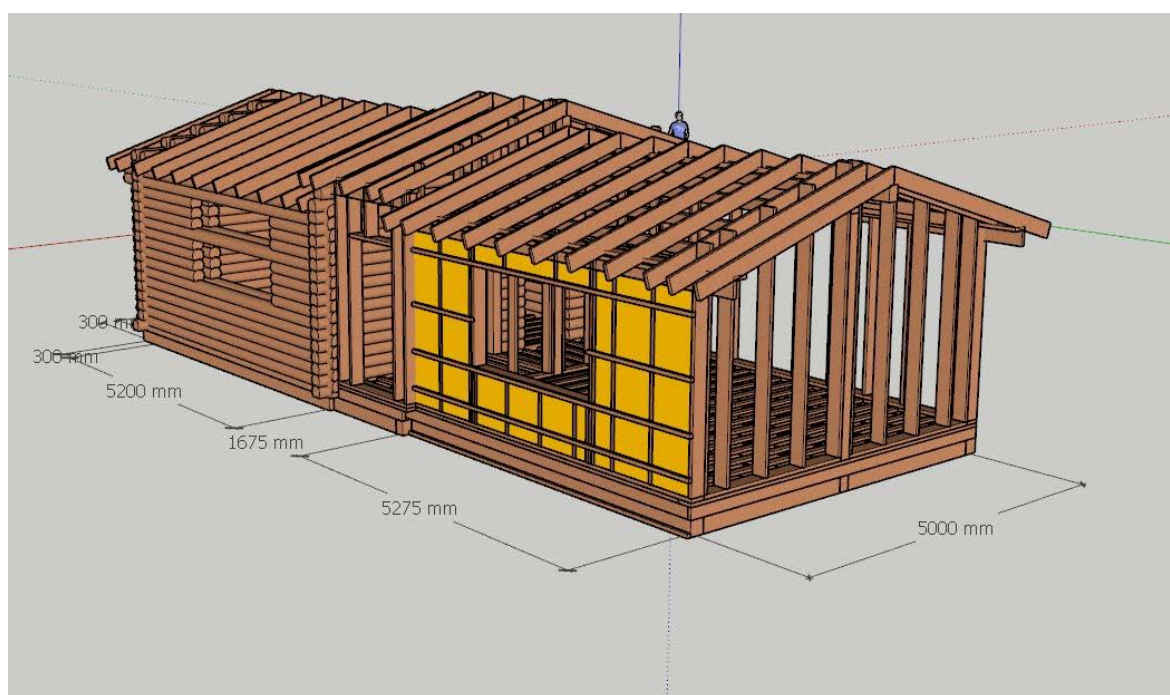


Рисунок 1 – Трехмерная модель экспериментального здания

Толщина теплоизоляционных слоев подбиралась, исходя из климатических условий г. Мурманска, в результате чего был достигнут общий класс энергоэффективности для всего здания – А (очень высокий) для обоих регионов [1].

В связи с тем, что модельные объекты будут являться опытными площадками для проведения различных исследований, в том числе связанных с процессами теплообмена в ограждающих конструкциях зданий, тепловой защиты малоэтажных деревянных зданий, то первоочередной исследовательской задачей после завершения строительства является оценка выполнения ими теплозащитной функции.

На сегодняшний день самый простой и надежный метод получения информации о текущем состоянии теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, является тепловизионная съемка. Она отличается оперативностью, наглядностью метода и достоверностью полученных результатов [11].

В результате съемки получаем термограмму здания, обработка которой с помощью специального программного продукта позволяет определить температуру на поверхности ограждающих конструкций и ее изменение по площади. Особенностью метода является то, что за довольно короткое время и с наименьшими затратами можно выявить места утечек тепла, при этом не нарушая структуру ограждающих конструкций [4].

На сегодняшний день тепловизионное обследование зданий проводится в соответствии с ГОСТ Р 54852-2011 в осенне-весенний отопительный сезон [3].

Для оценки технического состояния ограждающих конструкций экспериментальных объектов в городах Мурманск и Петрозаводск планируется проведение визуального и инструментального тепловизионного обследования в инфракрасном длинноволновом диапазоне. Для этого предполагается выполнить наружную съемку общего вида здания, наружную и внутреннюю съемку всех ограждающих конструкций, точечную съемку стыковых соединений, оконных и дверных проемов.

Целью проведения тепловизионной съемки модельных объектов является контроль качества тепловой защиты многослойных конструкций каркасной части объекта и части из двойного бруса (наружных стен, перекрытий, в том числе стыковых соединений) в натуральных условиях, определение мест со сниженными теплозащитными качествами, а также сравнение данных

по двум модельным объектам в разных регионах. При проведении обследования необходимо учесть факторы, связанные со сравнением двух объектов, в том числе выбор погодных условий максимально приближенных к идеальным (идентичным).

Тепловизионная съемка позволит выявить:

1. Общее текущее состояние теплоизоляционных слоев каркасной части и части из двойного бруса.

2. Нарушение технологии строительно-монтажных работ по внешним и внутренним поверхностям ограждающих конструкций (изменение температуры на поверхности ограждающих конструкций по площади), а также нарушение технологии изготовления строительных материалов.

3. Точные места локализации утечек тепла конструкции каркасной части и части из двойного бруса.

4. Наиболее охлаждаемые участки ограждающих конструкций каркасной части и части из двойного бруса, так называемые "мостики холода". Эти участки будут нагреваться и охлаждаться быстрее, чем вся конструкция, в этих участках будет скапливаться конденсат. Увлажнение будет распространяться на прилежащие области конструкции. Часто такие области являются местами скопления плесени, которая отрицательно влияет на здоровье человека [2].

Утечки тепла, выявленные в результате обследования инфракрасной камерой, приводят к преждевременному снижению теплозащитных свойств в отдельных местах в результате воздействия погодных (ветер, атмосферные осадки) и естественно-климатических (циклы тепло-холод-тепло, влажность) условий [4]. Вышеуказанные факторы приводят к ухудшению микроклимата внутри зданий и перерасходу энергии, требуемой на его обогрев.

В рамках планируемых исследований предполагается осуществлять контроль температуры и влажности в слоях неоднородных конструкций стен. Для этого в ограждающие конструкции модельных зданий установлена система мониторинга [5; 6]. Системой предусмотрено 24 точки (узла) контроля, находящихся в различных конструкциях экспериментальных зданий (рисунок 2). Для размещения узлов контроля выбирались ключевые точки – в утепленной крыше, в нижнем перекрытии, наиболее охлаждаемые места (углы здания), точки расположенные в стене на разной высоте, а также точки расположенные около оконных проёмов. Также узлы контроля размещены

в северной глухой стене в каждой секции с разными теплоизоляционными материалами. 25 узел контроля (на схемах условно не показан) располагается на стойке каркасной стены для более детального изучения "мостика холода" каркасной конструкции, который возникает в месте пересечения вертикальной стойки и бруска обрешетки наружного перекрестного утепления.

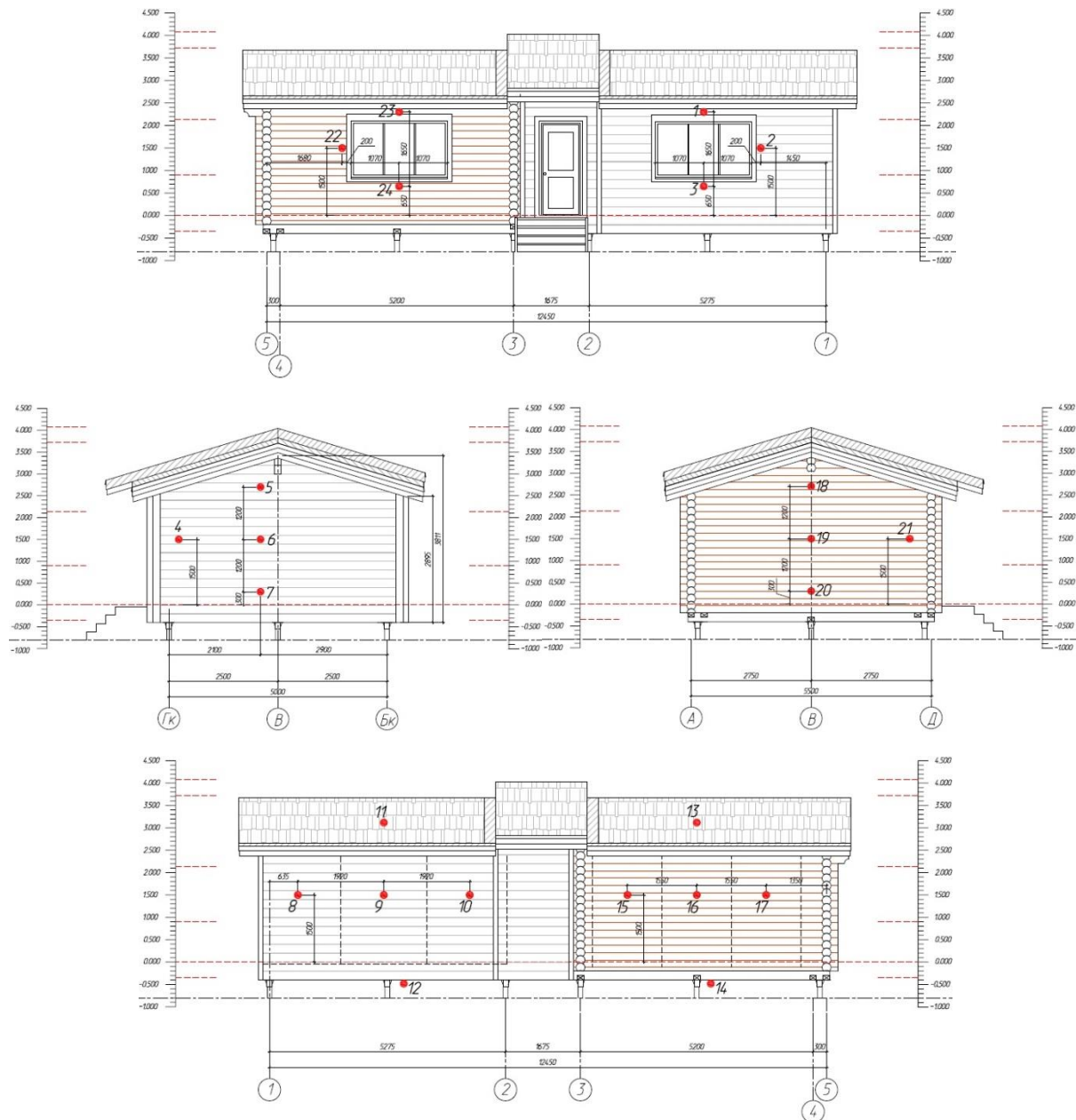


Рисунок 2 – Внешний вид модельных объектов, а также схема расположения точек (узлов) контроля на фасадах (нумерация показана условно)

Вышеуказанные точки в конструкциях экспериментальных зданий также будут дополнительно подвергаться тепловизионному контролю и контролю температуры на поверхности конструкции с помощью пирометра.

В рамках исследования планируется обработка результатов и их применение с целью корректировки расчетов теплозащитных характеристик зданий, уточнения класса энергоэффективности здания, а также сравнения данных по двум модельным объектам в разных регионах.

Библиографический список

1. Buryachenko S. Yu., Karachentseva I. M., Voronin Z. A., Kuzmenkov A. A. The influence of enclosing structures of walls on the energy efficiency of a wooden building // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 539. 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18-19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012024>.

2. Вартанов А. З., Набатов В. В. Термографический контроль для строительства (обзорная статья) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 9. С. 193–200.

3. ГОСТ Р 54852-2011. Здания и сооружения. "Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций = Buildings and structures. Method of thermovision control of enclosing structures thermal insulation quality : национальный стандарт : введен впервые : дата введения 2012-05-01 / разработан НИИСФ РААСМ. М.: Стандартинформ, 2012.

4. Кабанова Т. В., Енюшин В. Н., Ануфриев С. Э. Тепловизионная съемка как способ оперативного контроля теплозащитных свойств ограждающих конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 3 (49). С. 104–111.

5. Кувшинов Д. А. Тестирование системы мониторинга температуры и влажности воздуха экспериментального деревянного дома // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (05-07 октября 2020 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2020. С. 51–58.

6. Кувшинов Д. А., Кузьменков А. А. Система мониторинга температуры и влажности воздуха экспериментального каркасного деревянного дома // EUROPEAN RESEARCH : сб. ст. XXVIII Междунар. науч.-практ. конф. (07 сентября 2020 г., Пенза). Пенза : Наука и Просвещение, 2020. С. 36–40. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/09/%D0%9C%D0%9A-874.pdf>.

7. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Буряченко С. Ю. Обоснование выбора материала ограждающих конструкций стен экспериментального объ-

екта для реализации международного проекта КО 1089 "Зеленое строительство в Арктическом регионе" (Green Arctic Building – GrAB) // *Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии* : сб. ст. науч.-практ. конф. (23-25 сентября 2019 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2019. С. 106–111.

8. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Дербенев А. В. Строительство экспериментального деревянного малоэтажного здания // *Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии* : сб. ст. науч.-практ. конф. (05–07 октября 2020 г., Петрозаводск). Петрозаводск : Петропресс, 2020. С. 32–50.

9. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий : Строительные нормы и правила Российской Федерации : Приняты и введены в действие с 1 октября 2003 г. Постановлением Госстроя России от 26.06.2003 г. № 113 : взамен СНиП II-3-79. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.

10. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : Свод правил : Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 265 : дата введения 1 июля 2013 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Усадский Д. Г., Пашенко Н. М., Фокин В. М., Ковылин А. В. Тепловой метод неразрушающего контроля ограждающих конструкций при научном обосновании энергоэффективных строительных систем // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер. Строительство и архитектура*. 2013. № 30 (49). С. 226–231.

Оценка надежности механического привода аналитическим способом

Челтыбашев А. А.,¹ Панкратов А. А.,² Прежин С. Д.,² Каиров Т. В.² (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ¹кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: cheltibashevaa@mstu.edu.ru, ²кафедра технической механики и инженерной графики)

Аннотация. Статья посвящена использованию аналитического метода для определения надежности механического привода. В статье рассмотрены виды износа влияющие на надежность привода, а также описан общий алгоритм расчета надежности зубчатого редуктора. На основании описанного в статье алгоритма, можно определить вероятность безотказной работы механического привода в заданном временном диапазоне.

Abstract. This article is devoted to the use of the analytical method for determining the reliability of the mechanical drive. The article describes the types of wear affecting the reliability of the drive, as well as a General algorithm for calculating the reliability of the gear reducer. Based on the algorithm described in the article, it is possible to determine the probability of failure-free operation of the mechanical drive in a given time range.

Ключевые слова: надежность, критерии сопротивления контактной усталости, виды износа

Key word: reliability, contact fatigue resistance criteria, types of wear

Расчет надежности механического привода играет все более важную роль в практических инженерных задачах. В настоящее время для решения данных инженерных задач широко используется математический аппарат теории вероятностей, зачастую основанный на большом статистическом материале. Однако данный подход не позволяет с достаточной достоверностью оценить срок службы механического привода, до его первого отказа, а также выявить в нем наиболее слабое звено.

Накопленный в ходе эксплуатации потребителями механических приводов фактический материал, говорит о том, что одной из основных причин выхода их из строя является механическое изнашивание, одной из причин которого являются погрешности в изготовлении. При этом в процессе эксплуатации, в ходе приработки механизма, механическому изнашиванию подвергаются в первую очередь зубья колес. Величина механического изнашивания также зависит от условий эксплуатации.

Существенное влияние на показатели надежности оказывают финишные и упрочняющие процедуры в технологическом процессе. Например, установлено, что поверхностная закалка токами высокой частоты, применяемая при изготовлении ряда зубчатых колес и червяков, позволяют улучшить экс-

плутационные качества деталей машин и позволяет уменьшить механическое изнашивание характерное для зубчатых колес [1].

То, что для механических передач основным негативным фактором, влияющим на надежность, является прочность поверхности зубьев, следует и из проекторочного расчета передач, где ключевым расчетным параметром является контактная прочность (σ_H). Исходя из заданной величины контактной прочности, определяются все остальные параметры закрытых механических передач.

Под влиянием высоких нагрузок происходит изменение первоначальной формы зубьев, что вызывает возникновение напряжений, которые превышают предел упругости материала и ведут к повреждению зубчатых колес. Она может наблюдаться на рабочей поверхности зуба или под ней при высоких контактных напряжениях или на галтели (у основания) зуба при высоких изгибных напряжениях (рисунок 1) [6].



Рисунок 1 – Изменение первоначальной формы зубьев

Контактная усталость возникающая под действием многократно возникающих в пятне контакта напряжений, которые появляются в процессе взаимодействия зубьев, приводит к удалению металла в результате хрупкого разрушения и образованием раковин на поверхностях зубьев (рисунок 2) [7; 8].

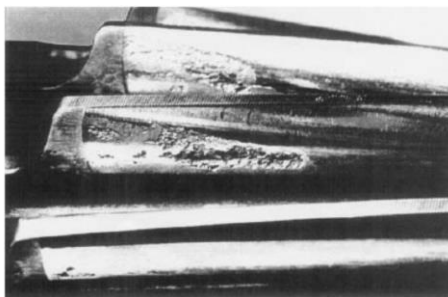


Рисунок 2 – Контактная усталость возникающая под действием напряжений[7]

Вследствие неправильных режимов эксплуатации в механическом приводе на поверхности зубьев может наблюдаться такое явление как наклеп. В результате происходит царапание и износ как головок зубьев одного из ко-

лес, так и ножек зубьев сопряженного колеса, вызывающий заострение головок и закругление ножек зубьев [1].

Одним из самых сложных режимов в процессе эксплуатации любого привода является период пуска. В этот момент возможен чисто механический контакт зубьев из-за отсутствия масляной пленки (рисунок 3). При избыточной нагрузке в момент пуска на поверхностях зубьев наряду с изнашиванием может развиваться заедание.



Рисунок 3 – Механический контакт зубьев из-за отсутствия масляной пленки [8]

Рассмотренные виды механического изнашивания оказывают значительное влияние на работоспособность механического привода и как следствие, на его надежность. В настоящее время при проектировании механических передач учитываются два основных критерия работоспособности, а именно контактная прочность и изгибная выносливость зубчатых передач.

Однако, для определения надежности механического привода этих критериев недостаточно. Использование компьютерного моделирования и имеющегося прочностного расчета весьма вероятно может привести к формированию прогностическо-аналитического поведения механизма в условиях эксплуатации, который будет полезен для прогнозирования отказа оборудования [2]. Выделим этапы определения надежности механизма:

- анализ причин отказов;
- компьютерное моделирование механизма на основе расчета на прочность;
- компьютерное моделирование поведения механизма на основе анализа причин отказов.

Анализ причин отказов – это этап определения факторов, которые будут использоваться при компьютерном моделировании поведения механизма. Все возможные причины отказа привода должны анализироваться по следующим критериям:

- реализуемые приводом функции;
- физико-механические особенности материала;

- причины и виды отказов,
- последствия отказов механизма;
- механизмы отказа;
- методы снижения отказов механизма;
- превентивные мероприятия, заложенные в техническом обслуживании.

Для решения поставленных задач на основе теории надежности с целью определения теоретического срока службы механического привода планируется использовать аналитический (расчетный) метод оценки.

Рассмотрим этот метод более подробно. Его основу составляют сведения о надежности каждого элемента, входящего в анализируемый объект. От достоверности этих данных зависит качество получаемых результатов. Порядок аналитической оценки надежности устанавливает ГОСТ 27.301-95 [4].

Рассмотрим порядок расчета надежности на примере червячного одноступенчатого редуктора. Согласно существующему порядку расчета надежности технических систем, построим структурную (эквивалентную) схему надежности (С(Э)СН или просто СН) (рисунок 4), которая по своей сути является последовательной структурой без резервирования.

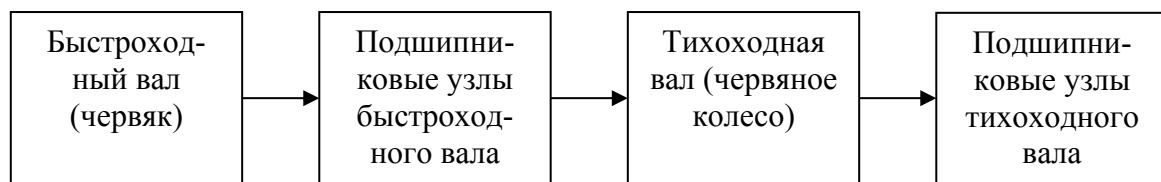


Рисунок 4 – Порядок расчета надежности технических систем

Система состоит из четырех элементов, и, если отказ любого из них означает отказ системы, то такое соединение – основное (последовательное). При расчете надежности таких систем предполагают, что отказ элемента является событием случайным и независимым.

Вероятность безотказной работы такой системы $P_c(t)$ в течение времени t определяется как произведение вероятностей безотказной работы составляющих ее элементов:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_{oi}(t), \quad (1)$$

Если $P_{oi}(t) = P_o(t)$, то $P_c(t) = (P_o(t))^n$.

Известно, что в общем случае вероятность безотказной работы

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}, \quad (2)$$

Если известны интенсивности отказов элементов $\lambda_{zi}(t)$, то

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\int_0^t \lambda_{zi}(t) dt} = e^{-\sum_{i=1}^n \int_0^t \lambda_{zi}(t) dt}, \quad (3)$$

если $\lambda_{zi}(t) = \lambda_{\sigma}(t)$, то $P_c(t) = e^{-n \int_0^t \lambda_{\sigma}(t) dt}$ (4) [4 ; 5].

Зададимся зависимостями для случайных событий и параметрами на основе которых и будет вестись аналитический расчет надежности механического привода.

Для определения надежности зацепления в механических передачах воспользуемся определением вероятности безотказной работы по критериям сопротивления контактной усталости P_H и изгибной выносливости P_F . На основании определения вероятности того, что контактное напряжение σ_H не превышает предела контактной выносливости (предельного значения расчетного параметра) $[\sigma_H]$:

$$P_H = \text{вер} (\sigma_H < [\sigma_H]). \quad (5)$$

Вероятность безотказной работы по критерию сопротивления контактной усталости P_H определяется по таблице в зависимости от величины квантили U_{pH} :

$$U_{pH} = -\frac{\overline{n_H} - 1}{\sqrt{\overline{n_H}^2 * V_{P_H}^2 + V_{\sigma_H}^2}} \quad (6)$$

$\overline{n_H}$ – коэффициент запаса прочности по средним напряжениям, равный:

$$\overline{n_H} = \frac{\overline{\sigma_{H \lim B}}}{\sigma_H}. \quad (7)$$

На основании критерия изгибной выносливости напряжение изгиба σ_F не превышает предела изгибной выносливости (предельного значения расчетного параметра) $[\sigma_F]$:

$$P_F = \text{вер} (\sigma_F < [\sigma_F]). \quad (8)$$

Вероятность безотказной работы по критерию сопротивления изгибной выносливости P_F определяется по таблице в зависимости от величины квантили U_{pF} :

$$U_{pF} = -\frac{\overline{n_F} - 1}{\sqrt{\overline{n_F}^2 * V_{P_F}^2 + V_{\sigma_F}^2}} \quad (9)$$

\overline{n}_F – коэффициент запаса прочности по средним напряжениям, равный:

$$\overline{n}_F = \frac{\overline{\sigma_{F \lim B}}}{\sigma_F}. \quad (10)$$

В результате, для определения общей надежности механического привода при линейной структурной системе надежности будет равна:

$$P = P_F * P_H * P_{Ft} * P_{Ht} * P(t)_{\text{под}}. \quad (11) [3].$$

Но с учетом структурной схемы, надежность всего привода не будет превышать надежность наиболее слабого звена.

Использование аналитического метода расчета надежности механического привода позволяет не только определить вероятный срок службы, но и выявить наименее надежное звено.

Библиографический список

1. Войнов К. Н., Есбулатова А. Ж. Управляем надежностью через допуски на изготовление деталей пар трения // Евразийский Союз Ученых. Сер. Технические и физико-математические науки. 2015. № 10 (19). С. 41–42.

2. ГОСТ 31381-2009. Колеса зубчатые. Виды повреждений. Классификация и описание : гос. стандарт Республики Беларусь : изд. офиц. : дата введения 2009-06-25. Минск : БелГИСС, 2009. 66 с.

3. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие : постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.05.82 № 1972 введен впервые : дата введения 1983-07-01. М. : Стандартиформ, 2005.

4. ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения : межгосударственный стандарт : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26 апреля 1995 г.) : взамен ГОСТ 27.410-87 (в части п.2) : Дата введения 1997-01-01 М. : Изд-во стандартов, 1996. 16 с.

5. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. основные понятия. Термины и определения : межгосударственный стандарт : введен впервые : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.11.89 № 3375 : дата введения 1990-07-01. М. : Изд-во стандартов, 1990. 38 с.

6. Маликов А. А., Лихошерст В. В., Шалобаев Е. В. Анализ и классификация процесса изнашивания зубчатых передач // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 9. С. 2–11.

7. Маликов А. А., Лихошерст В. В., Шалобаев Е. В. Процессы заедания и остаточной деформации в зубчатых передачах // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 9. С. 12–18. (Приложение).

8. Маликов А. А., Лихошерст В. В., Шалобаев Е. В. Дефекты зубчатых передач редукторов // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 9. С. 19–24. (Приложение).