

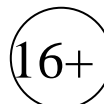
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

НАУКА И ИННОВАЦИИ В АРКТИКЕ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(Мурманск, 4–9 декабря 2023 г.)

Научное электронное издание

Мурманск
Издательство МАУ
2024



УДК 001.895
ББК 95+72+65.291.551
Н 34

Редакционная коллегия:

Г. Г. Гогоберидзе, д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент (отв. за выпуск);
Ю. П. Бардилова, канд. ист. наук, доцент, д-р техн. наук, доцент;
А. Б. Власов, д-р техн. наук, профессор;
Н. Г. Воронько, д-р хим. наук, доцент;
В. А. Гроховский, д-р техн. наук, профессор;
А. В. Кайченков, д-р техн. наук, доцент;
П. П. Кравец, канд. биол. наук, доцент;
О. Г. Кривенко, канд. мед. наук, доцент;
О. Б. Кузнецова, канд. эконом. наук, доцент;
И. Н. Морозов, канд. техн. наук, доцент;
В. А. Похольченко, канд. техн. наук, доцент;
К. О. Сергеев, канд. техн. наук, доцент;
А. А. Челтыбашев, канд. пед. наук, доцент;
М. Н. Чечурина, д-р эконом. наук, канд. техн. наук, профессор;
А. Ю. Широнина, канд. техн. наук;
М. Г. Шишаев, д-р техн. наук

Коллектив авторов

Н 34 **Наука и инновации в Арктике** : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Мурманск, 4–9 декабря 2023 г.) / Мин-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Мурм. аркт. ун-т. – Мурманск : Изд-во МАУ, 2024. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium II 128 MbRAM ; Windows 9X–10 ; свободное место на HDD 131 Mb ; привод для компакт-дисков CD-ROM 2x и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-907368-76-7

В сборнике опубликованы доклады участников Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Наука и инновации в Арктике", которая состоялась 4–9 декабря 2023 г. в Мурманском арктическом университете.

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

Научное электронное 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.

© Мурманский арктический университет, 2024

© Коллектив авторов, 2024

Научное электронное 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 инновации в Арктике
Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(Мурманск, 4–9 декабря 2023 г.)

Редакционная коллегия:

Г. Г. Гогоберидзе, д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент (отв. за выпуск);
Ю. П. Бардилова, канд. ист. наук, доцент, д-р техн. наук, доцент;
А. Б. Власов, д-р техн. наук, профессор;
Н. Г. Воронько, д-р хим. наук, доцент;
В. А. Гроховский, д-р техн. наук, профессор;
А. В. Кайченков, д-р техн. наук, доцент;
П. П. Кравец, канд. биол. наук, доцент;
О. Г. Кривенко, канд. мед. наук, доцент;
О. Б. Кузнецова, канд. эконом. наук, доцент;
И. Н. Морозов, канд. техн. наук, доцент;
В. А. Похольченко, канд. техн. наук, доцент;
К. О. Сергеев, канд. техн. наук, доцент;
А. А. Челтыбашев, канд. пед. наук, доцент;
М. Н. Чечурина, д-р эконом. наук, канд. техн. наук, профессор;
А. Ю. Широнова, канд. техн. наук;
М. Г. Шишаев, д-р техн. наук

Компьютерная верстка Г. Г. Недоступ

Подписано к использованию 12.04.2024

Объем издания 12,3 Мб

Тираж 30 экз.

ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет"
183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.
Телефон (8152) 21-38-01
E-mail: office@mauniver.ru
<https://www.mauniver.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ	19
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОГО ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ 3D-ПРИНТЕРОМ	20
<i>Кулемин В. В., Кайченев А. В., Столянов А. В.</i>	
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКООРДИНАТНЫМ СТАНКОМ С УПРАВЛЕНИЕМ ЧЕРЕЗ ПРОТОКОЛ MQTT	23
<i>Четвериков Д. А., Пономаренко Д. А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИОТ-СИСТЕМ С ОТКРЫТОЙ ЛИЦЕНЗИЕЙ	25
<i>Плотников О. П., Пономаренко Д. А., Столянов А. В.</i>	
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕЛЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	28
<i>Канделябров Е. С., Селяков И. Ю.</i>	
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	31
<i>Шарапов Е. М., Селяков И. Ю.</i>	
ИТОГИ РАЗРАБОТКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА "АСР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА"	33
<i>Емашев М. О., Кайченев А. В.</i>	
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ИОТ (ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ) В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	36
<i>Малютин Д. И., Кайченев А. В.</i>	
К ПРОБЛЕМЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХОЛОДНОЙ СУШКИ ГИДРОБИОНТОВ	39
<i>Лукин С. А.</i>	
СВОБОДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	42
<i>Лейко Н. Н., Майорова О. В., Бучкова З. А.</i>	
К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В СРЕДЕ LINUX С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОБОДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	45
<i>Ерещенко В. В., Столянов А. В.</i>	

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА В МОДЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОПРОСА.....	48
<i>Потапов Н. С.</i>	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	51
<i>Кайченев А. В., Столянов А. В.</i>	
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ КАФЕДРЫ АВТОМАТИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ	54
<i>Кайченев А. В., Яценко В. В., Висков А. Ю.</i>	
ЦИФРОВОЙ УЧЕБНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЦЕХ МАУ КАК ЭТАП СОЗДАНИЯ "ЦИФРОВОЙ ФАБРИКИ БУДУЩЕГО"	57
<i>Кайченев А. В., Яценко В. В., Яроцкая А. А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ	60
<i>Селяков И. Ю., Столянов А. В.</i>	
К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ АРКТИКИ	63
<i>Столянов А. В.</i>	
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА	66
<i>Которженко С. А., Мutowин М. А., Чубарь А. В.</i>	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛИЦЫ.....	70
<i>Самохов Д. А., Алексеенко А. Ю., Чубарь А. В.</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МИКРОБИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ	73
РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ КОНСУЛЬТАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	74
<i>Закревский Ю. Н., Джигинас Порандла, Токарева А. Г., Амготх Кумар</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ НА ЭТАПАХ ЭВАКУАЦИИ И ЛЕЧЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ- ПАНДЕМИИ COVID -19 В Г. МУРМАНСКЕ.....	78
<i>Де Нат Сомендра, Закревский Ю. Н., Казанцева И. Н., Колатти Хебсиба</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ЛЕЧЕБНО-ЭВАКУАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В АМБУЛАТОРНОМ ЗВЕНЕ В ПЕРИОД ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ – ПАНДЕМИИ COVID-19 В Г. МУРМАНСКЕ.....	81
<i>Гезей Н. Ф., Закревский Ю. Н., Арчакова Ю. А., Натхина А. В.</i>	
УДАЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОСКОЛКОВ ИЗ МИОФАСЦИАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ И ПОЛОСТЕЙ ОРГАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ НЕОДИМОВЫХ МАГНИТОВ	84
<i>Закревский Ю. Н., Одажиу С. М., Шаик Баба Самир, Джакоб Кингстон</i>	
АНАЛИЗ ФОЛАТНОГО СТАТУСА В ВЫБОРКЕ ЭТНИЧЕСКИХ ИНДИЙЦЕВ	87
<i>Александрова Ю. В, Воробьева Н. А, Воронцова А. С.</i>	

ВЫСОКО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ АДЕНОКАРЦИНОМА ПЕЧЕНОЧНОГО УГЛА ОБОДОЧНОЙ КИШКИ С ВРАСТАНИЕМ В СЛЕПУЮ КИШКУ. ВНУТРЕННЕЕ УЩЕМЛЕНИЕ ТОНКОЙ КИШКИ.....	90
<i>Шейкина К. Е., Белозеров А. А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕНЕСЕННЫХ УРОГЕНИТАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ НА ГАМЕТО- И ЭМБРИОГЕНЕЗ.....	93
<i>Гарбуль А. В., Терехова Н. А.</i>	
ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ ФОЛАТНОГО ОБМЕНА В ВЫБОРКЕ ЭТНИЧЕСКИХ НЕНЦЕВ, ПОСТОЯННО ПРОЖИВАЮЩИХ В НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ.....	96
<i>Мурцева Д. А., Цымлякова К. А., Воробьева Н. А., Воронцова А. С.</i>	
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ВИРУСА ПАПИЛЛОМЫ ЧЕЛОВЕКА СРЕДИ ЖЕНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	99
<i>Кривенко О. Г., Ширшаева А. А.</i>	
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОРМОВ ДЛЯ НЕПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ (ДЛЯ АКВАРИУМНЫХ, ДЕКОРАТИВНЫХ РЫБ).....	102
<i>Ускова И. В., Потешкина В. А., Болелов И. Д.</i>	
ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ 16-18 ЛЕТ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ Г. АРХАНГЕЛЬСКА)	105
<i>Уханова А. В., Поскотинова Л. В.</i>	
ДИАГНОСТИКА САХАРНОГО ДИАБЕТА	108
<i>Мишанина Л. А., Одаджиу С. М., Русакова А. А.</i>	
ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИЯ КАК ПРЕДИКТОР ИНСУЛЬТА.....	111
<i>Мурашкина А. А., Воробьева Н. А.</i>	
ИНФОРМАТИВНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТАТ-СПЕЦИФИЧЕСКОГО АНТИГЕНА ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	114
<i>Мишанина Л. А., Арчакова Ю. А.</i>	
РОЛЬ МУТАЦИИ В ГЕНАХ ПРОТРОМБИНА И ФАКТОРА ЛЕЙДЕНА В РАЗВИТИИ ТРОМБОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ	117
<i>Македонская А. Н., Цымлякова К. А., Воробьева Н. А., Воронцова А. С.</i>	
ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ АБОРИГЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	120
<i>Клепикова В. С., Литвинова М. Ю.</i>	
МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕТЕРОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ВОД БАРЕНЦЕВА МОРЯ.....	123
<i>Литвинова М. Ю., Макаревич Е. В., Кожухова Е. В., Балачина Е. С.</i>	
АНАЛИЗ РИСКОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ.....	126
<i>Макаревич Е. В., Балачина Е. С., Кожухова Е. В., Зайчикова Д. С.</i>	

Влияние изолятов почвенных азотфиксирующих бактерий Мурманской области на рост клевера лугового сорта "Дымковский"	129
<i>Икко Н. В., Попова А. Д., Темчура В. О.</i>	
Особенности фолатного обмена и метаболизма гомоцистеина в выборке этнических русских города Архангельска.....	132
<i>Цымлякова К. А., Македонская А. Н., Воронцова А. С., Воробьева Н. А.</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТА В АРКТИКЕ	135
Анализ причин дорожно-транспортных происшествий на пересечении проспекта Героев-Североморцев и улицы Хлобыстова в городе Мурманск	136
<i>Баринов А. С., Микульский М. А.</i>	
Перспективы внедрения цифрового двойника транспортной сети города Мурманск.....	139
<i>Баринов А. С., Гусев Е. С.</i>	
Изучение факторов, сдерживающих развитие деревянного домостроения в Арктике	142
<i>Окулова Е. А., Никонова Ю. В., Челтыбашев А. А.</i>	
Влияние алюмосиликатных полых микросфер и суперпластификатора GLENIUM на свойства легкого бетона	145
<i>Бастрыгина С. В.</i>	
Исследование бетонов на основе уррита, модифицированных кремнеземсодержащими добавками	148
<i>Белогурова Т. П.</i>	
Нанокompозитные добавки для фотокаталитически активных самоочищающихся бетонов.....	151
<i>Тюкавкина В. В., Цырятьева А. В.</i>	
Моделирование процесса поворота сочлененных колесных машин высокой проходимости в условиях Арктики	154
<i>Челтыбашев А. А., Каиров Т. В., Прежгин С. Д.</i>	
Варианты декабонизации и энергосбережения Мурманской энергетики. Рациональное использование избытка электрической энергии.....	157
<i>Мальшев В. С., Пантилеев С. П.</i>	
Выполнение стратегических направлений импортозамещения в топливно-энергетическом комплексе Российской Арктики.....	161
<i>Вотиловский С. С.</i>	
Некоторые аспекты обеспечения культуры безопасности на предприятиях топливно-энергетического комплекса	164
<i>Челтыбашев А. А.</i>	

**АРКТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО РОССИИ:
ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И ОТВЕТЫ 167**

ОТРАЖЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА РАБОТЫ ТРЕСТА "АПАТИТ"
В МАТЕРИАЛАХ ГАЗЕТЫ "ХИБИНОГОРСКИЙ РАБОЧИЙ" 168

Анацкий В. В.

ЛЬГОТЫ ДЛЯ ПЕРЕСЕЛЕНЦЕВ НА КОЛЬСКИЙ СЕВЕР
(ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XIX – ПЕРВАЯ ТРЕТЬ XX ВВ.) 171

БардILEVA Ю. П.

ТАТАРЫ-ПЕРЕСЕЛЕНЦЫ ИЗ СТАРОКУЛАТКИНСКОГО РАЙОНА
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ
(НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ) 174

БиккИняева К. Р.

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА 177

Воронин А. В., Гайнутдинов Р. К., Самородов В. Н., Денисова И. А.

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА И ЗВЕРОБОЙНЫХ ПРОМЫСЛОВ
В БЕЛОМ И БАРЕНЦЕВОМ МОРЯХ В НАЧАЛЕ 1920-х гг. 180

Давыдов Р. А.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИСТОРИИ ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ 183

Кузь В. В.

АНАЛИЗ ТЕКСТОВ ПО РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕМАТИКЕ
КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ
МУРМАНСКОГО АРКТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА
"ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ" 186

Нефедова О. В.

БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ..... 194

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ В РАЗВИТИИ ХВОИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ
(*PICEA OBOVATA* LEDEB.) В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
АО "КОЛЬСКАЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ" 195

Александрова Е. Ю.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ОРНИТОФАУНЫ г. ПОЛЯРНОГО
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ЛЕТОМ 2023 ГОДА 198

Басангова Д. Д., Харламова М. Н.

ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ РЕАКЦИЙ АРКТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ
НА НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 201

Василевская Н. В.

РЕАКЦИИ ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РАЧКОВ-БАЛЯНУСОВ
SEMIBALANUS BALANOIDES НЕКОТОРЫХ ГУБ ВОСТОЧНОГО МУРМАНА
И КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА НА ТЕКУЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 204

Гудимов А. В.

ПАРАЗИТОФАУНА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ (SALMONIDAE) В ПРЕДПРИЯТИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	207
<i>Иваницкая О. А., Кравец П. П., Тюкина О. С.</i>	
ПИТАНИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ РЫБ КАРСКОГО МОРЯ	210
<i>Иванова А. В., Долгов А. В.</i>	
БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА).....	213
<i>Ишкулова Т. Г.</i>	
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЮ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИКИ.....	216
<i>Канивец А. В., Василевская Н. В.</i>	
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИДИЙ ИЗ ПОСЕЛЕНИЙ ГУБ УРА И ПЕЧЕНГА БАРЕНЦЕВА МОРЯ.....	219
<i>Кравец П. П., Деркач С. Р., Тюкина О. С., Шерстюк Е. С., Приймак П. Г., Малавенда С. С., Глухарев А. Ю., Аллоярова Ю. В., Бордиян В. В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ ТРЕХ ВИДОВ РОДА LYCODES В КАРСКОМ МОРЕ.....	222
<i>Моисеева Н. Е., Долгов А. В.</i>	
РЕСУРСЫ ASCOPHYLLUM NODOSUM МУРМАНА И ВЛИЯНИЕ ЭПИФИТОВ	225
<i>Нерезенко А. М., Тупицына С. А., Рыжик И. В., Малавенда С. В.</i>	
НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ СТРЕЛОЛИСТА SAGITTARIA NATANS В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	228
<i>Приймак П. Г., Приймак Е. В.</i>	
АЛЛОМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ И МОДЕЛЬ БЕРТАЛАНФИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА САЙКИ BOREOGADUS SAIDA В МОРЯХ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА В 2003–2018 ГГ.	230
<i>Расхожеева Е. В.</i>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА МИНОГОВИДНОГО ЛЮМПЕНА LUMPENUS LAMPRETAIFORMIS.....	233
<i>Сивкова В. П., Долгов А. В.</i>	
МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ MYA ARENARIA LINNAEUS, 1758 КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ	236
<i>Смолькова О. В., Куклина М. М.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ БАРЕНЦЕВОМОРСКИХ РЫБ ПЛАНКТОННЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ	239
<i>Цветкова А. С., Харламова М. Н.</i>	
ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ.....	242
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	243
<i>Столяр А. С.</i>	

ДОСТОИНСТВО И НЕДОСТАТКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ	246
<i>Молодцов Д. С., Смирнов В. Г., Николаев В. Г.</i>	
О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ	248
<i>Лазарева М. А., Минин В. А.</i>	
СТРАТЕГИИ ПРОФИЛАКТИКИ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ	251
<i>Николаева Е. В., Николаев С. В.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	254
<i>Комков Д. М., Кузнецов Н. М.</i>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	257
<i>Дорофеева А. Е.</i>	
ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	260
<i>Дорофеева А. Е., Морозов И. Н.</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ГОРОДА МУРМАНСК.....	263
<i>Куюкин А. И, Сергиянский Е. В.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРИЙ-УРАНОВОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА В ЖИДКОСОЛЕВОМ ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ С ГОМОГЕНИЗИРОВАННОЙ АКТИВНОЙ ЗОНОЙ	266
<i>Куюкин А. И, Николаев В. Г.</i>	
ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ CWS ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА	270
<i>Каганович Н. И.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	273
<i>Лазарев Н. И., Кузнецов Н. М.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕНА МЕЖДУ АТМОСФЕРОЙ И ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ.....	276
<i>Мингалев А. И.</i>	
МЕТОД ОЧИСТКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ОТ ТРИТИЯ НА АЭС	279
<i>Скотарь Е. А.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА	282
<i>Панкратов А. В., Морозов И. Н.</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	284
<i>Кузнецов П. А.</i>	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОСЛЕ ВЫВОДА ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ	288
<i>Короткин Д. М.</i>	

ИНЖИНИРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ..... 291

Хладагенты с низким потенциалом глобального потепления: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ	292
<i>Бугаев С. А., Иваней А. А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ КРЕПКОСОЛЕННОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ КЛИПФИКСНОЙ РАЗДЕЛКИ.....	296
<i>Михайлов С. А., Похольченко В. А., Хоменко Ю. В., Горохов А. А.</i>	
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНОГО БЛОКА СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ.....	300
<i>Плешков А. Ю., Голубева О. А.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	304
<i>Похольченко В. А., Иванов М. С.</i>	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА	308
<i>Селюков П. К., Голубева О. А.</i>	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ	311
<i>Шутов А. В., Похольченко В. А., Иваней А. А.</i>	

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА..... 314

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ТУРИЗМЕ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	315
<i>Воловик О. А., Сидоровская Т. В., Соколова Е. С.</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРУПНОТОННАЖНЫХ СПГ-ПРОЕКТОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ	319
<i>Гафуров А. Р.</i>	
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ В КОНТЕКСТЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ	323
<i>Головина Т. А., Авдеева И. Л.</i>	
ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ.....	327
<i>Кузьменко В. М.</i>	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРПОРАЦИЙ АЗРФ.....	330
<i>Метелева М. А.</i>	
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СУБЪЕКТОВ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА	335
<i>Минаева А. Р., Чечурина М. Г., Гапоненкова Н. Б.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В АРКТИКЕ	338
<i>Поляков Н. А.</i>	
ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ УСПЕШНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ.....	341
<i>Розанова Л. И.</i>	

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	344
<i>Савельева С. Б.</i>	
СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ И СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ.....	347
<i>Топольницкая С. В.</i>	
РОЛЬ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА	351
<i>Федоров Д. Ю., Щебарова Н. Н.</i>	
ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ РИСКОВ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРАКТИКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ ИННОВАЦИЙ	354
<i>Яковлев С. А.</i>	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	357
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МОЛНИИ И МОЛНИЕЗАЩИТЫ	358
<i>Бороздина Е. Д.</i>	
РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ OR-TOOLS ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ	362
<i>Вдовиченко Н. А.</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	365
<i>Виноградов Н. К., Тоичкин Н. А.</i>	
ПРАГМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ СИНТЕЗА АДАПТИВНЫХ ГЕОИНТЕРФЕЙСОВ.....	368
<i>Вицентий А. В.</i>	
АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ОБСУЖДЕНИЙ ВАКЦИНАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ.....	371
<i>Кобенко А. В., Латухина Е. А.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА ГЕНЕРАЦИИ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ С УЧЕТОМ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РУДОПЕРЕГРУЗОЧНОГО СКЛАДА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	374
<i>Ковалев В. С.</i>	
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ "ЭкоПоиск"	377
<i>Мигаль Ю. В., Глицевич А. В., Латухина Е. А.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ СРЕДСТВ OLAP-АНАЛИТИКИ	380
<i>Неупокоева Е. О.</i>	
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТЕРМИНОВ И ОТНОШЕНИЙ ИЗ ОБСУЖДЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА.....	383
<i>Никонорова М. Л., Пимешков В. К.</i>	
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	387
<i>Починок И. О., Лазарева И. М.</i>	

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПОДДЕРЖКИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	390
<i>Прокофьева Е. Д., Федоров А. М., Липпонен И. Н.</i>	
ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК С ЗАДАННЫМ УСРЕДНЕННЫМ КАЧЕСТВОМ НА ПРИЕМНИКЕ	393
<i>Руденко Н. Н., Вдовиченко Н. А., Шишаев М. Г.</i>	
АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ	396
<i>Штигарь Н. А.</i>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ	399
<i>Яковенко А. А., Тоичкин Н. А.</i>	
ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ ТЕМАТИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ АРХАНГЕЛЬСКИХ ГОВОРОВ	402
<i>Шурыкина Л. С., Латухина Е. А.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ КАРТОНА НА ПРЕДПРИЯТИИ	405
<i>Тестова И. В., Александрова И. А., Плечева Е. А.</i>	
КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИНФРАСТРУКТУРЫ ФЛОТА АРКТИКИ	408
ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПАСПОРТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУДОВ И ИНФРАСТРУКТУРЫ МОРСКИХ ПОРТОВ	409
<i>Власов А. Б., Буев С. А.</i>	
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВОЙ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ.....	412
<i>Власов А. Б., Викулин А. А.</i>	
АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КЛЕТЕЙ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА И ЛИНИИ ЭКСТРУЗИИ НА ЗАВОДЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОДВОДНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ	416
<i>Власов А. Б., Пустовойт Б. М.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ	420
<i>Кучеренко В. В., Буев С. А.</i>	
ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАТЧИКОВ LEMLV 25-P И LA 25-NP/SP44 С ОДНОПОЛЯРНЫМ ПИТАНИЕМ	424
<i>Саватеев Д. А.</i>	
АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ В СУДОВЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ	428
<i>Урванцев В. И.</i>	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА В АРКТИКЕ	431
НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ МОРСКИХ ПОРТОВ И АКВАТОРИЙ НА БАЗЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	432
<i>Андреевский И. Л., Кузнецова О. Б.</i>	

АЛГОРИТМЫ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ МОРСКОГО СУДНА	435
<i>Бурзун М. С.</i>	
ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ	438
<i>Дехник О. С., Кузнецова О. Б.</i>	
АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ СУДОВ НА МОРЕ И ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ.....	441
<i>Кузнецова О. Б., Литвиненко С. И.</i>	
ТРАНЗИТНЫЕ ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ.....	444
<i>Масленников А. Д., Кузнецова О. Б.</i>	
ДВУХКОМПОНЕНТНЫЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕДОВЫХ ПОЛЕЙ	447
<i>Пащенко С. В., Заборовский Ю. В.</i>	
НАЦИОНАЛЬНАЯ МОРСКАЯ ПОЛИТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ	450
<i>Сарлаев В. Я.</i>	
ОСВОЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА.....	453
РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПЕРЕХОДОВ МЕЖДУ ПРОФИЛЯМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОРСКОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ.....	454
<i>Кузнецов А. В.</i>	
СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ И ПИЛОТНОЕ БУРЕНИЕ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ 2020–2023 ГГ.	457
<i>Рокос С. И., Костин Д. А.</i>	
АНАЛИЗ РАСЧЕТА ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ В ОБСАДНОЙ КОЛОННЕ ПРИ ЕЕ СПУСКЕ ЧЕРЕЗ ВОДНУЮ ТОЛЩУ В ХОДЕ МОРСКОГО БУРЕНИЯ	460
<i>Коротаев Б. А., Костин Д. А.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО РЕГИОНА	463
<i>Кузнецов А. В., Костин Д. А.</i>	
РАЗРАБОТКА НИЗКОТОКСИЧНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ГЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ МОРСКОГО БУРЕНИЯ.....	466
<i>Белухин А. И., Баршенина А. К., Кизима М. А.</i>	
РАДИОФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ В АРКТИКЕ.....	469
К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ТРАНСАРКТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА СВЯЗИ	470
<i>Быченко П. А.</i>	
ДВУМЕРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ИОНОСФЕРЕ ПО ДАННЫМ СИСТЕМ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ	473
<i>Волков М. А., Гурин А. В.</i>	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛУЧЕВЫХ ТРАЕКТОРИЙ В НЕОДНОРОДНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ИОНОСФЕРЕ	476
<i>Волков М. А., Гурин А. В.</i>	
КОМБИНИРОВАННАЯ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННАЯ АНТЕННА	479
<i>Милкин В. И., Гурин А. В., Шульженко А. Е.</i>	
ДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ "ГОНЕЦ"	482
<i>Милкин В. И., Полежаев В. С., Шульженко А. Е.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТКОПТЕРОВ	485
<i>Милкин В. И., Шульженко А. Е., Давлетова Д. А.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ ДЛЯ РАБОТЫ С ПРОГРАММИРУЕМЫМИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ.....	488
<i>Шульженко А. Е., Давлетова Д. А.</i>	
СУДОСТРОЕНИЕ – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ – РЕМОНТ СУДОВ.....	491
АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ BIM В СУДОСТРОИТЕЛЬНУЮ И СУДОРЕМОНТНУЮ ОТРАСЛИ	492
<i>Зефилов И. Е.</i>	
ЦИФРОВИЗАЦИЯ В МЕТРОЛОГИИ	495
<i>Кумова Ж. В., Баева Л. С., Петрова Н. Е., Кумов М. Г.</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО БОРЬБЕ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ НАДВОДНЫХ СУДОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ.....	498
<i>Павлов А. Н., Петрова Н. Е.</i>	
ВИХРЕТОКОВЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ШЕЛЬФА АРКТИКИ	502
<i>Романов С. Ф.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСАДКИ СУДНА.....	506
<i>Петров А. Л.</i>	
ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ	509
<i>Сергеев К. О., Соловьев Б. В.</i>	
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ, РАЗРАБОТКА ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ.....	513
ИННОВАЦИОННЫЙ РЫБНЫЙ ПРОДУКТ	514
<i>Дубровина С. С., Гроховский В. А., Дубровин С. Ю.</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РЫБНОГО БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД	517
<i>Живлянцева Ю. В., Куранова Л. К., Ершов М. А.</i>	

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ С ПОВЫШЕННЫМ СТЕРИЛИЗУЮЩИМ ЭФФЕКТОМ ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ ТРОПИЧЕСКИХ СТРАН.....	520
<i>Зинякова А. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Ершов М. А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБНОГО СЫРЬЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОСТНОЙ МУКИ	523
<i>Инюкина М. В., Бражная И. Э., Лачугова Д. Н.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЕЗВОЖЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РЫБЫ ПРИ СУШКЕ ТРЕСКИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ	526
<i>Ершов М. А., Новожилов М. П., Куранова Л. К., Корчунов В. В., Лукин С. А.</i>	
К ВОПРОСУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЛИПФИСКА ИЗ ТРЕСКИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ	529
<i>Любакина М. А., Дубровин С. Ю.</i>	
РАЗРАБОТКА ЖЕЛИРОВАННОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО И МЯСНОГО СЫРЬЯ	532
<i>Новожилов М. П., Гроховский В. А., Бензик И. Н., Глухарев А. Ю.</i>	
РАЗРАБОТКА КУЛИНАРНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	535
<i>Новожилов М. П., Барсукова Е. С, Ершов М. А., Бензик И. Н.</i>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В МИРЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУШЕНОЙ СОЛЕНОЙ ТРЕСКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ УСПЕШНО РАЗВИТЫХ ПРОИЗВОДСТВ СО СТОРОНЫ СТРАН СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ – НОРВЕГИИ И ИСЛАНДИИ	538
<i>Оборина О. А., Шокина Ю. В.</i>	
ТЕХНОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САЙКИ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ ОСЕННЕГО ПЕРИОДА ВЫЛОВА	541
<i>Рысакова К. С., Мухортова А. М., Шумская Н. В., Новиков В. Ю.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ЙОДОМ ЛАМИНАРИИ: ИННОВАЦИОННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	545
<i>Савкина К. Н., Шокина Ю. В.</i>	
ПОИСК ПУТЕЙ СОХРАНЕНИЯ ПИЩИ В ИСТОРИЧЕСКОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТЕРИЛИЗОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ	548
<i>Третьяк Н. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Ершов М. А., Кузнецова Т. А.</i>	
БИОПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ	551
<i>Ульрих Е. В., Верхотуров В. В., Баркова А. С.</i>	
ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЮКВЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ	554
<i>Хармич Е. Е., Бражная И. Э.</i>	
ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИТАНИИ БОРОВОЙ ДИЧИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	558
<i>Шитова Д. Д., Ханеева М. А., Сафронова Т. Н.</i>	

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПЕРАПАРАТА ИЗ ГЕПАТОПАНКРЕАСА КРАБА-СТРИГУНА (ОПИЛИО) НА СОЗРЕВАНИЕ МАЛОСОЛЕННОЙ ДЕЛИКАТЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ	562
<i>Шокина Ю. В., Лукина Е. В., Шкуратова Е. Б., Антонов П. В., Левишина И. Е. О., Шокин Г. О.</i>	
ЗРАЗА РЫБНАЯ С ОВОЩАМИ В ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКЕ	565
<i>Эгель И. Я., Волченко В. И.</i>	
ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	568
СВОЙСТВА ВОДНО-НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТЫ ОКИСЛЕНИЯ	569
<i>Берестова Г. И., Кучина Ю. А., Колотова Д. С., Холзакова Л. Д.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ ИЗ ВОДОРОСЛЕЙ FUCUS VESICULOSUS	572
<i>Боровинская Е. В., Бордиян В. В., Колотова Д. С.</i>	
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ БИОПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ РЫБНЫЙ ЖЕЛАТИН-АГАР	575
<i>Воронько Н. Г., Кузина Т. Д., Деркач С. Р.</i>	
СВОЙСТВА РЫБНОГО ЖЕЛАТИНА ИЗ КОЖИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ (GADUS MORHUA)	578
<i>Деркач С. Р., Кучина Ю. А., Колотова Д. С., Гроховский В. А., Дубровин С. Ю., Петрова Л. А., Дякина Т. А., Воронько Н. Г.</i>	
СИНТЕЗ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАРБОКСИМЕТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ХИТИНА И ХИТОЗАНА	581
<i>Долгопятова Н. В., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА В РЫБЕ	584
<i>Дякина Т. А., Деркач С. Р., Сербина С. Г., Петрова Л. А.</i>	
СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ЛИТИЙСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ ОТ ХРОМОФОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ.....	587
<i>Евстропова П. Е., Маслова М. В.</i>	
РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОК.....	591
<i>Колотова Д. С., Боровинская Е. В., Бордиян В. В.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ.....	594
<i>Кучина Ю. А., Аллоярова Ю. В., Кравец П. П., Малавенда С. С., Приймак П. Г., Тюкина О. С., Глухарев А. Ю., Бордиян В. В., Деркач С. Р.</i>	
АФФИННАЯ АДСОРБЦИЯ ХИТИНОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ГЕПАТОПАНКРАСА КАМЧАТСКОГО КРАБА И КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО	597
<i>Новиков В. Ю., Шумская Н. В., Рысакова К. С., Мухортова А. М.</i>	

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	601
КОНТРОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ОНЛАЙН БИОМОНИТОРИНГА	602
<i>Гудимов А. В., Аллояров К. Б., Комарова Е. П.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИК И ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ С СУДОВ АРКТИЧЕСКИХ АКВАТОРИЙ	605
<i>Облезина Е. А., Васильева Ж. В.</i>	
СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА DGNB – НЕМЕЦКОЕ ОБЩЕСТВО УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	609
<i>Тимошенко О. В., Макушкина Н. В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА МУРМАНСКА	612
<i>Широнина А. Ю.</i>	
РЕКОНСТРУКЦИЯ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ¹³⁷ Cs ВОДОРΟΣЛЕЙ-МАКРОФИТОВ НА ПРИМЕРЕ ГУБЫ ЗЕЛЕНЕЦКОЙ, БАРЕНЦЕВО МОРЕ	615
<i>Усыгина И. С., Иванова Н. С., Мещеряков Н. И., Ильин Г. В.</i>	

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
И ПРОИЗВОДСТВАМИ**

Разработка структуры системы беспроводного числового программного управления строительным 3D-принтером

Кулемин В. В., Кайченев А. В., Столянов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники, cul3min@yandex.ru)

Аннотация. Разработана структура системы беспроводного числового программного управления прототипом строительного 3D-принтера, обеспечивающая стабильную связь и управление.

Abstract. The structure of a wireless numerical control system for a prototype of 3D printer for construction has been developed. It providing stable communication and control.

Ключевые слова: Wi-Fi, строительная 3D-печать, строительство, числовое программное управление

Key words: Wi-Fi, construction 3D printing, construction, computer numerical control

Строительная 3D-печать – одно из самых перспективных направлений в области возведения всевозможных сооружений. Ее применение принесет выгоды, основанные на уменьшении количества необходимого персонала, времени и сокращении затрат на материалы. Прототип строительного 3D-принтера состоит из трех составных частей: системы числового программного управления (СЧПУ), экструдера и масштабируемой конструкции. СЧПУ строительного 3D-принтера выдает управляющие воздействия на шаговые двигатели и нагревательные элементы, размещенные в экструдере и конструкции.

Разработанная система управления [1] шаговыми двигателями базируется на микроконтроллере ATmega2560 и использует для передачи данных отладочную плату ESP32, имеет подключаемый пульт с кнопками "Стоп/Прервать", "Пауза", "Возобновить" и "Закрытие двери". Устройство может управлять 4 биполярными шаговыми двигателями с напряжением до 45 В и током до 2,2 А и имеет выводы для подключения драйверов двигателей. Недостатками данного решения являются необходимость использовать вторую плату ESP32 для связи с персональным компьютером и невозможность подключить нагреватели без дополнительных модулей. Перенос управления на ESP32 позволит увеличить скорость беспроводной передачи, уменьшить количество компонентов и повысить общую надежность устройства. Поэтому в качестве управляющей платы была выбрана ESP32-WROOM-32. Использование микропроцессоров с Wi-Fi и их преимущество для создания информационно-управляющей системы описано [2; 3].

Структурная схема системы беспроводного числового программного управления (СБЧПУ) 3D-принтером (рисунок 1) включает себя: персональный компьютер, ESP32-WROOM-32, плату управления, подключаемые устройства (шаговые двигатели, концевые выключатели, энкодеры, нагревательный элемент, датчики температуры).

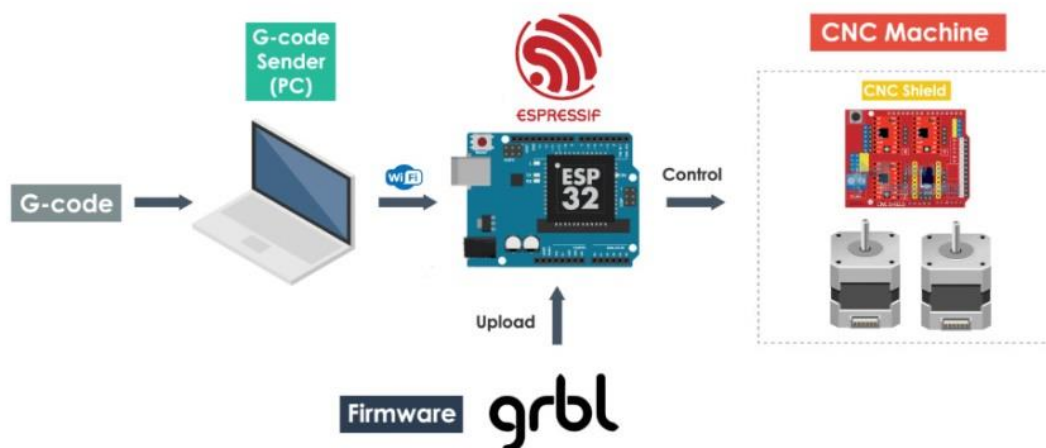


Рисунок 1 – Структурная схема СБЧПУ 3D-принтером

Беспроводная связь по Wi-Fi позволяет подключаться к устройству в зоне действия сигнала сети. Такая система удобна в использовании на мобильных устройствах. Создание защищенной Wi-Fi сети является крайне важным для защиты конфиденциальной информации от посторонних лиц. Wi-Fi сеть без защиты может быть легко скомпрометирована, и хакер может получить доступ к важным данным. Для обеспечения безопасности Wi-Fi сети, через которую подключается 3D-принтер, в схему подключения добавляется маршрутизатор (роутер). Существует несколько протоколов безопасности Wi-Fi, наиболее надежными методами безопасности являются WPA2 и WPA3.

Коммуникационное оборудование создает локальную беспроводную сеть, которая может быть защищена паролем и другими механизмами безопасности (рисунок 2). Другими преимуществами данной системы являются: автоматический поиск и подключение веб-сервера, диагностика фильтрация трафика локальной сети.

На основе модернизированной структуры создана СБЧПУ прототипом строительного 3D-принтера (рисунок 3), безопасность которой будет проверена по разработанной методике [4].

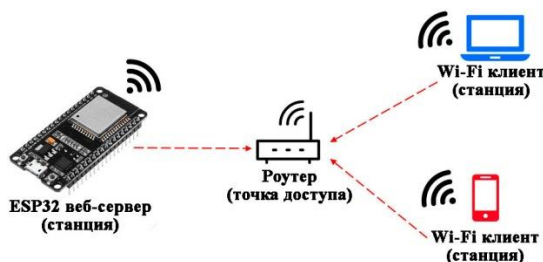


Рисунок 2 – Структурная схема подключения через маршрутизатор

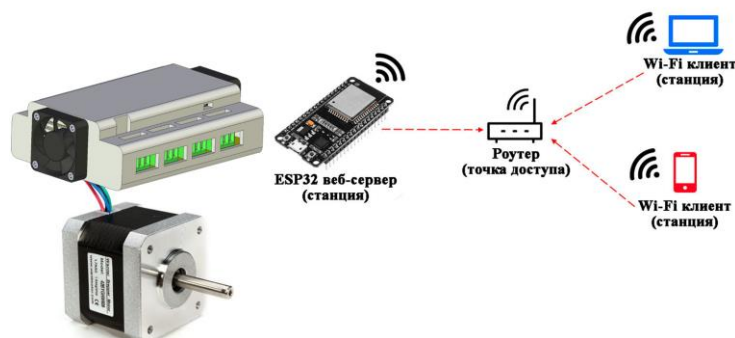


Рисунок 3 – Структурная схема системы беспроводного числового программного управления строительным 3D-принтером

Библиографический список

1. Кулемин В. В., Ерещенко В. В. Разработка универсального устройства управления производственными механизмами с беспроводной передачей данных // Наука и образование – 2021: мат. всеросс. науч.-практ. конф., Мурманск, 01 декабря 2021 года. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2022. С. 57–62. EDN: WXMCEA.
2. Кайченев А. В., Благовещенский И. Г. Комплексная модернизация систем управления процессами тепловой обработки водных биоресурсов Арктики с использованием интеллектуальных технологий. Курск : Университетская книга, 2022. 251 с. EDN: QCTQSF.
3. Селяков И. Ю., Ерещенко В. В., Кайченев А. В. Разработка и исследование беспроводного устройства ввода-вывода информации для имитационного моделирования технологических процессов // Наука и образование – 2021: мат. всеросс. науч.-практ. конф., Мурманск, 01 декабря 2021 года. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2022. С. 75–79. EDN: IVRIOC.
4. Разработка технологии оценки состояния промышленных систем на основе показателя безопасности и принятие решений целеустремленного поведения агента / А. А. Маслов [и др.] // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 4. С. 654–662. EDN: RRVITR.

Система автоматического управления двухкоординатным станком с управлением через протокол MQTT

Четвериков Д. А., Пономаренко Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматизируемой и вычислительной техники, *chetik02@yandex.ru*)

Аннотация. Разработана система автоматического управления (САУ) двухкоординатным станком с управлением через протокол MQTT.

Abstract. A two-axis machine control system with the MQTT protocol has been developed.

Ключевые слова: система автоматического управления, координатный станок, автоматизация технологических процессов, беспроводные технологии, программируемый логический контроллер

Key words: automatic control system, coordinate machine, automation of technological processes, wireless technologies, programmable logic controller

Применение беспроводных технологий в системах управления станками является важным этапом перехода в Индустрию 4.0.

Работа САУ двухкоординатным станком основана на беспроводном протоколе MQTT. В качестве брокера протокола MQTT применялся брокер Mosquitto [1; 2]. Управляющим устройством системы является программируемый логический контроллер (ПЛК) ПЛК210. Исполнительная часть двухкоординатного станка реализована на контроллере движения РМС-2НSP-485, драйвере движения MD5-ND-14-2X/3X и шаговых двигателях А50К-М566W-G10. Создана управляющая программа в интегрированной среде разработки Codesys 3.5. Структурная схема САУ двухкоординатного станка представлена на рисунке 1.

Ввод управляющих команд производится с устройства, поддерживающего работу с протоколом MQTT, и подключенному к той же информационной сети, что и САУ двухкоординатного станка [3]. ПЛК считывает команду, записанную в канал (topic) брокера. В соответствии со считанной командой, ПЛК записывает определенные значения в регистры контроллера движения. Обмен данными между контроллером движения и ПЛК реализован по протоколу ModbusRTU.

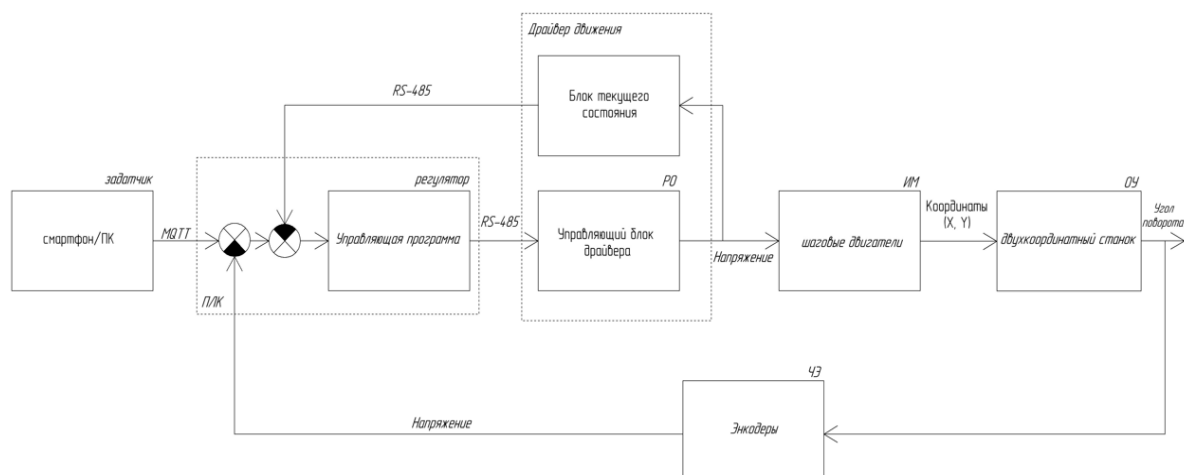


Рисунок 1 – Структурная схема САУ

Разработанная САУ может быть интересна использованием беспроводного протокола, благодаря этому появляется возможность дистанционного управления двухкоординатным станком с персонального компьютера или смартфона. Во время разработки САУ в открытых источниках аналогов данной работы замечено не было.

Библиографический список:

1. Sharmilah T. Development of temperature monitoring towards Industry 4.0 / T. Sharmilah [et al.] // AIP Conf. Proc. 2019. Vol. 2129, Issue 1. 020034. DOI:10.1063/1.5118042.
2. Tran M.-Q., Reliable Deep Learning and IoT-Based Monitoring System for Secure Computer Numerical Control Machines Against Cyber-Attacks With Experimental Verification / M.-Q. Tran [et al.] // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 23186–23197. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3153471.
3. Xie L., Xie B., Qi Y. Research on remote intelligent monitoring system based on MQTT and LoRa communication for the five-axis NC machine tool // 2022 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS), Dalian, China. 2022. P. 1462–1466. DOI: 10.1109/TOCS56154.2022.10016059.

Исследование систем управления параметрами жилых помещений на основе IoT-систем с открытой лицензией

Плотников О. П., Пономаренко Д. А., Столянов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, *plotnikovop0605@gmail.com*)

Аннотация. Интернет вещей – концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

Abstract. The Internet of Things is the concept of a data transmission network between physical objects equipped with built-in tools and technologies for interacting with each other or with the external environment.

Ключевые слова: интернет вещей, умный дом, протокол MQTT, открытая лицензия
Key words: Internet of things, smart home, MQTT protocol, open license

Актуальная задача – это определить вектор развития и новшеств в сфере развития IoT для возможности адаптации учебного процесса и работ к современным реалиям.

В рамках работы исследованы системы управления параметрами жилых помещений на основе IoT-систем с открытой лицензией:

1. Собрана необходимая для моделирования IoT-систем информация.
2. Разработан лабораторный стенд для исследовать системы управления параметрами жилых помещений.
3. Проанализированы существующие работы по тематике статьи.

В патенте "Система дистанционного управления инженерными системами жилого здания" описано изобретение, относящееся к системам управления жилого здания [1]. Система дистанционного управления инженерными системами жилого здания. Разработка хоть и является системой управления параметрами жилых помещений, но подходит для целого здания.

Патент "Система автоматизации помещений (варианты)" [2]. Техническое решение относится к автоматическим системам управления, в частности к системам автоматизации жилых и нежилых помещений, позволяющим дистанционно, в том числе через сеть Интернет.

Объект исследования – IoT-системы с открытой лицензией. Проведен поиск IoT решений, анализ трендов развития. Для анализа и моделирования выбраны такие системы умного дома как: OpenHUB3, Home Assistant, ioBroker, MajorDomo, HomeBridge, Domoticz, Misterhouse.

Смоделирована работа IoT-системы. В процессе моделирования:

- разработан стенд на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 4 Model;
- запущен IoT-проект с открытой лицензией openHAB 3;
- для подключения устройств установлен и настроен программный пакет Mosquitto MQTT, работающий по протоколу MQTT, разработан алгоритм работы установки.

В рамках исследования были проанализированы IoT-системы, выявлены перспективы развития в сфере систем умного дома.

1) OpenHub – open Home Automation Bus программа, написанная на языке java для создания сети устройств умного дома с открытой лицензией eclipse [3].

2) Home assistans – программа для домашней автоматизации, написанная на языке Python [4].

3) ioBroker – это бесплатный, написанный на JavaScript, от широкого круга поставщиков проекта CCU.IO в 2014 году [5].

4) MajorDomo – программа для домашней автоматизации российского образца [6].

5) Homebridge – создан тысячами разработчиков плагинов, десятками основных участников [7].

6) Domoticz – программная система для управления умным домом с открытым исходным кодом написана на C++ [8].

На основе приведенного анализа и изучения систем на разработанном стенде можно сделать выводы, что основными тенденциями в сфере систем умного дома являются:

- веб-интерфейс;
- упрощенный "плиточный" визуальный интерфейс;
- подключаемые программные модули и библиотеки.

В рамках исследования были выполнены следующие действия:

– проведен поиск и обработка информации на тему систем управления параметрами жилых помещений на основе IoT-систем с открытой лицензией. В результате чего стало возможно выявить основные направления развития IoT систем

– произведены работы по моделированию и изготовлению лабораторного стенда для реализации возможностей IoT-систем и проверки их функционала.

Библиографический список:

1. Патент RU 2621770 C1 Российская Федерация, МПК G05D 23/19, G05B 15/00, G05B 17/00, G05B 19/00. Система дистанционного управления инженерными системами жилого здания / И. С. Полищук, А. А. Беспрозванный; заявитель и патентообладатель: ЗАО "Строительно-монтажное управление N3". № 2016119144; заявл. 18.05.2016; опубл. 07.06.2017, Бюл. № 16. 27 с. EDN: HQNQJA.
2. Патент RU 184073 C1 Российская Федерация, МПК G05D 15/00. – Система автоматизации помещений (варианты) / А. И. Алексеев, Д. Р. Осипов; заявитель и патентообладатель: Алексеев А. И. № 2017113502; заявл. 18.04.2017; опубл. 15.10.2018, Бюл. № 29. 6 с. EDN: ZQSCPC.
3. OpenHab. 2021. URL: <https://www.openhab.org/> (дата обращения: 1.12.2023).
4. Home-assistant. 2021. URL: <https://www.home-assistant.io/> (дата обращения: 1.12.2023).
5. IoBroker. 2014. URL: <https://www.iobroker.net/> (дата обращения: 1.12.2023).
6. MajorDomo. 2012. URL: <https://mjdm.ru/> (дата обращения: 1.12.2023).
7. Misterhouse. 1998. URL: <https://misterhouse.sourceforge.net/> (дата обращения: 1.12.2023).
8. Domoticz. 2012. URL: <https://www.domoticz.com/> (дата обращения: 1.12.2023).

Программно-аппаратный комплекс имитационного моделирования для релейных систем автоматического управления

Канделябров Е. С., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматизирующей и вычислительной техники, *kandelyabrovefim@yandex.ru*)

Аннотация. Создан лабораторный стенд для управления релейной системой автоматического управления с использованием беспроводных технологий.

Abstract. A laboratory stand has been created to control an automatic control relay system using wireless technologies.

Ключевые слова: релейные системы, автоматизация технологических процессов, имитационное моделирование, беспроводные технологии

Key words: relay systems, automation of technological processes, simulation modeling, wireless technologies

Создание лабораторных стендов и лабораторных работ является одним из этапов повышения полезнейших вкладов в развитие уровня практического освоения и мастерства будущих инженеров [1–3].

Лабораторный стенд управления релейной системой работает с использованием беспроводных технологий [4–8]. В проекте использовались отладочная плата NodeMCU с микропроцессором ESP8266 в роли Wi-Fi модуля, из-за недостаточного количества аналоговых входов у ESP8266 была использована отладочная плата Arduino Nano с микропроцессором ATmega328p, которая управляла восьмиканальным модулем реле SRD-24VDC-SL-C. Создана визуализация и написан программный код в среде разработки кроссплатформенных приложений RAD Studio 10.4 [9]. Собранный стенд (рисунок 1) представляет собой печатную плату, а также блок питания и модуль реле, размещенные на одной платформе.

В данном стенде реализовано устройство ввода с релейной схемы. Концепция работы устройства: вход контроллера может находиться в трех состояниях: релейная система управления присылает землю, присылает 24 Вольт, и выход не подключен. Были подобраны номиналы резисторов, которые давали нам промежуточные значения около 3–3,5 Вольт на входе контроллера при 24 Вольт от реле. Сигнал земли соответствует нулю на входе. В третьем состоянии, когда реле к контроллеру не подключено, промежуточные значения около 0,5 Вольт.

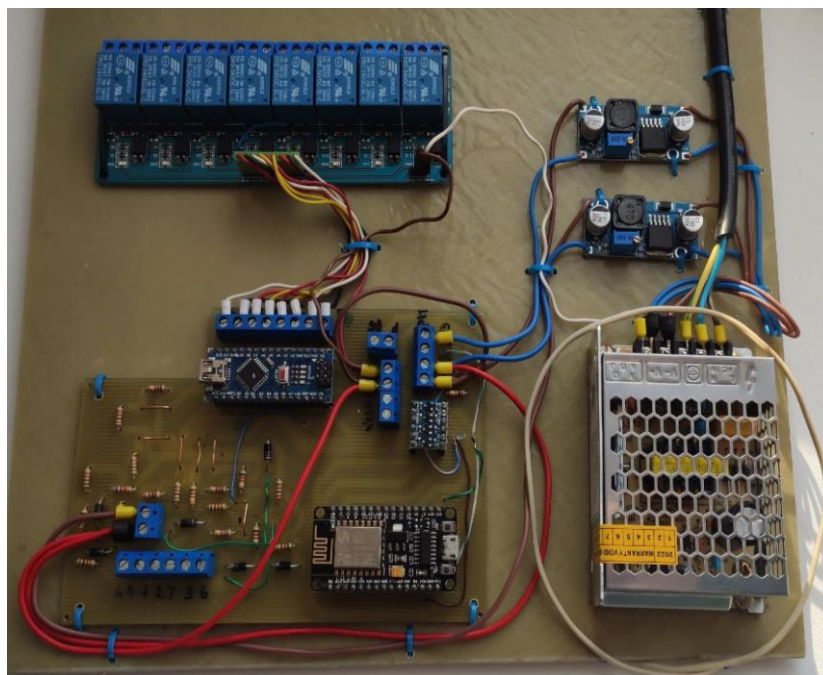


Рисунок 1 – Собранный лабораторный стенд

Разработанный стенд может быть интересен использованием беспроводных технологий во время выполнения лабораторной работы, т.к. проект разработан с возможностью дистанционного управления с персонального компьютера или смартфона. Во время разработки стенда в открытых источниках аналогов данной работы замечено не было.

Библиографический список:

1. Ардуино + ESP8266 как точка доступа Wi-Fi / RemoteXY. URL: <https://remotexy.com/ru/help/start/arduino-esp8266-ss>.
2. Чуфырев А. Е. Беспроводное управление механическими устройствами // ИТ Арктика. Сыктывкар : ГАУ РК ЦИТ, 2017. EDN: ХОРКИХ.
3. Моисеев Д. Н. Беспроводной контроль научного оборудования и мониторинг датчиков по Wi-Fi с помощью модуля ESP8266 // Автоматика и программная инженерия. Новосибирск : ПАО "Новосибирский институт программных систем", 2018. EDN: UOPSWK.
4. Гаврилова И. В. Имитационное моделирование. Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. 104 с. EDN: WTYWYD.
5. Имитационное моделирование релейных систем регулирования скорости конвейера / Реутов А. А., Аверченков В. И., Рытов М. Ю., Федоров В. П. // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. БАУМАНА. Серия: Приборостроение. М., 2019. EDN: ZHEOУН. DOI: 10.18698/0236-3933-2019-2-76-90.

6. Незванов А. И., Жаров Е. Д. Разработка системы поддержания температуры в жилом помещении // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. EDN: RGGKEF. DOI: 10.17212/2307-6879-2019-3-4-122-138.
7. SP8266+Arduino+OpenWRT: проект температурного логгера на датчиках DHT11 и DS18B20, пошаговое руководство / CountZero. URL: https://count-zero.ru/2018/esp8266_arduino/.
8. Пронин Е. Ю., Грядунов И. М. Умная система освещения здания // сборник статей LIII Международной научно-практической конференции "WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS", Пенза, 30 апреля 2021 г. С. 58–61. EDN: CXQJTT.
9. Rad Studio 10.4 / Embarcadero. URL: <https://www.embarcadero.com/ru/products/rad-studio.html>.

Программно-аппаратный комплекс имитационного моделирования объектов для цифровых систем автоматического моделирования

Шарапов Е. М., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, selyakov@list.ru)

Аннотация. Рассмотрена разработка имитационной модели резервуара с жидкостью для обучения студентов.

Abstract. The development of a reservoir with liquid simulation model for teaching students is considered.

Ключевые слова: имитационное моделирование, беспроводная передача сигналов, программируемый логический контроллер, микроконтроллер Arduino

Key words: simulation modeling, wireless signal transmission, programmable logic controller, Arduino microcontroller

Проект предусматривает беспроводную передачу (ввод и вывод) дискретного и аналогового сигналов между программируемым логическим контроллером и любым Android устройством [1–3]. Через точку доступа Wi-Fi передается информация из устройства, подключенного к этой же сети. Внешний вид комплекса изображен на рисунке 1.

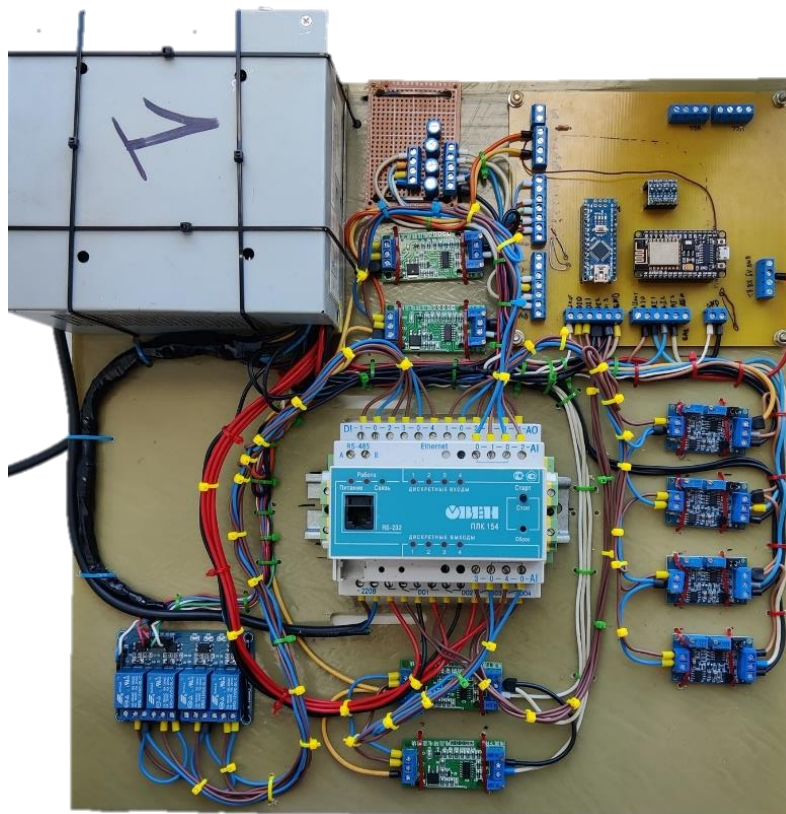


Рисунок 1 – Внешний вид программно-аппаратного комплекса

Пользователь через мобильное приложение управляет имитационной моделью, отправляя данные на микроконтроллер Arduino Nano. Полученная информация, отображается на экране смартфона пользователя, что упрощает процесс взаимодействия студента с программируемым логическим контроллером и имитационной моделью [4–6].

В результате создания стенда достигнуты новые возможности для обучения студентов. Стенд позволяет студентам программировать параметры модельного объекта, путем изменения программы внутри ПЛК 154.

Библиографический список:

1. Чуфырев А. Е. Беспроводное управление механическими устройствами // ИТ Арктика. Сыктывкар: ГАУ РК ЦИТ, 2017. EDN: ХОРКІХ.
2. Организация удаленного управления для системы поддержки микроклимата в складских помещениях. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45149650> (дата обращения: 19.11.2023).
3. Создание приложения для передачи данных по Wi-Fi // MCUBlocks. 2019. URL: <http://dash.mcublocks.com/docs/tutorWiFi.html> (дата обращения: 26.11.2023).
4. Rad Studio 10.4 / Embarcadero. URL: <https://www.embarcadero.com/ru/products/rad-studio.html> (дата обращения: 26.11.2023).
5. Юрков Д. А., Попова Е. А., Орехов М. С. Разработка имитационной модели электронасоса на микроконтроллере Arduino UNO и интеграция с промышленным контроллером ОБЕН ПЛК 110-32 // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2019. Т. 1. С. 99–103. EDN: HZIHNG.
6. Enkov S., Mihajlov T. Development of an Arduino-based PLC with GUI // Научни трудове на Съюза на учените – Пловдив. Серия В: Техника и технологии. 2016. Т. 13. С. 137–140.

Итоги разработки и исследования цифрового двойника лабораторного стенда "АСР частоты вращения двигателя постоянного тока"

Емашев М. О., Кайченев А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, jademax51@gmail.com)

Аннотация. В статье рассматривается проектное решение по созданию цифрового двойника "АСР частоты вращения ДПТ", проведены эксперименты моделирования и в реальном времени с подключением к лабораторному стенду

Abstract. The paper deals with the design solution for creating a digital twin of "АСР DC motor speed", the experiments of modeling and in real time with connection to the laboratory bench are carried out time with connection to the laboratory bench.

Ключевые слова: цифровой двойник, имитационное моделирование, образование, двигатель постоянного тока, лабораторный стенд

Key words: digital twin simulation modeling, education, DC motor, laboratory bench

Цифровой двойник предназначен для обучения теории автоматического управления с целью приобретения компетенций по исследованию и настройке систем автоматического регулирования.

Объектом цифрового двойника является лабораторный стенд "АСР частоты вращения двигателя постоянного тока", внешний вид которого представлен на рисунке 1. Так же на рисунке 1 представлен цифровой двойник "АСР частоты вращения ДПТ" двойник. Данный лабораторный стенд позволяет проводить серию лабораторных работ по дисциплине "Теория автоматического управления" [1–3].

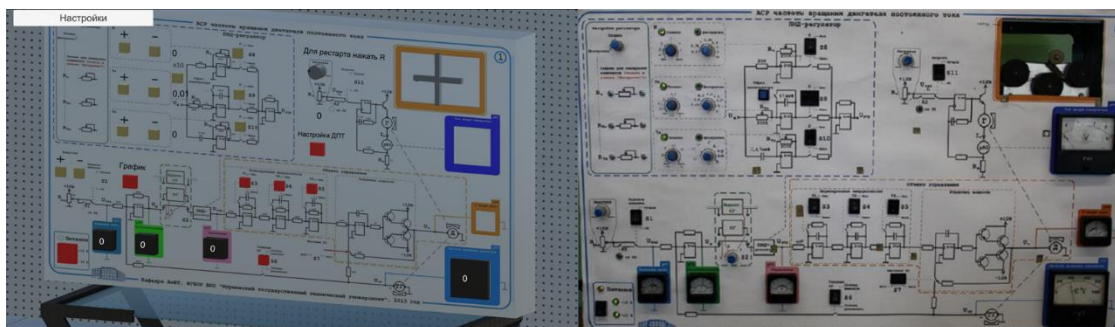


Рисунок 1 – Лабораторный стенд и цифровой двойник "АСР частоты вращения ДПТ"

Пользовательский интерфейс цифрового двойника представлен на рисунке 2.

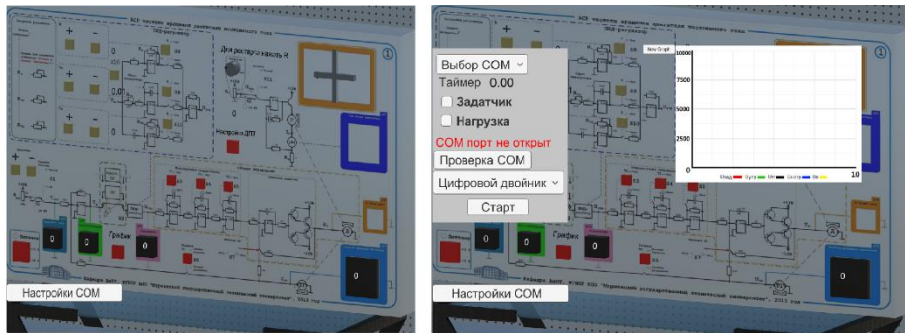


Рисунок 2 – Пользовательский интерфейс цифрового двойника

Цифровой двойник позволяет моделировать процессы в лабораторном стенде "АСР частоты вращения двигателя постоянного тока" и осуществлять двухстороннюю информационную связь в реальном времени. Полученные данные сохраняются в файл в формате CSV.

Моделирование двигателя постоянного тока представлено на рисунке 3.

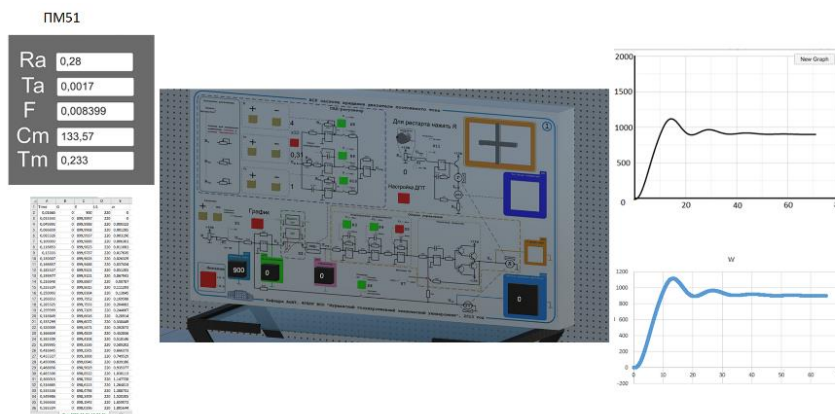


Рисунок 3 – Моделирование двигателя постоянного тока

Регистрация данных в реальном времени со стенда представлена на рисунке 4.

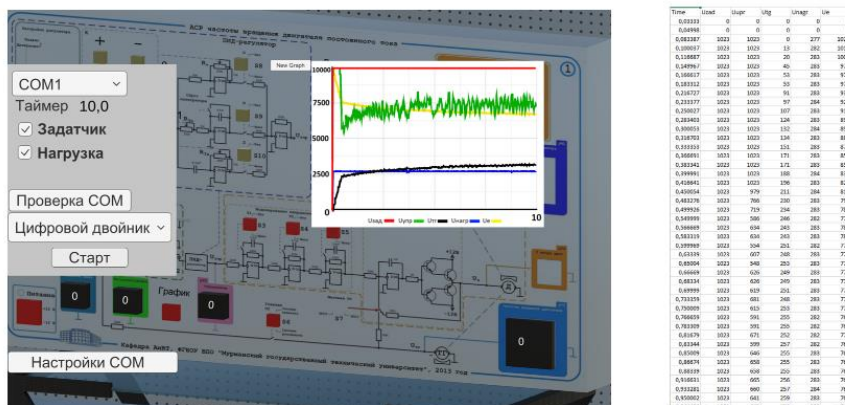


Рисунок 4 – Регистрация данных в реальном времени со стенда

Заключение.

Разработан и исследован цифровой двойник лабораторного стенда "АСР частоты вращения ДПТ". В перспективе можно использовать на смартфонах и планшетах пользователей.

Модернизация пользовательского обеспечения цифрового двойника позволит реализовать способы управления с применением корректирующих устройств и адаптивных систем управления.

Библиографический список:

1. Емашев М. О., Жук А. А. Разработка учебного стенда для лаборатории университета с применением технологий виртуальной реальности // Наука и образование – 2021: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1 декабря 2021 года. Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2022. С. 14–17. EDN: ZKNHRM.
2. Свидетельство № 2021666617. Имитационная модель виртуального лабораторного стенда "Система автоматического регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока": программа для ЭВМ / М. О. Емашев, А. А. Жук; правообладатель ФГАОУ ВО "МГТУ". № 2021665912: заявл. 11.10.2021 : опубл. 18.10.2021. EDN: HZZJAQ.
3. Лабораторный стенд "Автоматическая система регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока". Программные и аппаратные средства / А. А. Маслов [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. научных трудов XI-ой Международной научно-практической конференции: в 4-х томах, Курск, 19–21 марта 2014 года. Т. 2. Курск: ЗАО "Университетская книга", 2014. С. 154–158. EDN: SZMCMR.

История развития и применение IoT (Интернета вещей) в промышленности

Малютин Д. И., Кайченев А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, kaychenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной статье произведен общий обзор на хронологию развития, особенности и возможности применения технологии Интернета вещей в сфере промышленности, представлено определение и обозначены преимущества использования Интернета вещей на предприятиях.

Abstract. This article provides a general overview of the chronology of development, features and possibilities of using the Internet of Things technology in industry, provides a definition and outlines the advantages of using the Internet of Things in enterprises.

Ключевые слова: интернет вещей в промышленности, автоматизация на предприятии, Индустрия 4.0, развитие IoT, RFID, Интернет-устройство

Key words: internet of Things in industry, enterprise automation, Industry 4.0, IoT development, RFID, Internet device

Целесообразность и актуальность данного общего обзора хронологии развития и возможности применения технологии Интернета вещей или Internet of Things (IoT) в сфере промышленности определяется ее нахождением в основе концепции "Индустрия 4.0", процессы протекания которой мы наблюдаем в XXI веке. Ее основной целью является переход к новым способам производства – контроль производства в режиме реального времени и максимально тесная взаимосвязь технологических и бизнес-процессов.

Сперва, чтобы лучше представить, каким образом применение концепции вычислительной сети физических объектов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1], другими словами, Интернета вещей, может способствовать промышленности, предлагается последовательно рассмотреть истоки данной совокупности технологий.

Неофициально история IoT отсчитывается от 1982 года с обычного вендингового аппарата Coca-Cola на третьем этаже в университете Карнеги-Меллон. Поскольку запасы бутылок истощались быстро, было решено установить в автомате датчики, передающие данные о наличии и темпера-

туре бутылок газировки университетскому мейнфрейму PDP-10. Таким образом сэкономилось время на путь из аудитории к аппарату [2]. Однако данное решение не вышло за рамки университета.

Официальное же возникновение Интернета вещей отмечается 1990 годом, когда один из разработчиков всемирно известного протокола TCP/IP Джон Ромки презентовал на выставке технологий Interop кухонный тостер, способный выполнять свои функции через удаленный доступ при помощи команд Get и Set, то есть без непосредственного физического контакта человека с устройством. Этот тостер считается первой "интернет-вещью".

Формально словосочетание "Интернет вещей" было предложено через 9 лет исследователем Кевином Эштоном в качестве предложения оптимизации производства при использовании RFID для автоматического сбора и обработки данных для компании Procter&Gamble в 1999 году [2]. Несмотря на то, что его идея подключения устройств на основе RFID отличается от сегодняшнего IoT на основе IP, прорыв Эштона сыграл важную роль в истории Интернета вещей и технологическом развитии в целом. До 2010 года RFID преимущественно применялась в торговле для дистанционного учета продукции и контроля над ними посредством радиосигнала.

Далее, благодаря развитию беспроводных технологий, облачных вычислений, снижению стоимости производства микросхем, развитию технологий межмашинного взаимодействия, активному переходу на IPv6 и повсеместной глобализации, человечество начинает чаще обращаться к концепции IoT. Также переломным моментом отмечается 2009 год, характеризующийся переходом от "Интернета людей" к "Интернету вещей". Специалисты Cisco IBSG заявили, что *понятие* Internet of Things превратилось в *явление*, т.к. количество подключенных к глобальной сети устройств превзошло население Земли и продолжает стремительно расти [1]. На сегодняшний день насчитывается более 15 млрд различных активных "интернет-устройств" [3].

Наиболее перспективным применением Интернета вещей представляется промышленность, где данная технология способна автоматизировать процессы и снизить трудозатраты, сократить объемы отходов, улучшить качество услуг, улучшить прогнозирование и предотвращение отказов оборудования, снизить себестоимость производства и логистики, повысить уровень безопасности и многое другое. Как результат, могут организовываться эффективные самооптимизирующиеся цепочки от поставщиков

до конечных потребителей, запускаться модели совместного использования, а задачи по управлению и принятию решению могут быть переданы интеллектуальным системам [4].

Применение Интернета вещей в промышленности, как правило, характеризуется увеличением объемов данных по всей цепочке производственных процессов, обработкой этих данных при помощи больших вычислительных мощностей, включая облачные вычисления, развитыми сетевыми средствами, системами интеллектуальных оценок и принятия решений, средствами виртуальной реальности [5]. Такая новая инфраструктура в промышленности может внедряться как "с нуля", так и на действующих предприятиях.

На данный момент уже отмечаются признаки последовательного перехода к применению Интернета вещей, в результате чего повышается производительность труда и рост ВВП, оказывая значительное влияние на экономику. В России это направление рассматривается на самом высоком уровне и уже определено как одно из стратегических в развитии экономики.

Библиографический список:

1. Зараменских Е. П., Артемьев И. Е. Интернет вещей. Исследования и область применения. М. : НИЦ ИНФРА-М, 2023. 188 с.
2. Кокунин П. А., Латыпов И. И., Латыпова Л. С. Введение в Интернет вещей. Казань : Издательство Казанского университета, 2022. 147 с.
3. Sinha S. State of IoT 2023 // IoT Analytics. URL: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices> (дата обращения: 25.11.2023).
4. Мелешко Ю. В. Промышленный интернет вещей. Минск : БНТУ, 2021. – 129 с. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/109805> (дата обращения: 25.11.2023).
5. Черепанов Н. В. Промышленный "Интернет вещей" на предприятии // Инновации и инвестиции. 2019. № 10. С. 151–154. EDN: YOMMLB.

К проблеме интеллектуального управления процессом холодной сушки гидробионтов

Лукин С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники, lukinsa2@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения интеллектуального управления в САУ малогабаритной сушильной установки.

Abstract. The possibility of using intelligent control in the ACS of a small-sized drying plant is considered in paper.

Ключевые слова: интеллектуальное управление, холодная сушка, гидробионты
Key words: intelligent control, cold drying, hydrobionts

В настоящее время рыбохозяйственная отрасль продолжает оставаться традиционной для Мурманской области, снабжая население вкусной и полезной продукцией, а также играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны [1].

Учитывая потребности и возможности населения, высокую актуальность имеют работы по совершенствованию процессов вылова и переработки рыбного сырья, особенно в части удешевления производства без потерь качества получаемого продукта.

Подобные работы проводятся в Мурманском арктическом университете, одним из результатов которых является разработанная малогабаритная установка для поиска оптимальных режимов сушки рыбы (УПОР-М). Данная установка предназначена для экспериментального сравнения различных способов и режимов обезвоживания рыбного сырья.

Одной из ключевых проблем при проведении экспериментов является необходимость в корректировке параметров управляющей системы (например, составляющих регуляторов, периодов ШИМ-сигналов и т. д.) при значительном изменении параметров режимов. Ручная корректировка требует предварительных расчетов и "холостых" запусков установки, что также влечет за собой затраты времени и иных ресурсов.

Другим источником проблем служит непосредственно сырье, точнее, различия в форме, толщине, жирности и т. д., иногда даже в пределах одной партии, что создает дополнительные трудности при моделировании

и управлении. Необходимо учитывать и необходимость в обеспечении переменных параметров процесса в ходе сушки для предотвращения образования обезвоженного слоя на поверхности сырья и деформации продукта.

Для решения обозначенных проблем предполагается задействовать в составе системы управления установкой элементы интеллектуального управления.

С философской точки зрения нельзя ставить знак равенства между интеллектом человека и тем, что подразумевается под интеллектуальным управлением. Так, под интеллектом следует подразумевать как возможности объекта к мыслительной деятельности [2]. Электронно-вычислительная машина к полноценной мыслительной деятельности в силу своей архитектуры и строения не способна. С точки зрения научного сообщества на искусственный интеллект следует смотреть как на набор методов программирования для решения конкретных задач с использованием приемов, характерных для человеческого мышления [3; 4].

В качестве примера можно привести использование нечеткой логики, т. е. логики, опирающейся не на конкретные высказывания (логическая "1" или логический "0"), а на множество высказываний, располагающихся в определенной области (частично логическая "единица" и частично логический "ноль"). Для управления также вводятся условия и оценка принадлежности текущих параметров процесса к введенным условиям.

К числу преимуществ системы, построенной на принципах нечеткой логики, можно отнести достаточную для большинства реальных процессов точность при различных внешних условиях и относительную простоту реализации на программируемых логических контроллерах. Недостатками являются сложность определения и математического описания условий, необходимость в расчетах относительно большого числа параметров.

Другим примером реализации интеллектуального управления являются системы с управлением на основе искусственных нейронных сетей, имитирующих работу мозговых нейронов. Подобные системы способны к самообучению, однако требуют большого количества времени и исходных данных для предварительной тренировки, а также значительных вычислительных мощностей управляющей электронно-вычислительной машины в процессе работы.

С учетом текущей структуры установки для поиска оптимальных режимов сушки рыбного сырья [5] и выделенных особенностей различных

способов интеллектуального управления планируется в будущем осуществить проверку работоспособности обоих способов, реализовав управление на основе нечеткой логики на нижнем уровне иерархии системы управления (исполнительные устройства, сбор данных с датчиков, осуществление связи с внешними системами). Нейронные сети предпочтительнее использовать на верхнем уровне, в т. ч. для предварительных расчетов параметров процессов и регуляторов [6].

Таким образом, можно сделать вывод о возможности реализации интеллектуального управления САУ УПОР-М.

Библиографический список:

1. Васильев А. М. Народнохозяйственная эффективность функционирования рыбной отрасли Северного бассейна // Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 44–55. DOI 10.37663/0131-6184-2020-3-44-55. EDN: PTUDED.
2. Кельчевская Н. Р. Интеллектуализация управления как основа эффективного развития предприятия // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. 2002. № 2. С. 112–121. EDN: JUKJQF.
3. Волобуев А. В. Философские проблемы развития искусственного интеллекта // Философские проблемы развития искусственного интеллекта: коллективная монография / под ред. А. В. Волобуева, Н. А. Ореховской. ООО "Изд-во Прометей", 2019. С. 7–24. EDN: ZIXWAX.
4. Глуздов Д. В. Философия искусственного интеллекта и философия науки // Журнал философских исследований. 2021. Т. 7, № 1. С. 32–42. EDN: EBAUJY.
5. Ерещенко В. В., Благовещенский И. Г., Кайченев А. В. Управление процессом холодной сушки гидробионтов с применением технологии интернета вещей и тепловизионного анализа. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2023. 172 с. EDN: OVIKVK.
6. Кайченев А. В., Благовещенский И. Г. Комплексная модернизация систем управления процессами тепловой обработки водных биоресурсов Арктики с использованием интеллектуальных технологий. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2022. 251 с. EDN: QCTQSF.

Свободное программное обеспечение в подготовке специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств

Лейко Н. Н., Майорова О. В., Бучкова З. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский арктический университет", кафедра автоматики
и вычислительной техники, leykonn@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной работе авторы исследуют возможности применения свободного программного обеспечения в учебном процессе вуза.

Abstract. The paper investigates the applicability of free software in the educational process at the university.

Ключевые слова: свободное программное обеспечение, Python, Scilab

Key words: Free software, Python, Scilab

Требования к будущим специалистам по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" постоянно возрастают, прежде всего, к формированию технических и программных умений и навыков студентов. Все больше работодателей предъявляют спрос на значительное количество цифровых навыков, часто указывают, что необходимо знание языка программирования.

Для проведения занятий со студентами первых курсов в рамках учебных дисциплин "Информатика", "Информационные технологии" все шире применяется свободное программное обеспечение, в частности, язык программирования Python и пакет Scilab.

Python – универсальный, кроссплатформенный язык программирования высокого уровня с возможностью работы с множеством форматов данных (CSV, JSON, XML и др.), наличием большого количества библиотек и инструментария.

Scilab – математический пакет для инженерных и научных расчетов, оптимизации, визуализации, импорта, обработки, фильтрации, анализа данных. Поддерживает работу с различными форматами файлов (ТХТ, CSV, XLS). Является общедоступной альтернативой пакета Matlab.

В данной работе приведены примеры заданий для овладения навыками использования свободного программного обеспечения в практической деятельности в курсе обучения.

ПРИМЕР 1. В таблице 1 представлены данные, полученные в результате проведения исследования работы устройства. Методом наименьших квадратов подобрать зависимость $P = a_1 + a_2U + a_3U^2 + a_4U^3$.

Таблица 1 – Данные с результатами исследования

U	122	130	140	151	160	172	180	190	205	210	221	230	243
P	230	250	285	325	350	385	440	500	560	630	820	920	1250

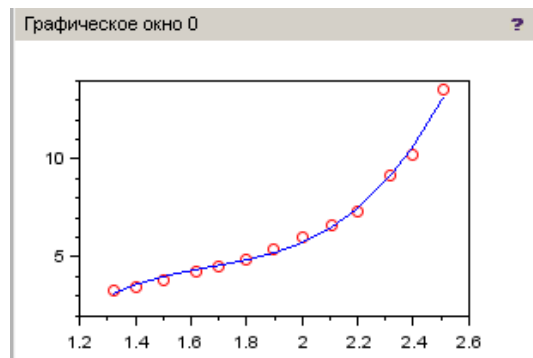
Для облегчения работы программы с большими числами, уменьшим пропорционально исходные данные (рисунок 1).

Решение (Scilab):

```
//Исходные данные
xi=[1.22 1.30 1.40 1.51 1.60 1.72 1.80 1.90 2.05 2.10 2.21 2.30 2.43];
//После трех точек нужен пробел или на второй строке начинать с пробела
yi=[2.30 2.50 2.85 3.25 3.50 3.85 4.40 5.00 5.60 6.30 8.20 9.20 12.50];
// Определим размеры данных
n=length(xi);
// Создадим матрицу X, где столбцы содержат значения xi и их степени
X=[ones(n, 1), xi, xi.^2, xi.^3];
// Вычислим вектор коэффициентов используя метод наименьших квадратов
coefficients=X\yi;
// Выводим найденные коэффициенты
disp(coefficients);
//
function [zr]=G(c,z)
zr=z(2)-c(1)-c(2)*z(1)-c(3)*z(1).^2-c(4)*z(1).^3
endfunction
//Формирование матрицы исходных данных
z=[xi,yi];
//Вектор начальных приближений
c=[0;0;0;0];
//Решение задачи
// Выводим найденные коэффициенты
[a,err]=datafit(G,z,c)
// Строим график экспериментальных данных и аналитической функции
clf;
plot(xi, yi, 'ro'); // 'ro' задает красные точки для экспериментальных данных
plot(xi, X*coefficients, 'b-'); // 'b-' задает синюю линию для аналитической функции
```

Результат:

```
a =
-38.597135
 75.772947
-47.001679
 10.062636
err =
0.1864748
```



Решение (Python):

```
import numpy as np
import scipy as sp
from pylab import *
from scipy.linalg import *
xi=np.array([1.22,1.30,1.40,1.51,1.60,1.72,1.80,1.90,2.05,2.10,2.21,2.30,2.43])
yi=np.array([2.30,2.50,2.85,3.25,3.50,3.85,4.40,5.00,5.60,6.30,8.20,9.20,12.50])
# Определение размера данных
n=len(xi)
# Создание матрицы X, где столбцы содержат значения xi и их степени
X=np.column_stack((np.ones(n), xi, xi**2, xi**3))
# Вычисление вектора коэффициентов используя метод наименьших квадратов
coefficients=np.linalg.lstsq(X, yi, rcond=None)[0]
# Вывод найденных коэффициентов
print(coefficients)
# Построение графика экспериментальных данных и аналитической функции
plt.plot(xi, yi, 'ro') # 'ro' задает красные точки для экспериментальных данных
plt.plot(xi, np.dot(X, coefficients), 'b-') # 'b-' задает синюю линию для аналитической функции
plt.show()
```

Результат:

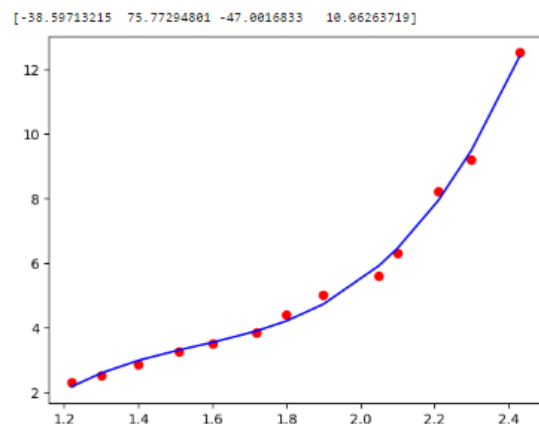


Рисунок 1 – Решение и результат в Scilab и Python для примера 1

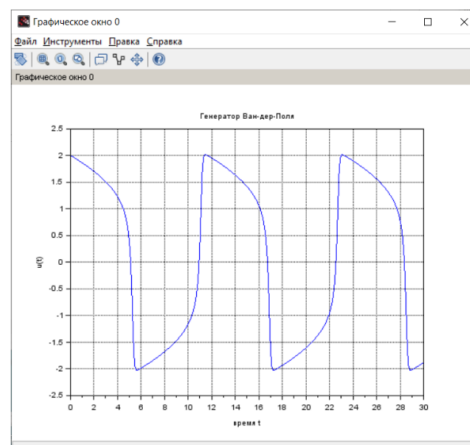
В ходе выполнения задания убедились в том, что применение разных программных средств (Scilab, Python) привело к одинаковым результатам.

ПРИМЕР 2. Построить кривую изменения напряжения во времени генератора Ван-дер-Поля (рисунок 2), если $\varepsilon = 5, t \in [0, 20]$, начальные условия $[2, 0]$. Математическая модель колебаний генератора описана в [1].

Решение (Scilab):

```
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:



Решение (Python):

```
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
def F(S, t):
    dudt=S[1]
    dvdt=S*(1-S[0]**2)*S[1]-S[0]
    return [dudt,dvdt]
y0=[2, 0]
t=np.linspace(0, 20, 100)
sol=odeint(F, y0, t)
plt.plot(t, sol[:, 0], 'b')
plt.xlabel('t')
plt.ylabel('U(t)')
plt.grid()
plt.show()
```

Результат:

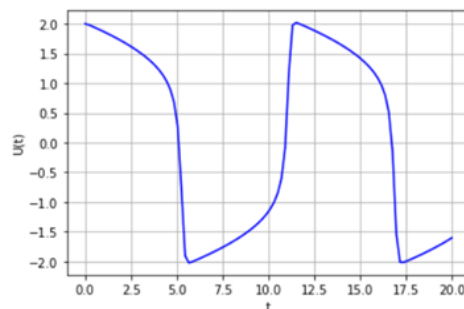


Рисунок 2 – Решение и результат в Scilab и Python для примера 2

Scilab и Python могут взаимодействовать с другими программами и языками, что делает их полезными в различных экосистемах и рабочих процессах. Например, они могут работать с базами данных, API веб-сервисов, файловыми форматами, что делает их предпочтительными инструментами для сложных научных задач, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств.

Библиографический список

1. Бучкова З. А. Открытое программное обеспечение как решение проблемы преподавания информатики в дистанционном формате // Наука и образование – 2020: материалы всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1 декабря 2020 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2021. С. 178–183. EDN: QVQSIC.

К вопросу проектирования цифровых устройств на основе программируемых логических интегральных схем в среде Linux с использованием свободного обеспечения

Ерещенко В. В., Столянов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, *ereshchenkovv2@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье приводится обзор кроссплатформенного свободного программного обеспечения для обучения студентов проектированию цифровых схем с использованием блоковых диаграмм и языков описания аппаратуры.

Abstract. The article reviews cross-platform free software for teaching students how to design digital circuits using block diagrams and hardware description languages.

Ключевые слова: цифровые схемы, программируемые логические схемы, языки описания аппаратуры

Key words: digital circuits, programmable logic circuits, hardware description languages

Разработка цифровых схем различного уровня сложности играет важную роль в создании инновационных устройств. По этой причине обучение студентов основам проектирования цифровых схем, специализирующихся в области цифровой электроники, является важной целью. Существуют разные способы формального описания цифровых схем: блоковые диаграммы, различные языки описания аппаратуры, таблицы истинности и графы состояний. В настоящее время существует множество профессиональных средств разработки. Для обучения студентов проектированию цифровых схем чаще всего используются программные средства, такие как Xilinx Vivado и Intel® Quartus® Prime. Данные программные средства представляют собой мощные среды для разработки цифровых схем на базе программируемых логических устройств (ПЛИС) и программируемых вентильных матриц (ПВМ). С их помощью можно проектировать, анализировать и симулировать цифровые схемы, а также проводить синтез и реализацию проектов.

Помимо коммерческих средств разработки, существует ряд открытых и свободно распространяемых инструментов, которые предлагают функциональность аналогичную проприетарным решениям и могут также использоваться для обучения студентов разработке цифровых схем. Среди таких решений стоит выделить несколько: Wokwi, Digitaljs, Logisim Evolution и Digital.

Wokwi [1] представляет собой онлайн-симулятор, что делает его легкодоступным и удобным для разработки цифровых схем непосредственно в браузере. Он позволяет создавать интерактивные прототипы устройств с использованием блоков, написанных на языке Verilog, а также других интерактивных компонентов, таких как кнопки, светодиоды и микроконтроллеры. Однако возможности этого средства сильно ограничены по сравнению с полноценными интегрированными средами разработки.

DigitalJS [2] представляет собой симулятор цифровых схем и предназначен для моделирования схем, синтезированных с помощью инструментов проектирования аппаратного обеспечения, таких как Yosys. Включает инструмент yosys2digitaljs, который преобразует выходные файлы Yosys в формат DigitalJS. Поддерживает интеграцию с Visual Studio Code. Для понимания работы схемы, описанной на языке Verilog, и работы синтезатора схем позволяет создать визуализацию на уровне регистровых передач (RTL – register-transfer level), которая генерируется по данному описанию.

Logisim-evolution [3] – программное обеспечение для создания, анализа и моделирования цифровых логических схем, является развитием инструмента Logisim, предоставляя дополнительные возможности и исправляя недостатки оригинальной версии. Logisim-evolution представляет собой визуальный редактор блочных диаграмм, позволяющий создавать собственные цифровые схемы, перетаскивая и соединяя элементы в удобном графическом интерфейсе. Имеет широкий набор различных компонентов, включая логические вентили, мультиплексоры, дешифраторы, регистры и другие. Функциональные возможности позволяют проверить работоспособность и правильность разработанных схем. Программа поддерживает экспорт схем в различные форматы, включая общие форматы файлов цифровой схемы, такие как HDL и Verilog. При наличии Questa Advanced Simulator позволяет в рамках одной схемы моделировать узлы, разработанные на языке HDL.

Программный продукт Digital [4] обладает функциональными возможностями аналогичными Logisim-evolution. Однако в отличие от последнего, позволяет моделировать узлы, разработанные не только на HDL, но и на языке Verilog. Для моделирования таких узлов используются компилятор Icarus Verilog и симулятор GHDL, которые являются программными продуктами с открытым исходным кодом. Это делает данное решение более привлекательным для использования в учебном процессе.

Каждый из рассмотренных инструментов имеет свои уникальные особенности и предназначен для решения определенного круга задач. Данные инструменты целесообразно использовать в учебном процессе. Они позволяют студентам соединить теоретические знания с практическими навыками создания цифровых схем, увидеть влияние различных факторов на работу устройств и научиться разрабатывать цифровые устройства без использования дорогостоящего оборудования или специализированных сред разработки [5].

Библиографический список:

1. Wokwi – Online ESP32, STM32, Arduino Simulator. URL: <https://wokwi.com/> (дата обращения: 01.12.2023).
2. Digitaljs: Teaching-focused digital circuit simulator. URL: <https://github.com/tilk/digitaljs> (дата обращения: 01.12.2023).
3. Logisim-evolution: Digital logic design tool and simulator. URL: <https://github.com/logisim-evolution/logisim-evolution> (дата обращения: 01.12.2023).
4. Digital: A digital logic designer and circuit simulator. URL: <https://github.com/hneemann/Digital> (дата обращения: 01.12.2023).
5. Столянов А. В., Ерещенко В. В. Модернизация лабораторной микропроцессорной системы. Реализация микропроцессора KP580BM80A на языке описания аппаратуры и его программной модели // Наука и образование в Арктическом регионе: материалы Международной научно-практической конференции, Мурманск, 22–24 мая 2019 года. Мурманск : Мурманский государственный технический университет, 2019. С. 36–42. – EDN: PQPJXR.

Исследование теплового комфорта в модельном объекте с использованием метода опроса

Потапов Н. С. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, potapovns@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Проведен опрос по тепловому комфорту внутри модельного объекта и проанализированы его результаты в связке с измеренными показателями микроклимата.

Abstract. Thermal comfort survey inside the model object was conducted, the results were analyzed in relation to measured microclimate metrics.

Ключевые слова: тепловой комфорт, опрос, нечеткая логика, зеленое строительство, микроклимат, измерительные системы

Key words: thermal comfort, survey, fuzzy logic, green building, microclimate, measurement systems

Под тепловым комфортом принято считать субъективно оцениваемое психофизическое состояние человека, выражающее удовлетворенность окружающей средой. Он определяется микроклиматическими параметрами (температура, влажность, содержание CO₂), которые оказывают влияние на когнитивные и физические способности человека. Обеспечение теплового комфорта является одной из ключевых задач при проектировании объектов зеленого строительства и их систем регулирования.

Существует множество способов описания теплового комфорта, каждый из которых закреплен международным стандартом. Сюда можно отнести расчет прогнозируемой средней оценки PMV¹ и расчет по шкалам субъективной оценки². Оба способа подразумевают использование метода опроса – широко распространенной формы контактной работы с целевой группой. Он дает возможность получить необходимые субъективные данные для расчета показателей теплового комфорта. Многие публикации по микроклимату [1; 2] ссылаются на метод опроса как на ключевой этап исследования.

¹ ГОСТ Р ИСО 7730–2009. Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта. М., 2011. С. 2–3.

² ГОСТ Р ИСО 10551-2007. Эргономика тепловой окружающей среды. Определение влияния тепловой окружающей среды с использованием шкал субъективной оценки. М., 2008. С. 3–5.

В рамках проекта зеленого строительства Green Arctic Building была проведена серия экспериментов, направленная на апробацию методик оценки теплового комфорта. Внутри срубной части модельного объекта, расположенного на территории Мурманского арктического университета, было проведено три тестовых занятия 3 марта, 4 марта и 30 октября 2023 года. В начале и конце каждого из занятий студенты проходили онлайн-опрос, где они оценивали свои ощущения по температуре, влажности, общему комфорту и т. д. Результаты опроса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опросов по тепловому комфорту

	Температура	Влажность	Проветриваемость	Степень комфорта	Предпочтения по температуре	Переносимость	Доля довольных
Март 3	1,44 (тепло)	0,0 (нормально)	-0,67 (немного душно)	1,05 (в целом комфортно)	0,11 (без изменений)	0,11 (можно вполне переносить)	0,94
Март 4	0,5 (немного тепло)	-0,5 (немного сухо)	-0,66 (немного душно)	0,78 (в целом комфортно)	-0,03 (без изменений)	0,28 (можно вполне переносить)	0,935
Октябрь 30	1,19 (немного тепло)	-1,33 (сухо)	-1,57 (душно)	-0,38 (немного некомфортно)	-0,19 (чуть теплее)	1,04 (немного тяжело переносить)	0,619

Полученные данные были сопоставлены с показаниями, полученными с измерительной системы объекта в момент прохождения тестирования. Далее был произведен расчет по трем методам: по стандарту ISO 7730, по эмпирической модели Рольса [3] и по модификации модели Рольса для большего диапазона коэффициентов термоизоляции [4]. Результаты расчета приведены в таблице 2 вместе с фактическими результатами опроса.

Таблица 2 – Расчет показателей теплового комфорта

	PMV				PPD			
	ISO	Рольс-А	Рольс-Б	Факт	ISO	Рольс-А	Рольс-Б	Факт
Март 3	-0,61	н/д	-0,06	1,44	18,76	85,75	10,76	5,55
Март 4	-1,55	-1,67	-0,41	0,5	50,18	96,59	39,02	9,37
Октябрь 30	-0,83	-1,03	-0,03	1,19	29,1	100	13,95	38,09

Из результатов эксперимента видно, что испытуемые дали более высокую оценку по тепловому комфорту, чем ожидалось по расчетам PMV. При этом значения, полученные через модель Рольс-Б, оказались ближе по величине к реальным оценкам. В то же время наблюдается больший процент недовольных в эксперименте 30 октября (ввиду высокого содержания CO₂ в момент анкетирования).

На данный момент сложно оценить адекватность рассмотренных методов ввиду небольшого числа проведенных экспериментов и ограниченного числа испытуемых. Рассмотренные методы рассчитаны на оценку больших групп людей, однако помещения модельного объекта могут вместить в себя сравнительно небольшие группы (10–12 человек). Также используемая методика опроса пока что не предусматривает защиты от случайного или преднамеренного искажения данных.

В дальнейшем планируется провести новую серию экспериментов с применением активного плана и исследованием влияния управляемых факторов (температуры, влажности и т. п.). Полученные результаты лягут в основу базовой модели нечеткой системы, обеспечивающей необходимый уровень теплового комфорта.

Библиографический список:

1. Thermal comfort assessment using human subjects / Danca P., Vartires A. // *Machines. Technologies. Materials.* 2015. Vol. 9, Issue 9. P. 20–23.
2. Modelling thermal comfort for tropics using fuzzy logic / H. Feriadi, W. N. Hien // *Proceedings of Building Simulation 2003: 8th Conference of IBPSA.* 2003. P. 323–330. DOI: 10.26868/25222708.2007.0323-330.
3. Rohles F. H. Thermal sensations of sedentary man in moderate temperatures. // *Hum Factors.* 1971. Vol. 13, Issue 6. P. 553–560. DOI: 10.1177/001872087101300606.
4. HVAC systems testing and check: A simplified model to predict thermal comfort conditions in moderate environments / C. Buratti, P. Ricciardi, M. Vergoni // *Applied Energy.* 2013. Vol. 104. P. 117–127. DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.11.015.

Интеллектуальные системы управления как вектор развития технических систем автоматизации производства

Кайченов А. В., Столянов А. В. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, kauchenovav@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье описаны возможные варианты применения интеллектуальных систем в рамках модернизации производства и научных исследований кафедры автоматики и вычислительной техники.

Abstract. The article describes possible applications of intelligent systems in the modernization of production and scientific research of the Department of Automation and Computer Engineering.

Ключевые слова: интеллектуальные системы управления, технических систем автоматизации производства, мягкие вычисления, нечеткая логика, искусственные нейронные сети

Key words: intelligent control systems, technical production automation systems, soft computing, fuzzy logic, artificial neural networks

Научная работа сотрудников кафедры автоматики и вычислительной техники Мурманского арктического университета в основном связана с совершенствованием систем автоматического управления технологическими процессами пищевых производств. С 2001 года подготовлены и защищены диссертационные работы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами" на стыке со специальностями "Процессы и аппараты пищевых производств" и "Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств". Научные положения по паспорту специальности "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами" отражали передовые разработки, методы и методологию по автоматизации, цифровизации, оптимизации и адаптации производственных процессов [1–3]. Адаптивные системы управления реализовывались с использованием самонастраивающихся систем идентификации с наблюдателем, что позволяло корректировать управление технологическим процессом в условиях изменения состояния объекта.

Развитие теории мягких вычислений и вычислительных устройств позволяет управлять сложными и слабо структурированными объектами с применением нечетких систем, искусственных нейронных сетей, генети-

ческих алгоритмов. Традиционно данные методы управления относят к современным интеллектуальным технологиям [4].

Решение задач, связанных с моделированием сложных динамических систем, требовало значительных временных затрат на построение адекватной математической модели, а также вычислительных ресурсов от управляющего (моделирующего) устройства. Другим подходом, позволяющим решить данную задачу, является моделирование действий оператора сложной системы и использование его опыта в системе управления (моделирования). Реализация такого подхода связана с применением нечетких экспертных систем и не требует значительных вычислительных ресурсов от управляющего устройства.

Применение искусственных нейронных сетей для моделирования объекта управления и осуществления прогнозирования изменения технологического параметра в значительной мере расширяет возможности использовавшихся ранее наблюдателей.

Применение при управлении технологическими процессами адаптивной нейро-нечеткой системы вывода (ANFIS) позволяет получить универсальный регулятор, а также средство оценки качества проведения технологического процесса. Реализация подобных систем в настоящий момент сдерживается требованиями по вычислительным затратам и трудоемкостью обучения таких регуляторов в условиях реального производства.

Универсальным современным решением задач управления является применение гибридных методов, объединяющих классические методы управления (ПИД-регуляторы) и регуляторы, использующие в основе математического аппарата мягкие вычисления. Такая интеллектуальная система управления позволяет дополнить классический регулятор возможностями самонастройки, оценки качества регулирования параметров и управления производства в целом. Гибридные методы могут использоваться в создании многоуровневых систем управления с возможной коррекцией задающего воздействия для повышения качества управления.

Применение интеллектуальных систем управления при автоматизации производства является актуальным научным направлением и важным вектором развития технических систем. Практика использования данных систем зависима от количества и качества исследований на данную тему, что предопределяет актуализацию направлений исследований по специальности 2.3.3 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами".

Библиографический список

1. Кайченoв А. В., Благовещенский И. Г. Комплексная модернизация систем управления процессами тепловой обработки водных биоресурсов Арктики с использованием интеллектуальных технологий. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2022. 251 с. EDN: QCTQSF.
2. Разработка систем автоматизации технологических процессов переработки водных биологических ресурсов Арктики на основе интеллектуальных технологий / А. В. Кайченoв [и др.] // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности: Сборник научных докладов III Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 29 марта 2022 года. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2022. С. 138–141. EDN: VIWNBQ.
3. Ерещенко В. В., Благовещенский И. Г., Кайченoв А. В. Управление процессом холодной сушки гидробионтов с применением технологии интернета вещей и тепловизионного анализа. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2023. 172 с. EDN: OVIKVK.
4. Благовещенский И. Г. Методологические основы создания экспертных систем контроля и прогнозирования качества пищевой продукции с использованием интеллектуальных технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. 2018. 443 с. EDN: WDNRNZ.

Направления развития лабораторной базы кафедры автоматике и вычислительной техники по изучению технических средств автоматизации

Кайченов А. В., Яценко В. В., Висков А. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники, kaychenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описаны направления совершенствования программных и аппаратных средств, применяемых в учебном процессе кафедры автоматике и вычислительной техники.

Abstract. The article describes the directions of software and hardware improvement used in the educational process of the Department of Automation and Computer Engineering.

Ключевые слова: технические средства автоматизации, программируемые интегральные схемы, свободно программируемые устройства

Key words: automation equipment, programmable integrated circuits, programmable devices

Кафедра автоматике и вычислительной техники Мурманского арктического университета является выпускающей по направлению подготовки бакалавриата 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" и магистратуры 15.04.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Профессиональные компетенции, осваиваемые при обучении на данных направлениях подготовки, в значительной степени направлены на изучение технических средств автоматизации технологических процессов. Непрерывное совершенствование материально-технической базы кафедры является одной из приоритетных задач.

Одним из направлений совершенствования лабораторной базы является применение отечественных микропроцессорных регуляторов и свободно программируемых устройств. Такая работа ведется на кафедре с 2005 года и продолжается в настоящее время [1–4]. Участие кафедры в программе поддержки вузов компании "ОВЕН" существенно увеличило возможности по применению отечественных технических средств автоматизации в учебном процессе.

В 2023 году кафедра очередной раз приняла участие в программе поддержки вузов и получила возможность реализовать практические работы

по применению свободно программируемых устройств на современном приборе ОВЕН ПР205 (рисунок 1).

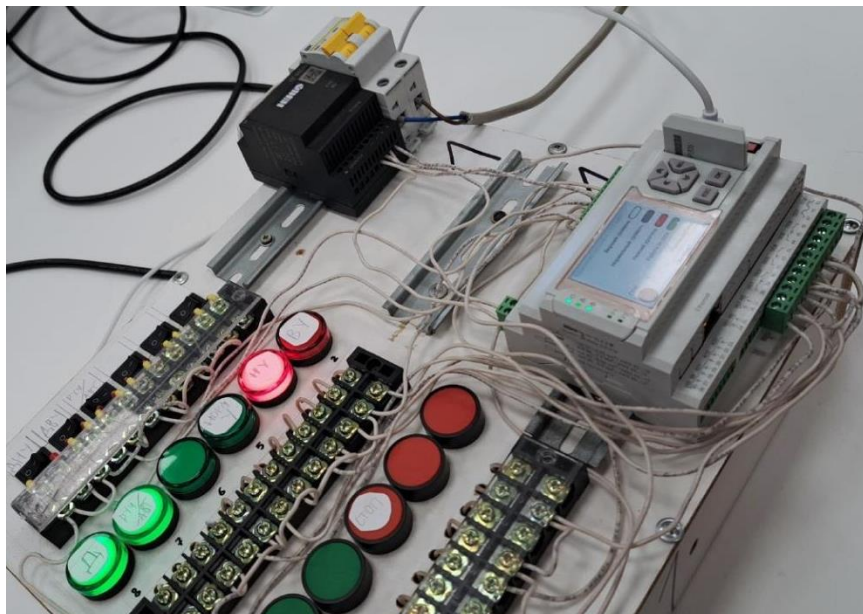


Рисунок 1 – Лабораторный стенд на базе ОВЕН ПР205

Вторым важным направлением совершенствования лабораторной базы кафедры является модернизация и разработка стендов с применением программируемых интегральных схем: микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). По данному направлению работа ведется по использованию в учебном процессе отладочных плат на основе микроконтроллеров (ATMEGA, ATSAM, ESP8266, ESP32) и ПЛИС Altera EP4CE6е.

Развитие направления модернизации лабораторных стендов, связанного с применением отечественных SCADA-систем, становится актуальной задачей в связи с уходом ряда зарубежных компаний с рынка программного обеспечения. Сотрудники кафедры с начала 2000-х годов в лабораторных работах применяют SCADA-системы TRACE MODE, MasterSCADA. Реализованы проекты по реализации функций SCADA-систем в специализированных программных пакетах (PascalSCADA и др.).

Рынок технических средств автоматизации является динамичным. Подготовка инженеров по автоматизации требует применения в учебном процессе новейших программных и аппаратных средств. Описанные направления совершенствования лабораторной базы не являются исчерпывающими, но в значительной мере определяют вектор развития кафедры по модернизации лабораторных работ, связанных с применением технических средств автоматизации.

Библиографический список

1. Системы автоматического удаленного контроля технологическими процессами на базе средств автоматизации "ОВЕН" / А. В. Кайченев [и др.] // Наука и образование – 2019: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 15 ноября 2019 года. Мурманск : Мурманский государственный технический университет, 2020. С. 19–22. – EDN: IMEQNF.
2. Разработка лабораторных стендов "Комплекс для разработки и отладки проектов АСУ ТП" на базе технических средств автоматизации "ОВЕН" / А. В. Кайченев [и др.] // Наука и образование – 2021: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 01 декабря 2021 года / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2022. С. 47–53. EDN: YEXOBJ.
3. Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Маслов А. А. Разработка системы автоматического управления для тренажера процесса стерилизации пищевых продуктов на базе технических средств автоматизации "ОВЕН" // Наука – производству: Материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 22–25 марта 2016 года / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2016. С. 60–64. EDN: WKRZQT.
4. Современные технические и программные средства "ОВЕН" в дипломном проектировании и научной работе кафедры автоматики и вычислительной техники / А. В. Кайченев, А. В. Власов, А. А. Маслов, А. Ю. Висков // Наука – производству: Материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 24–27 марта 2015 года / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2015. С. 27–31. EDN: VFYHGL.

Цифровой учебно-экспериментальный цех МАУ как этап создания "Цифровой фабрики будущего"

Кайченов А. В., Яценко В. В., Яроцкая А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский арктический университет", кафедра автоматике
и вычислительной техники, kaichenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описано возможное применение концепции "Фабрика будущего" к оборудованию, расположенному в учебно-экспериментальном цехе Мурманского арктического университета.

Abstract. The article describes the possible application of the concept of "Factory of the Future" to the equipment located in the educational and experimental workshop of Murmansk Arctic University.

Ключевые слова: фабрика будущего, учебно-экспериментальный цех, цифровые двойники изделий, переработка рыбного сырья, автоматизированное управление

Key words: factory of the future, educational and experimental workshop, digital product twins, processing of fish raw materials, automated control

Учебно-экспериментальный цех (УЭЦ) Мурманского арктического университета является уникальной площадкой по отработке технологий в пищевых системах и аквакультуре. В цехе расположены два участка (консервный и копильно-сушильный) и рыбоводный модуль с установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ). В консервном участке расположены промышленные автоклавы Н2-ИТА 602 с системами автоматического управления ООО "РАС". В копильно-сушильном модуле находятся универсальная копильно-сушильная установка (УКСУ), сушильная установка и копильные камеры. В модулях помимо производственного оборудования находятся экспериментальные установки (автоклав АВК-30М, установка для поиска оптимальных режимов УПОР-М и другие). Такие установки позволяют разрабатывать и модернизировать системы автоматического управления технологическими процессами, а также подбирать режимы [1].

Цифровая промышленность существенно отличается от традиционной по ряду критериев. В частности, при создании новых продуктов основными этапами являются проектирование и моделирование. Программные и аппаратные средства систем автоматического управления оборудованием находятся в едином информационном пространстве.

Проектирование технологических установок, режимов и самих продуктов с применением информационных технологий позволяет значительно сократить время разработки. Цифровое моделирование технологических процессов снижает энергетические и сырьевые затраты при отработке режимов для новых продуктов. Интеграция систем автоматического управления оборудованием, находящимся в УЭЦ, в единую среду управления в значительной мере расширяет возможности по автоматизации производства рыбной продукции [2].

"Фабрика будущего", сочетающая в себе виртуальную, умную и цифровую фабрики, за счет применения промышленных цифровых технологий позволяет управлять жизненным циклом продукции, реализовать гибкое производство, создавать логистические цепочки сбыта продукции. В основе "фабрики будущего" лежат цифровые двойники и тени, применяемые при управлении на основе данных.

Создание цифровых двойников изделий (ЦДИ) в УЭЦ ведется сотрудниками кафедры автоматики и вычислительной техники Мурманского арктического университета [2; 3]. Цифровой двойник автоклава Н2-ИТА 602 находится в высокой степени готовности: создана адекватная численная математическая модель физических процессов, реализованы двусторонние информационные связи между системой автоматического управления и персональным компьютером, на котором выполняется моделирование. ЦДИ установки УПОР-М активно разрабатывается, в начальной стадии разработки находятся цифровые двойники УКСУ и УЗВ. Успешное завершение разработок ЦДИ приведет к созданию испытательных полигонов по отработке технологий производства рыбной продукции.

Следующим этапом создания цифровой фабрики будет реализация умной фабрики. Гибкое автоматизированное управление технологическим оборудованием учебно-экспериментального цеха Мурманского арктического университета за счет применения интеллектуальных датчиков и систем управления позволит повысить производительность фабрики и качество выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Кайченев А. В., Благовещенский И. Г. Комплексная модернизация систем управления процессами тепловой обработки водных биоресурсов

Арктики с использованием интеллектуальных технологий. Курск: ЗАО "Университетская книга", 2022. 251 с. EDN: QCTQSF.

2. Ерещенко В. В., Благовещенский И. Г., Кайченев А. В. Управление процессом холодной сушки гидробионтов с применением технологии интернета вещей и тепловизионного анализа. Курск : ЗАО "Университетская книга", 2023. 172 с. EDN: OVIKVK.

3. Столянов А. В., Кайченев А. В. Автоматизированная система научных исследований процессов стерилизации пищевых продуктов. – Курск : Изд-во ЗАО "Университетская книга", 2023. 138 с. EDN: ENLVOZ.

Исследование статических свойств автоматических систем регулирования

Селяков И. Ю., Столянов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, selyakov@list.ru)

Аннотация. В статье представлен альтернативный способ проведения лабораторных работ по исследованию статических режимов работы системы автоматического управления.

Abstract. The article presents an alternative way to conduct laboratory work to study the static operating modes of an automatic control system.

Ключевые слова: статический режим работы, статическая ошибка, аналитический метод определения коэффициентов передачи

Key words: static operating mode, static error, analytical method for determining transmission coefficients

В учебном процессе, в рамках дисциплины "Теория автоматического управления", есть ряд лабораторных работ посвященных исследованию статических режимов работы системы автоматического регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока. В данных лабораторных работах снимаются характеристики элементов системы, графическим методом определяются коэффициенты передачи в области рабочих точек, осуществляется статический расчет системы в области рабочей точки.

Программа MS Excel позволяет подобрать уравнение, описывающее статическую характеристику элементов. Имея уравнение статической характеристики можно аналитически определить коэффициент передачи в рабочей точке. Для этого необходимо взять производную от полученного в MS Excel уравнения, и подставить в расчет входное значение на элементе. На рисунке 1 представлена статическая характеристика элемента и уравнение, описывающее ее и подобранное в MS Excel методом наименьших квадратов.

Взяв производную от полученного уравнения, можно получить график изменения коэффициента передачи элемента, представленный на рисунке 2.

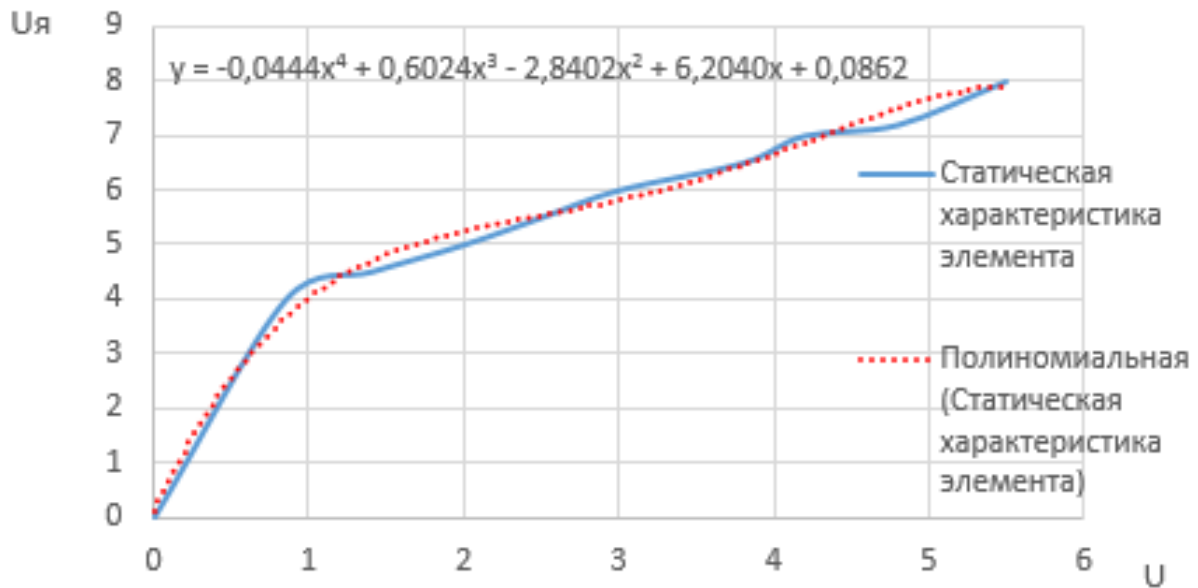


Рисунок 1 – Статическая характеристика элемента

Построив графики изменения коэффициентов передачи всех элементов системы, можно построить график изменения коэффициента передачи разомкнутой системы [1], представленный на рисунке 3. Так же можно построить график изменения статической ошибки по задающему воздействию (рисунок 4), рассчитанный по следующей формуле [2]:

$$S_e = \frac{1}{K_{p.c.} + 1} \quad (1)$$

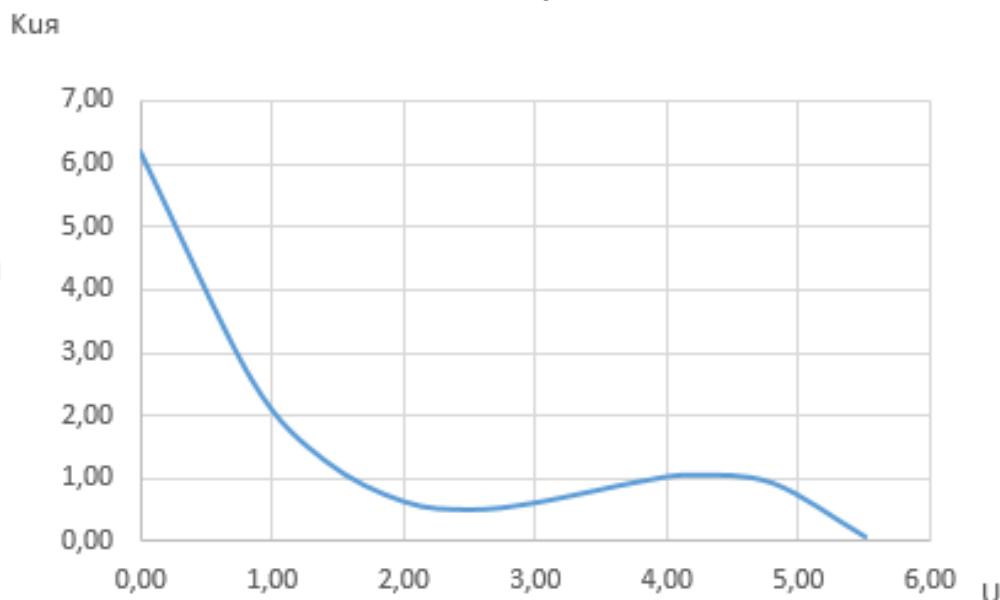


Рисунок 2 – График изменения коэффициента передачи элемента

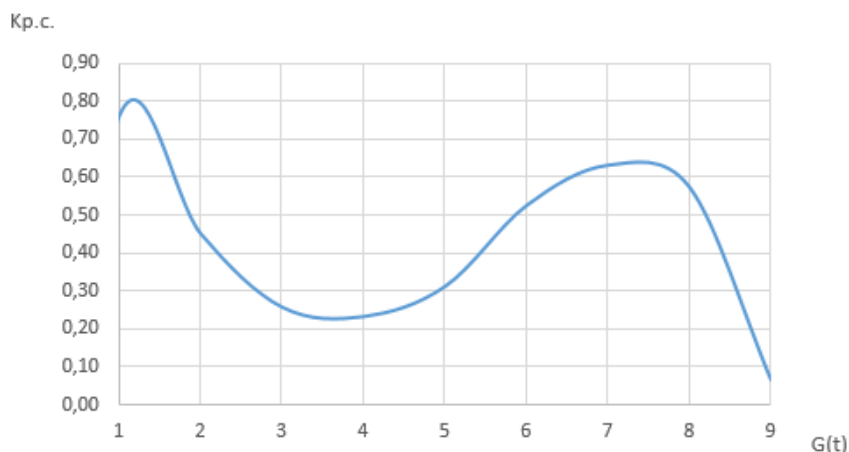


Рисунок 3 – График изменения коэффициента передачи разомкнутой системы

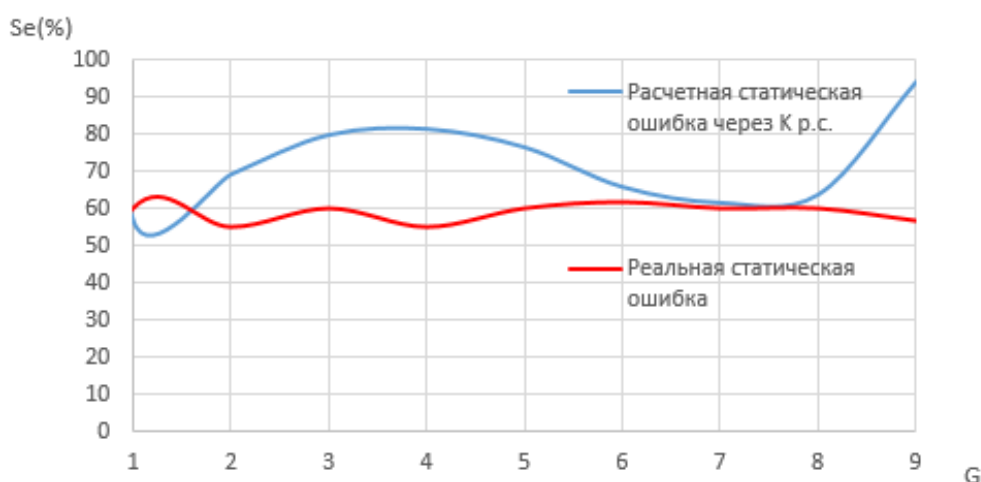


Рисунок 4 – Графики изменения статической ошибки

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что использование аналитического метода исследования статических режимов позволяет охватить весь рабочий диапазон изменения коэффициентов передачи, в отличие от графического метода, рассчитанного на одну рабочую точку. Введение новых лабораторных работ с аналитическим методом исследования статических режимов позволит повысить уровень подготовки обучающихся.

Библиографический список

1. Селяков И. Ю. Построение эквивалентных статических характеристик системы в программе Microsoft Excel // Наука и образование в Арктическом регионе: мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 22–24 мая 2019 г. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. С. 30–35. EDN: LEZOSQ.
2. Кринецкий И. И. Судовая автоматика / И. И. Кринецкий. М. : Пищевая промышленность, 1978. 438 с.

К вопросу разработки автоматизированной системы поддержки научных исследований процессов стерилизации продуктов из водных биоресурсов Арктики

Столянов А. В. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, stolyanovav@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе рассмотрен вопрос модернизации структуры автоматизированной системы научных исследований процессов стерилизации продуктов из водных биоресурсов Арктики.

Abstract. The structure modernizing issue of an automated system for scientific research of sterilization processes for products from aquatic biological resources of the Arctic is considered.

Ключевые слова: АСНИ, структура, процесс стерилизации пищевых продуктов
Key words: ASRS, structure, food sterilization process

Одной из целей Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года является "цифровая трансформация с учетом текущих внешнеполитических и экономических рисков", а ключевым ориентиром развития – "внедрение новых решений, позволяющих оптимизировать производственные процессы". При этом в настоящее время наблюдается постоянное сокращение численности разработчиков режимов стерилизации пищевых продуктов. Перечисленное выше предопределяет актуальность разработки автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) процессов стерилизации пищевых продуктов на этапе предварительного подбора, позволяющей осуществлять поддержку принятия решений инженером-технологом при разработке нового режима стерилизации продукта [1].

АСНИ – программно-аппаратный комплекс на базе средств вычислительной техники, предназначенный для проведения научных исследований или комплексных испытаний образцов новой техники на основе получения и использования моделей исследуемых объектов, явлений и процессов. Классическая схема представления структуры АСНИ представлена на рисунке 1.

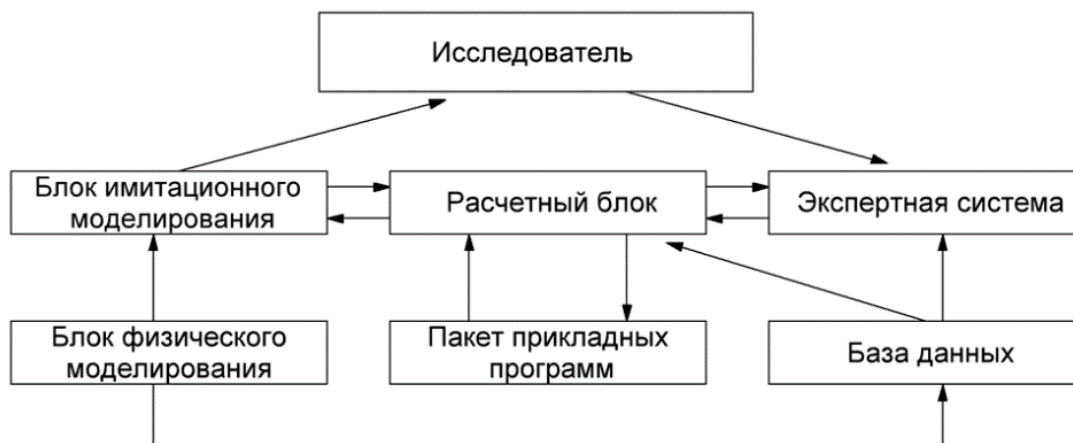


Рисунок 1 – Классическая структура АСНИ

В ходе исследований процессов стерилизации продуктов из водных биоресурсов Арктики, проведенных автором в период с 2014–2023 гг., удалось получить обоснование модернизации структуры разработанной АСНИ процессов стерилизации пищевых продуктов на этапе предварительного подбора режима [1]. С учетом этого структуру АСНИ можно представить как на рисунке 2.

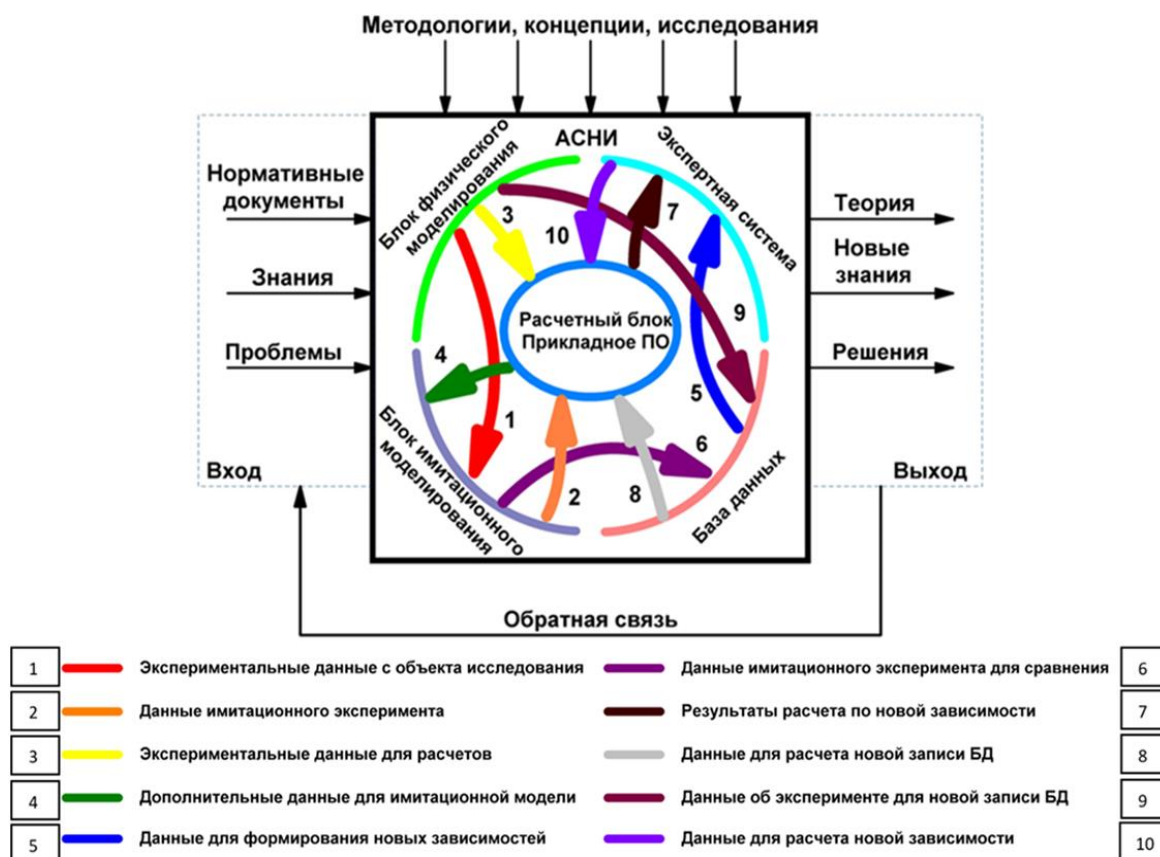


Рисунок 2 – Модернизированная структура АСНИ

Полученная структура [2] наиболее полно отражает все процессы, происходящие внутри АСНИ [3–5] при проведении научных исследований в области разработки режимов стерилизации продуктов из водных биоресурсов Арктики.

Разработанная АСНИ позволит получить новые научные данные о процессах стерилизации пищевых продуктов, в частности, из водных биоресурсов Арктики, и открыть новые направления развития исследований в данной области.

Потребителями данной разработки могут являться инженеры-технологи рыбоперерабатывающих предприятий Мурманской области. На этапе предварительного подбора они могут использовать полученную АСНИ при разработке или совершенствовании режимов стерилизации пищевых продуктов из водных биоресурсов Арктики.

Библиографический список

1. Столянов А. В., Кайченев А. В. Автоматизированная система научных исследований процессов стерилизации пищевых продуктов. – Курск: Изд-во ЗАО "Университетская книга", 2023. 138 с. EDN: ENLVOZ.
2. Information model of green building research in the Arctic: methodological aspects / A. Kuzmenkov [et al.] // EBWFF 2023 - International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna. EDP Sciences, 2023. Vol. 420, 03021. DOI: 10.1051/e3sconf/202342003021. EDN: WVPMMM.
3. Столянов А. В., Кайченев А. В. Моделирование влияния этапа охлаждения стерилизации консервов на значение фактического стерилизующего эффекта // "Фабрика будущего": переход к передовым цифровым, интеллектуальным, производственным технологиям и роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности: сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки. Москва: ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, 2023. С. 221–224. EDN: CQODDR.
4. Патент RU2789344C1 Российская Федерация, МПК А23L 3/00. – Способ управления процессом тепловой обработки консервов из гидробионтов / А. А. Жук [и др.]; заявитель и патентообладатель: ФГАОУ ВО "МГТУ". опубл. 01.02.2023, Бюл. № 4. 12 с. EDN: NZOJHO.
5. Kaychenov A., Stolyanov A., Zhuk A. Lean method for development of thermal treatment regimes for canned food from aquatic organisms for industry autoclaves // International Conference P2ARM 2021, IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 2022. Vol. 1052, 012068. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012068.

Система автоматизированного отопления и горячего водоснабжения автономного объекта

Которженко С. А., Мутовин М. А., Чубарь А. В. (г. Красноярск, ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет", кафедра автоматизации технологических процессов и производств, skotorzhenko@mail.ru)

Аннотация. Данная статья содержит в себе процесс реализации традиционной схемы отопления и водоснабжения, состоящей из нескольких взаимосвязанных между собой составляющих.

Abstract. This article contains the process of implementing a traditional heating and water supply scheme, consisting of several interconnected components.

Ключевые слова: отопление, водоснабжение, теплоснабжение, система, бак, тепловой контур

Key words: heating, water supply, heat supply, system, tank, thermal circuit

В реалиях современного рынка жилья все чаще наблюдается тенденция строительства частной собственности. Следовательно, увеличивается спрос на оказание услуг имеющих знания и опыт в сфере строительства людей. В частности одной из самых востребованных подобных услуг являются пусконаладочные работы системы водоснабжения и отопления частного дома.

Различают три вида систем отопления: традиционное, воздушное и прямое электрическое [1]. В данной статье будет рассматриваться традиционная схема отопления.

На рисунке 1 представлена функциональная схема данной системы. Как видно из этого рисунка, структура системы включает в себя два контура: потребления и отопления.

Контур потребления состоит из скважного насоса, бака, бойлера косвенного нагрева, насоса, отвечающего за давление в данном контуре, и магистральной труб.

Контур отопления состоит из двух циркуляционных насосов, котла, нагревающего воду и поддерживающего ее температуру в установленном диапазоне, радиаторов и теплых полов, позволяющих обеспечивать отопление помещения [2].

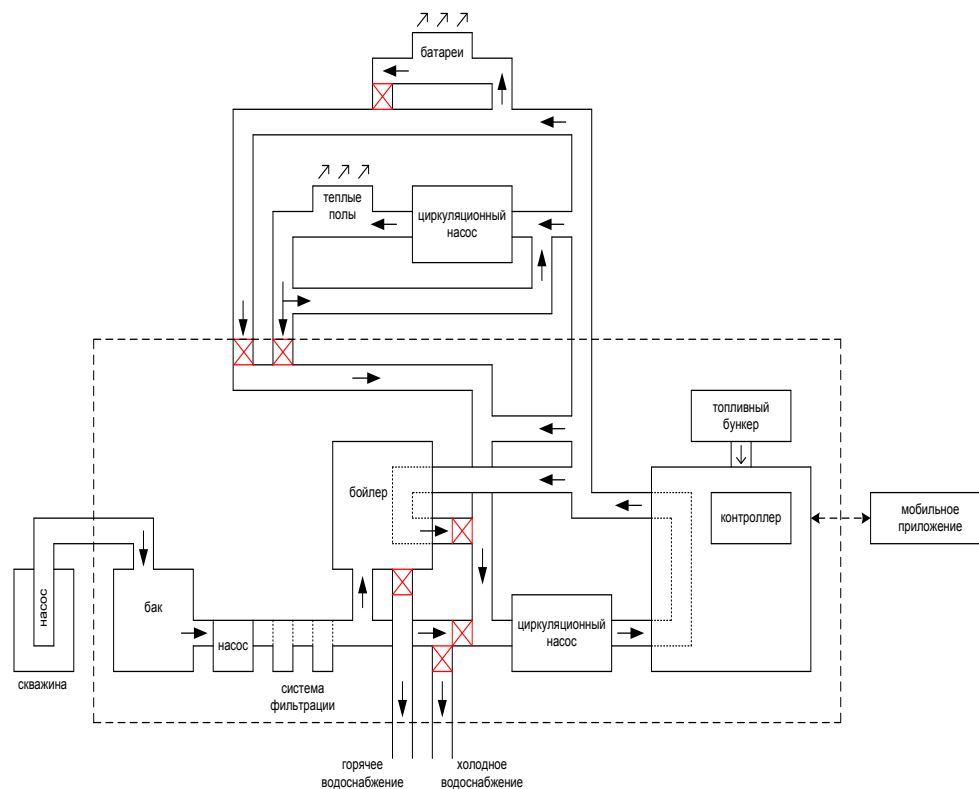


Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматизированного отопления и горячего водоснабжения автономного объекта

Бойлер способен обеспечивать нагрев воды за счет электрических ТЭН или от котла [3].

На рисунке 2 представлена реализация системы автоматизированного отопления и горячего водоснабжения автономного объекта в среде динамического моделирования технических систем SimInTech, которая обеспечивает следующее ее поведение [2]:

1. процесс смешения воды разных температур;
2. процесс обеспечения нагрева помещения;
3. процесс нагрева воды;
4. возможность настройки параметров системы вручную;
5. процесс наливания воды в бак и бойлер.

На рисунке 3 представлены окна графического интерфейса пользователя и настройки параметров системы.

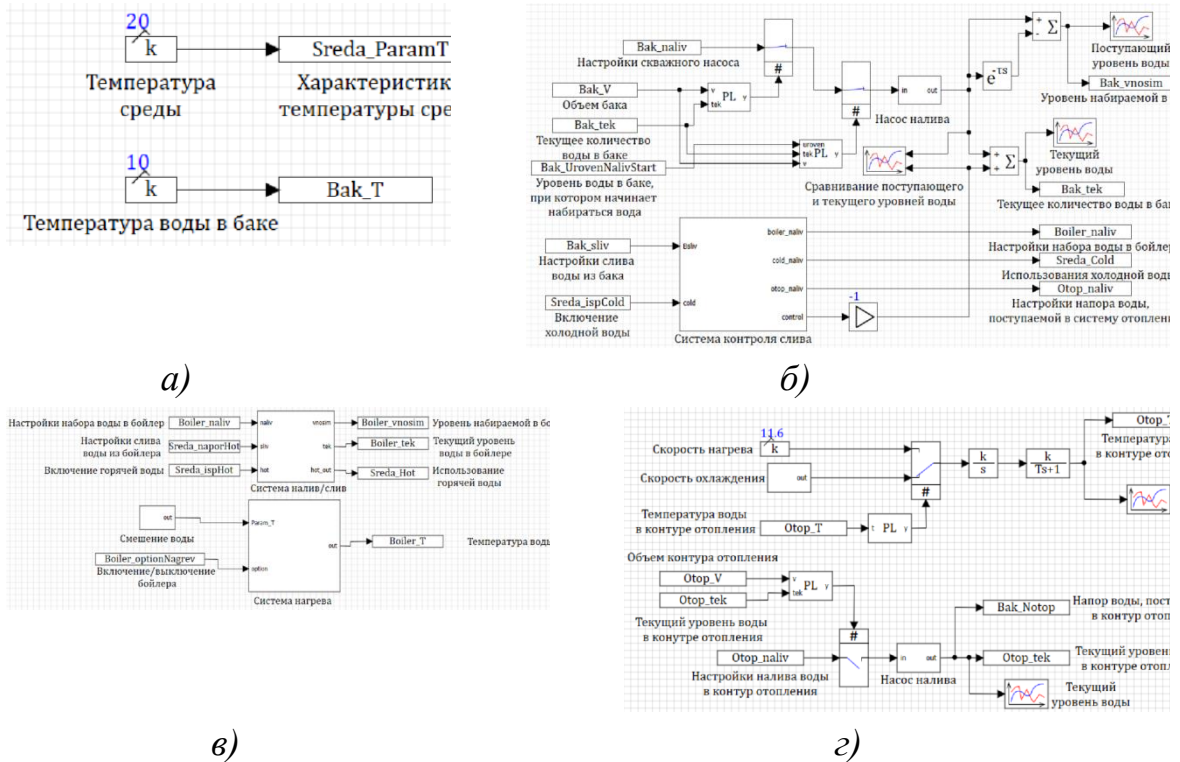


Рисунок 2 – Реализация системы в среде SimInTech: модель внешней среды (а), модель бака (б), модель бойлера (в) и модель контура отопления (г)

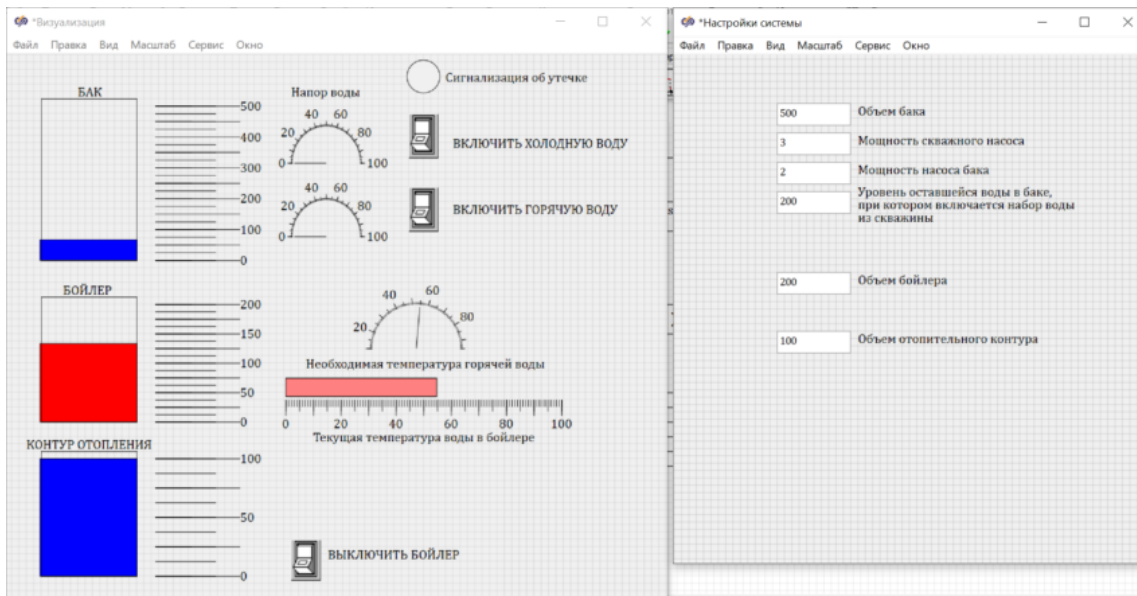


Рисунок 3 – Окна интерфейса и параметров системы

Таким образом, система автоматизированного отопления и горячего водоснабжения автономного объекта является оптимальным решением задач обогрева и обеспечения горячей водой частных домов, не подключенные к центральным системам отопления.

Библиографический список

1. Назарова В. И. Современные системы отопления. – Москва: РИ-ПОЛ классик, 2011. 320 с. EDN: QNPBIV.

2. Которженко С. А. Имитационная модель тепло- и водоснабжения автономного помещения в составе системы "Умный дом" / С. А. Которженко, М. А. Мутовин, А. В. Чубарь // Робототехника и искусственный интеллект: материалы XV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (г. Железногорск, 2 декабря 2023 г.) / под науч. ред. В. А. Углева. Красноярск : ЛИТЕРА-принт, 2023. 254 с. С. 201–206. EDN: DUWNZY.

3. Мокеева Я. Бойлер косвенного нагрева: устройство, принцип работы и схемы подключения. 2019. URL: <https://sovet-ingenera.com/otoplenie/vodonagrevatel/bojler-kosvennogo-nagreva.html>.

Автоматизация теплицы

Самохов Д. А., Алексеенко А. Ю., Чубарь А. В. (г. Красноярск, ФГАОУ
ВО "Сибирский федеральный университет", кафедра СААУП,
samohov2003@mail.ru)

Аннотация. Работа посвящена разработке автоматизированной системы теплицы, предназначенной для оптимизации процессов управления и повышения урожайности растений в условиях изменяющегося климата и растущих экологических требований. Рассмотрены основные компоненты системы, включая датчики для измерения влажности, температуры, освещенности и уровня pH земли. Контроллер управляет работой всех датчиков и приборов. Дополнительное оборудование, такое как системы увлажнения, вентиляции, орошения и полива, обеспечивает автоматическую регулировку условий в теплице. Цель работы – создание автоматизированной системы теплицы для улучшения управления, мониторинга и контроля за процессами роста растений, а также повышения эффективности и надежности производства.

Abstract. The work is devoted to the development of an automated greenhouse system designed to optimize management processes and increase plant yields in a changing climate and growing environmental requirements. The main components of the system are considered, including sensors for measuring humidity, temperature, illumination and the pH level of the earth. The controller controls the operation of all sensors and devices. Additional equipment, such as humidification, ventilation, irrigation and irrigation systems, provides automatic adjustment of conditions in the greenhouse. The purpose of the work is to create an automated greenhouse system to improve the management, monitoring and control of plant growth processes, as well as to increase the efficiency and reliability of production.

Ключевые слова: автоматизированная теплица, датчики, контроллер, условия роста

Key words: automated greenhouse, sensors, controller, growth conditions

В настоящее время в связи с изменением климатических условий и повышением экологических требований к сельскому хозяйству, все больше внимания уделяется разработке новых технологий для улучшения производства и повышения урожайности. Одной из таких технологий является автоматизированная теплица, которая позволяет создать оптимальные условия для роста и развития растений.

Для измерения уровня влажности и температуры используются датчики, которые устанавливаются на определенной высоте внутри теплицы [1]. Они регулируют работу системы обогрева и кондиционирования воздуха, чтобы поддерживать оптимальную температуру и влажность внутри теплицы.

Для контроля уровня освещенности используются специальные датчики, которые регулируют работу осветительных приборов [2]. Уровень рН земли могут измерять специальные датчики, которые автоматически подавляют необходимое количество удобрений и минеральных веществ для поддержания оптимального рН [3].

Важным компонентом системы является контроллер, который управляет работой всех датчиков и приборов. Он может работать в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Контроллер может быть подключен к интернету, что позволяет управлять системой удаленно с помощью мобильного приложения или веб-интерфейса [4].

Дополнительное оборудование может включать в себя системы увлажнения, вентиляции, системы орошения и системы капельного полива. Они работают автоматически в зависимости от текущих параметров в теплице, что позволяет обеспечивать оптимальные условия для роста растений.

Целью данной работы является создание автоматизированной системы теплицы, которая позволяет минимизировать человеческое вмешательство в процессы управления, улучшить мониторинг и контроль за процессами роста, увеличить эффективность и надежность.

Постановка задач при разработке системы сводится к следующему:

- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем SimInTech модуль автоматического управления;
- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем SimInTech панель взаимодействия.

Модель функционирования теплицы представлена в SimInTech включающей в себя описание компонентов, которые связаны с модулем автоматического управления и окном оператора через базу данных, и представлена на рисунке 1.

Панель взаимодействия реализовано как окно анимации, оно разделено с на узлы и осуществляет управление элементами теплицы, мониторинг показаний с датчиков и отображение информации об состоянии внутри. Окно представлено на рисунке 2.

Предлагаемый проект по автоматизации теплицы используется для моделирования физических процессов в теплице, автоматического управления элементами контроля температуры, освещенности, влажности, мониторинга показаний с датчиков и отображения информации об состоянии среды внутри теплицы.

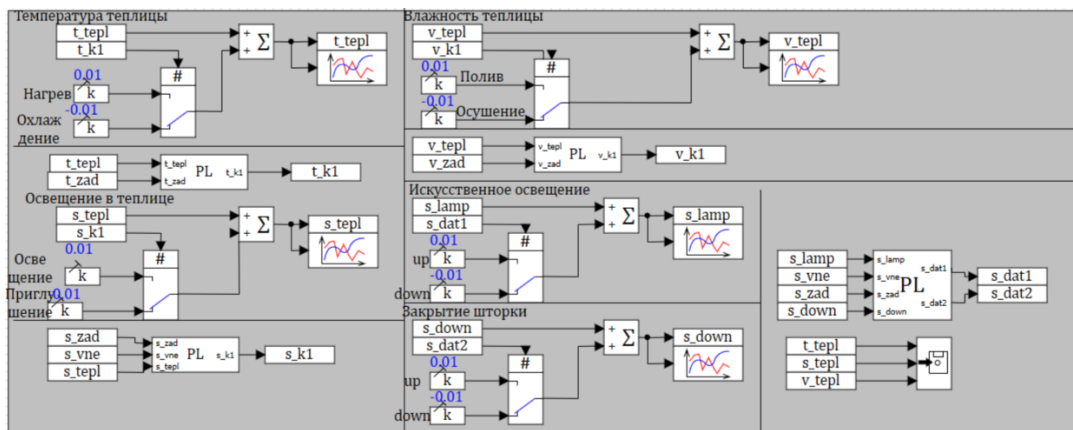


Рисунок 1 – Схема модели управления теплицей

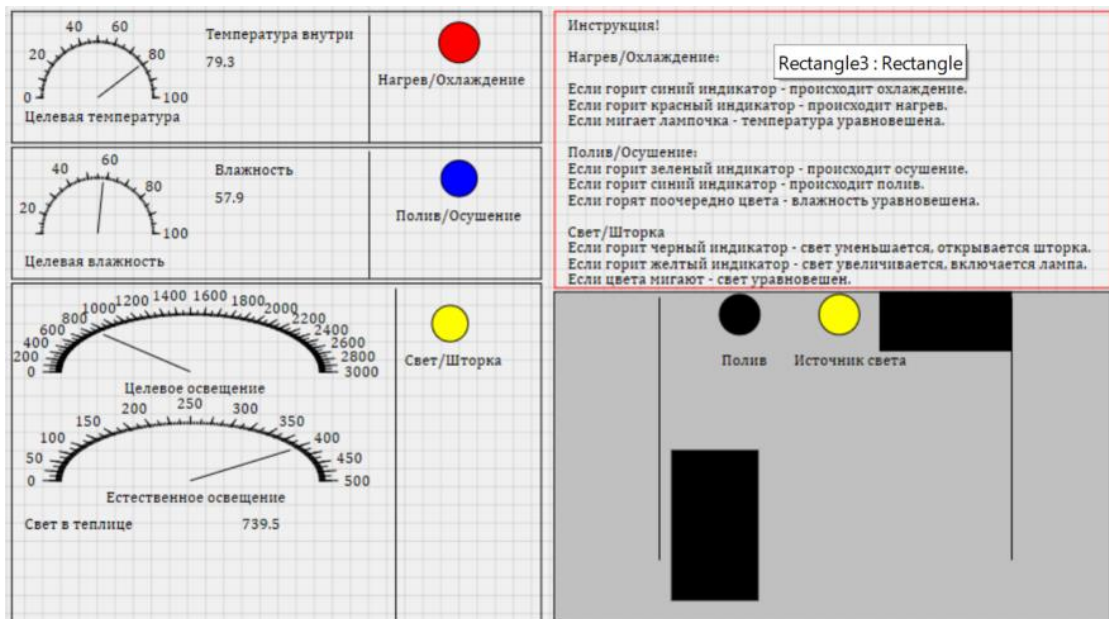


Рисунок 2 – Панель взаимодействия

Библиографический список:

1. Козырев И. А. Системы автоматического управления в теплицах. М. : Колос, 2017.
2. Соколов А. В. Автоматизация тепличного производства. СПб. : Питер, 2018.
3. Карпов В. И. Автоматизация управления теплицами и оранжереями. Москва: Лань, 2019.
4. Борисов Е. А. Интернет вещей в тепличном хозяйстве. М. : Техносфера, 2020.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
МИКРОБИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ**

Развитие и совершенствование системы телемедицинских консультаций в Арктической зоне Российской Федерации

Закревский Ю. Н., Джигинас Порандла, Токарева А. Г., Амготх Кумар
(г. Мурманск, ФГАОУ "Мурманский арктический университет", кафедра
клинической медицины, Zakrev.sever@bk.ru)

Аннотация. Разрабатывается и внедряется технология передачи биологической информации в экстремальных условиях у пациентов, находящихся на отдаленных Арктических островах по телеканалам связи из медицинских учреждений в медицинские центры на материке, что позволит значительно повысить качество медицинской помощи, телемедицинских консультаций и улучшить качество оказания медицинской помощи размещенным контингентам.

Abstract. A technology is being developed and implemented for transmitting biological information in extreme conditions for patients located on remote Arctic islands via communication channels from medical institutions to medical centers on the mainland, which will significantly improve the quality of medical care, telemedicine consultations and improve the quality of medical care for stationed contingents.

Ключевые слова: телемедицина, Арктика, чрезвычайные ситуации, биологическая информация

Key words: telemedicine, Arctic, emergency situations, biological information

Выполнено формирование телемедицинского комплекса для дистанционной передачи биологической клинической информации путем соединения медицинской цифровой диагностической аппаратуры, блока видеоконференцсвязи, разработанного специального программного продукта, мобильного защищенного специального автоматизированного рабочего места врача. Для создания системы распознавания и передачи по телекоммуникационным системам медицинской клинической информации о состоянии органов и систем организма объединены в один аппаратный комплекс диагностические аппараты ЭКГ, рентгеновский цифровой аппарат, ультразвукового исследования внутренних органов (УЗИ); мобильный компактный лабораторный комплекс – клинических показателей крови, биохимического анализа крови, анализа мочи [1; 2].

В состав мобильного аппаратного телемедицинского комплекса технически объединены: а) электрокардиограф (ЭКГ) цифровой малогабаритный; б) аппарат для рентгеновских исследований малогабаритный цифро-

вой; в) аппарат для ультразвуковых исследований органов брюшной полости и сосудов (УЗИ); г) мобильный цифровой гематологический анализатор крови для клинического и биохимического анализов; д) анализатор мочи цифровой; е) аппарат для измерения артериального давления; ж) спирометр медицинский для измерения ЖЕЛ (жизненной емкости легких). Коммуникационно инженерно соединены в единую диагностическую систему: 1. Модуль коммуникаций. 2. Вычислительный блок – модуль на основе процессора DDR4 с хранителем и накопителем снятого материала на дисках HDD,SSD. 3. Видеокарта с большим объемом памяти до 64 Гб. 4. Windows 10/Linux система. 5. Модуль защиты снятой биологической информации. 6. Блок-модуль для коммутации. 7. Входы – соединения для подключения медицинской аппаратуры. 8. Программа видеоконференцсвязи, видеокамера, спикерфон. 9. Программа для обеспечение DICOM изображения [3; 4].

В результате внедрения системы отдаленных телемедицинских консультаций по каналам телекоммуникационных линий, получается значительный как организационно-клинический эффект, так и большой экономический эффект в медицинском обслуживании отдаленных изолированных территорий. 1) Появление видеотелекоммуникационной связи с расположенными на значительных расстояниях лечебных учреждений, дислоцированных в труднодоступных местах. 2) Повышается точность оценки состояния больного или пострадавшего для необходимости принятия решения о его эвакуации, сокращение использования эвакуационных средств, полетов вертолетов и самолетов в том числе в тяжелых климатических условиях (метели, туман). 3) Обеспечивается постоянная возможность мониторинга состояния пострадавших до прибытия санитарной авиации [5].

В связи с возрастающей актуальностью и необходимостью применения телемедицинских комплексов для медицинского обеспечения гражданских и военных судов Российской Федерации в отдаленных районах мирового океана и на морских коммерческих коммуникациях в настоящее время рассматривается вопрос установки телемедицинской аппаратуры на крупных морских судах, находящихся под российским флагом (атомные ледоколы, плавающие технические базы, крупные пассажирские суда). Выполнено тестовое применение мобильного автономного телемедицинского комплекса на судне "Тавр" Архангельского морского порта в 2022 г. В течение двух недель плавания в Белом море было проведено скрининго-

вое исследование здоровья у членов экипажа судна. По результатам исследования три моряка по медицинским показаниям был назначен диспансерный динамический надзор. Проводилось практическое использование телемедицинской аппаратуры. 36 членам экипажа были проведены онлайн телеконсультации с высококвалифицированными врачами береговых многопрофильных больниц (88,6 %). Выполнены ЭКГ-исследования с расшифровкой полученных результатов у врачей-консультантов лечебных отделений больниц (42,7 %). 33,5 % обратившихся моряков были проведены лабораторные оффлайн исследования общего анализа крови, биохимического анализа крови мочи с использованием консультативной помощи врачей лечебных отделений больниц. При нахождении корабля в море осуществлены УЗИ исследования с онлайн сопровождением врачей УЗИ диагностики в береговых лечебных учреждениях (12,5 %). Также, в рейсе были сделаны оффлайн рентгеновские исследования с описанием цифровых снимков врачей-рентгенологов больниц через систему телемедицинской связи (11,4 %) [6]. Наиболее целесообразно размещать систему отдаленной телемедицинской связи на крупных морских и военных судах (линейных ледоколах, крупных спасательных судах и буксирах, пассажирских лайнерах, крупных плавающих базах рыболовецких судов, крейсерах и авианосцах), со штатным врачебным персоналом и оборудованных большими медицинскими амбулаториями, операционными и лазаретами с наличием реанимационной, диагностической и рентгеновской аппаратуры (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мобильный телемедицинский комплекс производства Казанского завода вычислительной техники и ООО " Ай Си Эл Техно"

Библиографический список

1. Медицинское обеспечение и лечебно-эвакуационные мероприятия в подразделениях Северного флота развернутых в арктической зоне Российской Федерации / Ю. Н. Закревский, А. Г. Шевченко, Д. А. Архангельский, и др. // "Морская медицина". 2017. Т. 3, № 3. С. 112–118.
2. Совершенствование системы оказания медицинской помощи на арктических островах и кораблях Северного флота в дальней морской зоне / Ю. Н. Закревский, С. А. Кузнецов, Д. А. Архангельский, и др. // Морская медицина. 2019. Т. 5, № 4. С. 39–47.
3. Теория электрической связи. Учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, Назаров М. В., под ред. Д. Д. Кловского. М. : Радио и связь, 1999. 432 с.
4. Радиотехника : Энциклопедия / под ред. Ю. Л. Мазора, Е. А. Мачусского, В. И. Правды. М. : Додэка–XXI, 2002. С. 488. 944 с.
5. Прокис Дж. Цифровая связь- Digital Communications / пер. с англ. под ред. Д. Д. Кловского. М. : Радио и связь, 2000. 800 с.
6. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра Wireless Digital Communications: Modulation and Spread Spectrum Applications. М. : Радиоисвязь, 2000. 552 с.

Применение методов лучевой диагностики на этапах эвакуации и лечения в чрезвычайной ситуации- пандемии COVID -19 в г. Мурманске

Де Нат Сомендра, Закревский Ю. Н., Казанцева И. Н., Колатти Хебсиба
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра клинической медицины, *doctor.somen@gmail.com*)

Аннотация. Обоснована необходимость оптимизации применения и маршрутизации при проведении лучевых методов диагностики в экстренных лечебно-эвакуационных условиях с больными COVID-19 в развернутом в г. Мурманске и Мурманской области в условиях пандемии населению, проживающему и работающему на островных и континентальных территориях Арктической зоны Российской Федерации.

Abstract. The need to optimize the application and routing when carrying out radiation diagnostic methods in emergency treatment and evacuation conditions with patients with COVID-19 in the population deployed in Murmansk and the Murmansk region during a pandemic, living and working on the island and continental territories of the Arctic zone of the Russian Federation, is substantiated.

Ключевые слова: лучевая диагностика, пандемия COVID-19, Арктика, чрезвычайные ситуации, ультразвуковая диагностика

Key words: radiation diagnostics, COVID-19 pandemic, Arctic, emergency situations, ultrasound diagnostics

Целью проводимого исследования явилась разработка организационно-методических мероприятий и алгоритма использования диагностических лучевых методов исследования в период чрезвычайных ситуаций биологического характера – пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 в Арктической зоне Российской Федерации. Изучены структура, возможности и применение сил и средств Министерства здравоохранения и службы медицины катастроф Мурманской области для диагностики, лечения и медицинской эвакуации пациентов в период пандемии COVID-19 в Мурманской области и Арктической зоне Российской Федерации [1]. Проанализированы методы лучевой диагностики поражений легких и осложнений со стороны внутренних органов у заболевших COVID-19 в период пандемии 2020–2021 гг. на этапах медицинской эвакуации и в лечебных учреждениях Мурманской области. Разработаны организационно-методические решения по оптимизации применения методов лучевой диагностики на различных этапах лечебно-эвакуационных мероприятий пан-

демии новой коронавирусной инфекции COVID-19 в Мурманской области и Арктической зоне Российской Федерации [2].

Материалом исследования послужили амбулаторные и стационарные случаи заболеваний жителей г. Мурманска, Мурманской области и островной зоны Российской Федерации. Всего 1468 пациентов, из которых: 152 стационарных (истории болезни), 1316 амбулаторных больных (амбулаторные карты), 47 эвакуационных карт пациентов, эвакуированных различными средствами транспортировки из отдаленных районов Кольского полуострова и Арктической зоны Российской Федерации. Критерием формирования групп явились лица мужского и женского пола, заболевшие COVID-19 в период пандемии новой коронавирусной инфекции 2020–2021 гг., возрастом от 25 до 85 лет, поступившие на этап амбулаторного или стационарного лечения в г. Мурманска, Мурманской области, островных и континентальных районах арктической зоны Российской Федерации, которым выполнялись вместе с комплексной терапией COVID-19 лучевые методы диагностики (КТ, рентгенография легких, флюорография легких, ультразвуковые методы исследования). Собственные инструментальные методы (86 больных, переболевших новой коронавирусной инфекцией), исследования проводились на аппаратах ультразвуковой диагностики (УЗДГ): Canon Xario-200 (Япония) заводской № 99B1954910, "Samsung – medisson" (Южная Корея) заводской № 1013450200, "VividS 60N" (Швейцария) заводской № 110764S60N; комплекс рентгенодиагностический телеуправляемый КРТ – "Око" (Россия) заводской № 0005036.

При выполнении компьютерно-томографического исследовании легких (КТ) и поражении менее 10 % (КТ-1) легочной ткани, легком течении заболевания, отсутствии дыхательной недостаточности (ДН) устанавливается лечение на дому контролем патронажного медицинского персонала, выполнением лабораторных анализов и назначением лекарственных препаратов [3]. При поражении от 10 до 30 % (КТ-2) легочной ткани отсутствии дыхательной недостаточности (ДН) возможно лечение на дому контролем мобильных медицинских бригад, выполнением лабораторных анализов и контрольной КТ легких. При КТ-3 – поражении легочной ткани от 30 до 70 % поражения легочной ткани проводится госпитализация пациента в отделение для лечения больных с новой коронавирусной инфекцией. При КТ-4 и поражения легочной ткани от 70 до 100 % лечение заболевшего проводится в отделении реанимации с применением ингаляционной, анти-

бактериальной, антигистаминной и другой терапии, мониторинга жизненно-важных функций организма [4].

Выявлена корреляционная зависимость: 1) между числом заболевших COVID-19 и количественным объемом необходимых лучевых диагностических исследований; 2) между длительностью и дальностью плеча эвакуации и числом диагностических лучевых исследований; 3) между тяжестью состояния заболевшего и количеством различных диагностических методов исследования. Впервые проведена оценка необходимости применения с последующим включением в организационно-методические мероприятия лучевых методов диагностики в экстремальных условиях биосоциального характера на этапах лечебно-эвакуационных мероприятий при массовой заболеваемости людей в экстремальных условиях пандемии новой коронавирусной инфекции в Мурманской области и отдаленных районах Арктической зоны Российской Федерации.

Библиографический список

1. Нарушение функционального состояния печени у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 / Л. Ю. Елисеева, А. С. Елисеев, Н. Ю. Боровкова, [и др.] // Клиническая медицина. 2021. № 1. С. 63–67.
2. Зайцев А. А. Внебольничная пневмония: возможности диагностики, лечения и вакцинопрофилактики в условиях пандемии COVID-19 // Фарматека. 2020. № 1. С. 14–21.
3. Новый подход в диагностике поражения легких у пациентов с COVID-19: протокол проведения УЗИ легких в сопоставлении с КТ органов грудной клетки / М. А. Саидова, А. А. Авалян, М. А. Галаева, [и др.] // Научно-практический журнал "Терапевт 92". 2022. Т.94. №4. С. 485–490.
4. Митьков В. В., Синицын, В. Е., Тюрин, М. Е., Методы лучевой диагностики при новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // Ультразвуковая и Функциональная диагностика. 2020. №1. С. 78–102.

Оптимизация организационных и лечебно-эвакуационных мероприятий в амбулаторном звене в период чрезвычайной ситуации – пандемии COVID-19 в г. Мурманске

Гезей Н. Ф., Закревский Ю. Н., Арчакова Ю. А., Натхина А. В.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра клинической медицины, Zakrev.sever@bk.ru)

Аннотация. Обоснована эффективность оптимизации маршрутизации и проведения экстренных лечебно-эвакуационных мероприятий больным COVID-19 в развернутом в г. Мурманске на базе Мурманской городской поликлиники № 1 "Амбулаторного центра диагностики и лечения больных с новой коронавирусной инфекцией" в условиях пандемии населению, проживающему и работающему на островных и континентальных территориях Арктической зоны Российской Федерации.

Abstract. The effectiveness of optimizing the routing and carrying out emergency treatment and evacuation measures for patients with COVID-19 in the "Outpatient Center for Diagnostics and Treatment of Patients with a New Coronavirus Infection" deployed in Murmansk on the basis of the Murmansk City Clinic No. 1 in the context of a pandemic for the population living and working on the islands was substantiated and continental territories of the Arctic zone of the Russian Federation.

Ключевые слова: пандемия COVID-19, Арктика, чрезвычайные ситуации, Амбулаторный центр

Key words: COVID-19 pandemic, Arctic, emergency situations, Outpatient center

В исследовании изучены заболевшие с лабораторно подтвержденным диагнозом COVID-19, находящиеся под динамическим наблюдением и лечением во временном "Амбулаторном центре диагностики и лечения больных с новой коронавирусной инфекцией", развернутом на базе Мурманской городской поликлиники № 1.

Проанализированы электронные амбулаторные карты пациентов 1 264, переболевших коронавирусной инфекцией COVID-19 и получивших медицинскую помощь на базе "Амбулаторного центра диагностики и лечения больных с новой коронавирусной инфекцией", изучены данные "Федерального регистра лиц, больных COVID-19" – 3 783 карты, обработаны статистические отчетные формы поликлиники, Министерства здравоохранения Мурманской области. В 2021 году было пролечено 3 783 пациента с лабораторно подтвержденным диагнозом COVID-19, в том числе: осложненных

пневмонией 1 055 заболевших; госпитализировано 425 человек. Осуществлено 4 786 выездов на дом, при этом не было зарегистрировано ни одного летального случая на дому.

Разработан алгоритм маршрутизации и лечебно-эвакуационных мероприятий в условиях амбулаторно-поликлинической медицинской помощи в чрезвычайных условиях пандемии COVID-19 населению, проживающему и работающему на островных и континентальных территориях Арктической зоны Российской Федерации, которые позволят оценить в клинической практике эффективность работы впервые созданной в Мурманской области модели временного "Амбулаторного центра диагностики и лечения больных с новой коронавирусной инфекцией" (рисунок 1).

**Маршрутизация и алгоритм действия медицинского персонала
Амбулаторного центра при работе с заболевшими COVID-19 и при
подозрении на заболевание**

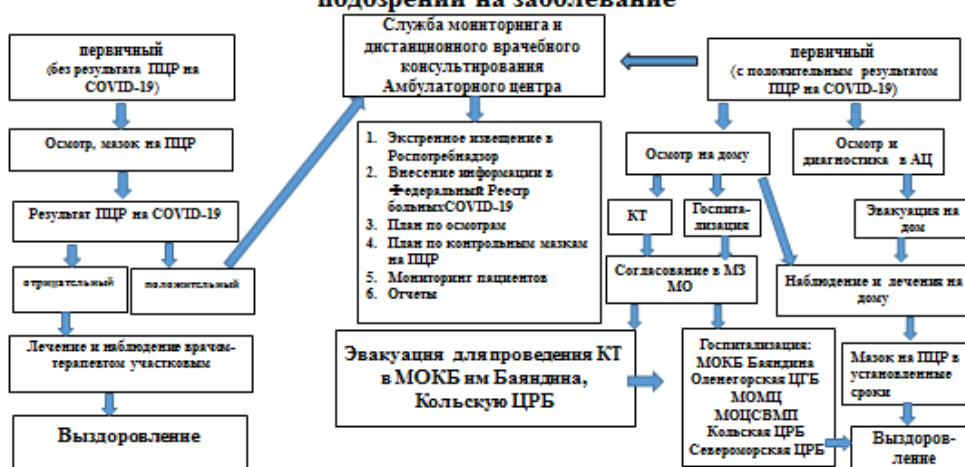


Рисунок 1 – Маршрутизация и алгоритм действия медицинского персонала
Амбулаторного центра при работе с заболевшими COVID-19

Суровые климатические условия Крайнего Севера зачастую усложняют проведение медицинских эвакуаций, увеличивают сроки их проведения, что приводит к прогрессированию тяжести состояния пострадавших и больных [1; 2]. Работа временно развернутого "Амбулаторного центра диагностики и лечения больных с коронавирусной инфекцией" на базе государственного областного бюджетного учреждения здравоохранения "Мурманская городская поликлиника № 1" позволила:

– разгрузить станцию скорой медицинской помощи и стационары области в пиковые периоды пандемии [3];

– разработать грамотную маршрутизацию пациентов с выделением различных потоков, что обусловило проведение эффективной медицинской сортировки заболевших на догоспитальном этапе, лечение заболевших с легкой и средней степенью тяжести заболевания и своевременную диагностику тяжелых форм COVID-19 с последующей госпитализацией и исключением случаев смертности на дому [4].

Созданы и утверждены Министерством здравоохранения Мурманской области "Методические рекомендации по алгоритмам маршрутизации и лечебно-эвакуационных мероприятий в условиях амбулаторно-поликлинической медицинской помощи в чрезвычайных условиях пандемии коронавирусной инфекции COVID-19" населению, проживающему и работающему на островных и континентальных территориях Арктической зоны Российской Федерации.

Библиографический список

1. Гришаева А. А. Клинико-иммунологическая характеристика тяжелых форм новой коронавирусной инфекцией COVID-19 : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. А. Гришаева ; Инфекционные болезни. СПб., 2023. 24 с.
2. Новый подход в диагностике поражения легких у пациентов с COVID-19: протокол проведения УЗИ легких в сопоставлении с КТ органов грудной клетки / М. А. Саидова, А. А. Авалян, М. А. Галаева, и др. // Терапевт 92. 2022. Т. 94, № 4. С. 485–490.
3. Методы лучевой диагностики при новой коронавирусной инфекцией COVID-19 / В. В. Митьков, В. Е. Сеницын, М. Е. Тюрин // Ультразвуковая и Функциональная диагностика. 2020. №1. С. 78–102.
4. Нестерова О. Ю. Влияние андрогенного статуса на заболеваемость и течение COVID-19 у мужчин : спец. 3.2.2. Эпидемиология. 3.1.13. Урология, андрология : автореф. дис. ... канд. мед. наук / О. Ю. Нестерова ; Санкт-Петербург. 2023. 24 с.

Удаление металлических осколков из миофасциальных пространств и полостей организма с помощью неодимовых магнитов

Закревский Ю. Н., Одажиу С. М., Шаик Баба Самир, Джакоб Кингстон
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра клинической медицины, Zakrev.sever@bk.ru)

Аннотация. Наличие металлических осколков в тканях при слепых огнестрельных ранениях значительно влияет на течение раневого процесса, пролонгируя процесс регенерации, поддерживая воспаление и риск развития гнойно-септических процессов. Обобщен опыт 96 случаев применения неодимовых магнитов для поиска и извлечения инородных тел (осколков) при проведении хирургических обработок огнестрельных ран.

Abstract. The presence of metal fragments in the tissues of blind gunshot wounds significantly influences the course of the wound process, prolonging the regeneration process, maintaining inflammation and the risk of developing purulent-septic processes. The experience of 96 cases of using neodymium magnets to search and extract foreign bodies (fragments) during surgical treatments has been summarized gunshot wounds.

Ключевые слова: неодимовые магниты, огнестрельные ранения, обработка ран

Key words: neodymium magnets, gunshot wounds, wound treatment

При оказании хирургического пособия в мирное время наиболее часто при помощи медицинских магнитов извлекают металлические инородные тела в хирургической и офтальмологической практике [1; 2]. Используются неодимовые магниты цилиндрической формы с диаметром сечения от 5 до 20 мм и различной длины. Неодимовые магниты – это сильные постоянные магниты, изготовленные из сплава неодима, железа и бора, с никелевым покрытием [3; 4]. Они могут быть подвергнуты стандартным методикам стерилизации в условиях операционного блока медицинской организации.

Всего за период оказания медицинской помощи с февраля 2022 г. в 1 469 Военно-морском клиническом госпитале удалено 94 осколка: 28 – различной длины из полостей (плевральной, брюшной, глубоких пространств шеи) и 66 – из мягких тканей головы, шеи, грудной клетки, стенок живота, миофасциальных пространств верхних и нижних конечностей. Из мягких тканей головы, шеи, грудной клетки, стенок живота, миофасциальных пространств верхних и нижних конечностей удалено всего 66 осколков: из мягких тканей области шеи – 7 (10,6 %), из скуловых и височных областей – 6 (9,1 %), из межреберного пространства – 10 (15,1 %);

из мягких тканей грудной стенки – 11 (16,7 %); из аксиллярной области – 4 (6,1 %); из миофасциальных пространств верхней конечности – 13 (19,7 %); из миофасциальных пространств нижней конечности – 15 (22,7 %) (рисунок 1).

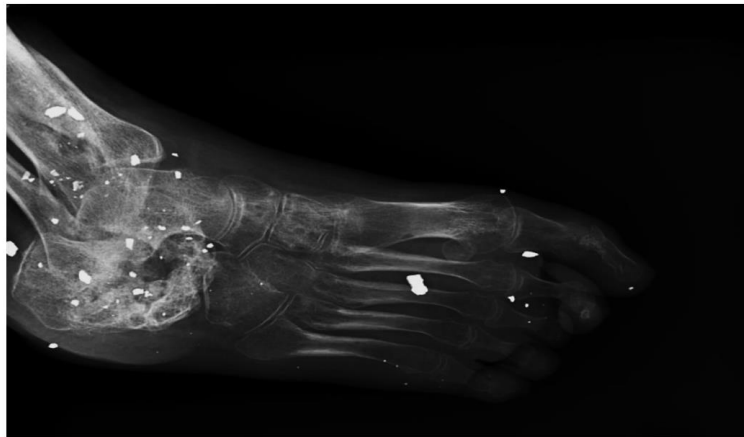


Рисунок 1 – Рентгенография стопы пациента С, 23 лет, с множественными инородными телами металлической плотности (осколки) в области правого голеностопного сустава и стоп

Удалено из мягких тканей области шеи 2 осколка размерами $3,5 \pm 0,5$ мм неодимовыми магнитами размерами $d - 5$ мм и $L - 20$ мм, 3 осколка средней максимальной длиной $6,0 \pm 0,4$ мм магнитом размером $d - 10$ мм и $L - 30$ мм, один осколок размером $9,4$ мм магнитом размером $d - 15$ мм и $L - 40$ мм и 1 осколок с наибольшей длиной $16,4$ мм неодимовым магнитом размером $d - 20$ мм и $L - 50$ мм. Из миофасциальных пространств верхней конечности эвакуировано: 3 осколка средними размерами $3,0 \pm 0,7$ мм неодимовым магнитом размерами $d - 5$ мм и $L - 20$ мм, 2 осколка размерами $8,0 \pm 3,3$ мм магнитом размерами $d - 10$ мм и $L - 30$ мм, 5 осколков размерами $9,0 \pm 3,2$ мм магнитом размерами $d - 15$ мм и $L - 40$ мм и три осколка с наибольшей длиной $16,0 \pm 3,5$ мм магнитом размерами $d - 20$ мм и $L - 50$ мм.

Таким образом, применение неодимовых магнитов с целью навигации и удаления инородных тел металлической плотности при лечении слепых огнестрельных ранений позволяет снизить продолжительность оперативного вмешательства, уменьшить операционную травму, выраженность эстетических последствий [5; 6]. Весьма актуальным остается вопрос создания специальных электромагнитных инструментов для создания магнитного поля на определенный период времени поиска металлического осколка [7].

Библиографический список

1. Применение магнита для извлечения осколков при минно-взрывных ранениях / Е. П. Герасименко, Ю. В. Глебский, О. И. Поляков и др. // Клиническая хирургия. 2015. № 1. С. 43–44.
2. Роль ученых Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова в исследовании проблемы лечения гнойно-деструктивных заболеваний легких и плевры / Б. Н. Котив, О. В. Баринов, Н. И. Башилов // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2015. Т. 49, № 1. С. 189–193.
3. Огнестрельные ранения груди, живота, таза и позвоночника: руководство для врачей / В. А. Мануковский, А. Н. Тулупов [и др.]. М. : ГОТАР-Медиа, 2022. С. 240.
4. Анализ результатов хирургического лечения пострадавших с огнестрельно-осколочными ранениями мягких тканей с применением интраоперационного мультиплоскостного рентгенологического контроля / Н. В. Момот, И. А. Плахотников, Ю. Ю. Малинин и др. // Анналы хирургии. 2017. Т. 22, № 4. С. 217–221.
5. Хан, М., Нотт, Д. (ред.), перевод с английского под ред. Самохвалова И. М., Ревы В. А. Начала военно-полевой хирургии // ГЭОТАР-Медиа, 2023. С. 368.
6. Петровский Б. В. Медицинские магниты / под ред. Б. В. Петровского // Академия медицинских наук СССР. 3-е издание. М. : Советская энциклопедия, 1960. С. 1183.
7. Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы / Д. В. Тришкин, Е. В. Крюков, А. П. Чуприна, и др. / Министерство Обороны Российской Федерации, Главное военно-медицинское управление. М., 2022. С. 373.

Анализ фолатного статуса в выборке этнических индийцев

Александрова Ю. В., Воробьева Н. А., Воронцова А. С. (г. Архангельск,
ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет"
Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра
клинической фармакологии и фармакотерапии,
yulia_aleksandrova@mail.ru)

Аннотация. Исследование влияния полиморфизма генов фолатного обмена на уровень гомоцистеина и фолиевой кислоты в выборке этнических индийцев, с учетом дополнительного влияния различных модифицирующих факторов.

Abstract. Study of the influence of polymorphism of folate metabolism genes on the level of homocysteine and folic acid in a sample of ethnic Indians, taking into account the additional influence of various modifying factors.

Ключевые слова: фолиевая кислота, генетический полиморфизм, гены, витамин В
Key words: folic acid, genetic polymorphism, genes, vitamin B

Актуальность. Фолат, витамин группы В, играет важную роль в метаболизме одноуглеродных групп, в синтезе и метилировании ДНК. Показано, что несколько полиморфизмов в генах, участвующих в поглощении и биотрансформации фолиевой кислоты, связаны с риском развития сердечно-сосудистых осложнений и особенностями реакции на различные химические вещества [1]. Генетические вариации, представленные в виде однонуклеотидных полиморфизмов (SNP), различаются среди населения мира. SNP, влияющие на клеточный метаболизм путем изменения активности ферментов, играют важную роль в терапевтическом исходе [1]. Наиболее распространенный полиморфизм в этом гене, замена С на Т в нуклеотиде 677 (С677Т), был причиной активности термолабильного фермента [2]. Показано, что этот полиморфизм является генетическим фактором риска сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний. Идентифицированы два общих генетических полиморфизма, связанных со сниженной активностью МТНFR. Один расположен в экзоне 4 в сайте связывания фолиевой кислоты (С677Т), превращая аланин в остаток валина [3]. У гомозиготных субъектов ТТ эта потеря функциональной мутации приводит примерно к 50 % активности фермента по сравнению с лицами без мутации и приводит к снижению синтеза 5-метилтетрагидрофолатов. Среди здоровых субъектов генотип С677Т связан

со значительно более высоким уровнем гомоцистеина и низким уровнем фолиевой кислоты в эритроцитах, чем у гетерозигот или людей с аллелями С дикого типа. Полиморфизм (A1298C) находится в экзоне 7 в предполагаемом регуляторном домене [4; 5]. Эта трансверсия превращает глутамин в остаток аланина и снижает активность фермента до 60% от контрольных значений при сочетанной гетерозиготности с полиморфизмом С677Т. На данный момент накопилось много научных знаний, демонстрирующих связь наследственной недостаточности ферментов с нарушениями метаболизма гомоцистеина. Следует отметить, что на обмен фолиевой кислоты влияет ряд модифицирующих факторов, таких как питание, образ жизни, климатические условия. Для этнических индийцев это является особенно важным, т.к. при смене места жительства происходит изменение условий жизни. Наличие неблагоприятных аллельных вариантов генов фолатного обмена в сочетании с другими факторами, такими как табакокурение, алиментарный дефицит фолатов и злоупотребление алкоголем, может существенно повысить риск развития гипергомоцистеинемии [4; 5].

Цель. Анализ влияния мутаций генов MTHFR C677T C>T (rs1801133); MTHFR A1298C A>C (rs1801131); MTR A2756G A>G (rs1805087); MTRR A66G A>G (rs1801394) на обмен фолиевой кислоты и гомоцистеина у этнических индийцев с учетом стажа их проживания в г. Архангельск, наличия или отсутствия курения, образа питания, употребления алкоголя.

Материалы и методы. Исследование было выполнено на выборке этнических индийцев, обучающихся в ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет" (СГМУ) города Архангельск. Исследование проведено на базе ГБУЗ АО "Первая городская клиническая больница имени Е. Е. Волосевич" (г. Архангельск). Критерии включения в исследование: здоровые добровольцы обоих полов в возрасте от 19 до 30 лет, этнические индийцы, письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Дизайн исследования был одобрен локальным этническим комитетом СГМУ. В исследование включено 139 студентов этнических индийцев. Проведено анкетирование участников и лабораторное молекулярно-генетическое исследование генов, влияющих на состояние фолатного статуса, методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени. Генотипирование однонуклеотидных полиморфных аллельных вариантов генов фолатного цикла выполнено

методом ПЦР в режиме реального времени. Обработка результатов проведена с помощью базы Excel.

Результаты. Стаж проживания в г. Архангельск варьируется от 0 до 6 лет. По данным опроса 12 % индийцев являются вегетарианцами, 64 % употребляет кофе, 18 % употребляет алкоголь и курит. Анализы фолиевой кислоты варьируются от 3 до 25 нг/мл, гомоцистеина от 5 до 10 мкмоль/л. MTHFR C677T аллель дикого типа имеет 76 % исследованных; MTHFR C677T гетерозиготный аллельный вариант СТ имеет 14 %; MTHFR A1298C дикого типа АА имеет 35 % исследованных; MTHFR A1298C гетерозиготный аллельный вариант АС 43,9 %, MTHFR A1298C гомозиготный аллельный вариант АА 12,5%; MTR A2756G аллель дикого типа АА 49 %, MTR A2756G гетерозиготный аллельный вариант АГ 42 %, MTR A2756G гомозиготный аллельный вариант GG 9 %; MTRR A66G аллель дикого типа АА 24 %, MTRR A66G гетерозиготный аллельный вариант АГ 48 %, MTRR A66G гомозиготный аллельный вариант GG 28 %.

Выводы. Наличие неблагоприятных аллельных вариантов генов фолатного обмена в сочетании с модифицирующими факторами, такими как табакокурение, алиментарный дефицит фолатов и злоупотребление алкоголем, может существенно повысить риск развития гипергомоцистеинемии и связанных с ней патологических состояний.

Библиографический список

1. Polymorphisms in genes involved in folate metabolism and colorectal neoplasia: A HuGE review / Sharp L., [et al.] // *Am J Epidemiol.* 2004. Vol. 159. P. 423–43.
2. Human MTHFR gene and genotype/phenotype correlations in severe MTHFR deficiency. / Goyette P., [et al.] // *Am J Human Genet.* 1994. Vol. 56. – P. 1052–1059.
3. A candidate genetic risk factor for vascular disease, a common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase. / Frost P., [et al.] // *Nat Genet.* 1995. Vol. 10. P. 111–113.
4. Gene structure of human and mouse methylenetetrahydrofolate reductase. / Goyette P., [et al.] // *Mammalian Genome.* 1998. Vol. 9. P. 652–656.
5. A second common mutation in the MTHFR gene: an additional risk factor for neural tube defects. / Van der Put N. M., [et al.] // *Am J Hum Genet.* 1998. Vol. 62. P. 1044-1055.

Высоко дифференцированная аденокарцинома печеночного угла ободочной кишки с вращением в слепую кишку. Внутреннее ущемление тонкой кишки

Шейкина К. Е., Белозеров А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра клинической медицины, *krissejk@gmail.com*)

Аннотация. Представлен случай хирургического лечения рака поперечноободочной кишки с вращением в переднюю брюшную стенку и слепую кишку, с внутренним ущемлением и некрозом участка тонкой кишки. Острая кишечная непроходимость, вызванная внутренним ущемлением тонкой кишки, в практике ургентной хирургии встречается очень редко 1–2 % всех форм острой кишечной непроходимости, и, как правило, она является операционной находкой. Внутреннее ущемление тонкой кишки может протекать без яркой клинической картины острой кишечной непроходимости, что может привести к поздней диагностике, перфорации кишки и перитониту [1].

Abstract. A case of surgical treatment of cancer of the transverse colon with ingrowth into the anterior abdominal wall and caecum, with internal infringement and necrosis of the small intestine is presented. Acute intestinal obstruction caused by internal strangulation of the small intestine is very rare in the practice of urgent surgery, accounting for 1–2% of all forms of acute intestinal obstruction, and, as a rule, it is an operational finding. Internal infringement of the small intestine can occur without a clear clinical picture of acute intestinal obstruction, which can lead to late diagnosis, intestinal perforation and peritonitis.

Ключевые слова: острая кишечная непроходимость, рак поперечноободочной кишки, тонко-тонкокишечный анастомоз, правосторонняя гемиколэктомия

Key words: acute intestinal obstruction, transverse colon cancer, small-intestinal anastomosis, right hemicolectomy

Пациентка О, 1983 года. Жалобы на боли в животе, тошноту, рвоту. Анамнез: считает себя больной в течение 6 часов. Доставлена в тяжелом состоянии скорой помощью с подозрением на острую кишечную непроходимость.

В анамнезе жизни было отмечено: умеренно дифференцированная муцинозная аденокарцинома поперечноободочной кишки со стенозом. При осмотре живот был ассиметричен, подвдут, умеренно болезненный при пальпации в мезогастрии и гипогастрии, где пальпировался плотный, неподвижный, болезненный инфильтрат размерами 10x12 см. Стул был скудный, оформленный, обычной окраски.

При рентгенографии брюшной полости была выявлена локальная пневматизация ободочной кишки. Предоперационный диагноз: рак поперечноободочной кишки. Высокая тонкокишечная непроходимость.

Пациентке была проведена лапаротомия. При ревизии органов брюшной полости в правой 1/3 поперечноободочной кишки имелась плотная, бугристая опухоль, размерами 8х6 см, интимно спаянная со слепой кишкой и передней брюшной стенкой. В образовавшемся окне между брыжейкой поперечноободочной кишки и восходящей ободочной кишкой ущемлена тонкая кишка (рисунок 1) в 20 см от связки Трейца на протяжении 75 см. Ущемленная тонкая кишка была извлечена и признана нежизнеспособной. Произведена резекция 90 см тонкой кишки, отступя 5 см в проксимальном и 15 см в дистальном направлении от видимой зоны некроза, с наложением тонко-тонкокишечного анастомоза "бок-в-бок" у связки Трейца [2]. Врастающая опухоль поперечноободочной кишки отделена от передней брюшной стенки. Произведена правосторонняя гемиколэктомия с лимфаденэктомией D2, с наложением тонко-толстокишечного анастомоза "бок-в-бок".

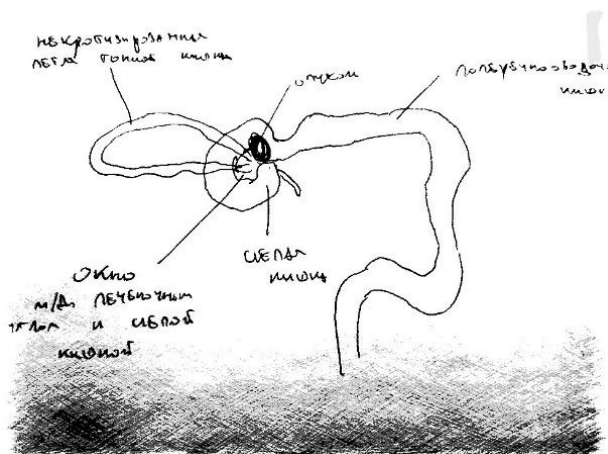


Рисунок 1 – Внутреннее ущемление тонкой кишки

Диагноз после операции: Рак печеночного угла поперечноободочной кишки с врастанием в переднюю брюшную стенку и слепую кишку. Внутреннее ущемление тонкой кишки с некрозом. Высокая тонкокишечная непроходимость.

В послеоперационном периоде пациентка находилась на лечении в ОАР, где проводилась консервативная инфузионная, антибактериальная терапия, перевязки. После стабилизации на третий день переведена для дальнейшего лечения в хирургическое отделение № 1, где была продолжена консервативная терапия, перевязки.

Гистологическое исследование:

1. Высокодифференцированная аденокарцинома восходящего отдела ободочной кишки (низкой степени злокачественности) с инвазией в брыжейку кишки, прорастанием серозной оболочки, формированием опухолевого узла р.14,0х12,0х7,0 см. Края резекции в пределах здоровых тканей. В брыжейке кишки измененных лимфатических узлов не обнаружено. М 8140/3, G 1.

2. Фрагмент тонкой кишки длиной 87,0 см с гангренозными изменениями, странгуляционными бороздами по краям гангренозноизмененного участка, геморрагическим пропитыванием брыжейки кишки. В краях резекции признаки острого расстройства кровообращения.

Пациентка консультирована с врачом-онкологом.

Пациентка была выписана на 12 день госпитализации в удовлетворительном состоянии для дальнейшего лечения и наблюдения у хирурга и онколога поликлиники по месту жительства.

Библиографический список

1. Гусейнов А. Х., Мамедов, Д. С. Внутреннее ущемление тонкой кишки. Хирургия / А. Х. Гусейнов, Мамедов Д. С. // Журнал имени Н. И. Пирогова. 2011. № 2. С. 65– 66.

2. Оперативная хирургия и топографическая анатомия : Учебник для мед. ин-тов / Г. Е. Островерхов, Д. Н. Лубоцкий, Ю. М. Бомаш. 3-е изд., испр. и доп. М. : Медицина, 1972. 711 с.

Влияние перенесенных урогенитальных инфекций на гамето- и эмбриогенез

Гарбуль А. В.¹, Терехова Н. А.² (¹ г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра микробиологии и биохимии, Anna.cicumaria@yandex.ru, ² г. Санкт-Петербург, клиника NGC)

Аннотация: В работе рассмотрено влияние инфекций патологического генеза на гаметогенез, эмбриогенез и частоту наступления имплантации. Перенесенные урогенитальные инфекции фрагментарно влияют на качество эякулята, негативно влияют на качество получаемых ооцитов, ухудшают качество образовавшихся эмбрионов. Это приводит к низкой частоте имплантации. Данная работа носит информативный характер по предупреждению пациентов о более длительном прохождении цикла ЭКО и о возможно, негативных результатах.

Abstract: The work examines the influence of infections of pathological origin on gametogenesis, embryogenesis and the frequency of implantation. Previous urogenital infections have a fragmentary effect on the quality of the ejaculate, negatively affect the quality of the resulting oocytes, and worsen the quality of the resulting embryos. This results in a low implantation rate. This work is of an informative nature to warn patients about a longer IVF cycle and possible negative results.

Ключевые слова: урогенитальные инфекции, ооцит, спермии, гаметогенез, эмбриогенез, имплантация

Key words: urogenital infections, oocyte, sperm, gametogenesis, embryogenesis, implantation

В настоящее время известно более 20 инфекций, передающихся половым путем, среди которых хламидийная инфекция постепенно вытесняет возбудителей классических болезней бактериальной этиологии (сифилис, гонорея), как в плане значимости, так и по частоте встречаемости.

Отсутствие специфической картины воспаления, вялое, а зачастую бессимптомное течение осложняют диагностику данных заболеваний, что способствует формированию хронической формы процесса и развитию таких осложнений, как бесплодие, фоновые и предраковые заболевания шейки матки, внематочная беременность, тазовые боли, невынашивание беременности, внутриутробное инфицирование плода, повышение заболеваемости и смертности новорожденных.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ показателей спермато- и оогенеза у лиц контрольной группы и группы с отягощенным анамнезом, проведена оценка влияния патогенных микроорганизмов на ход эмбриогенеза в двух группах пациентов и изучена частота наступления имплантации.

В период с 2016 по 2021 гг. обследовано 100 супружеских пар репродуктивного возраста, из которых: 50 – контрольная группа и 50 – с отягощенным анамнезом. Методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) исследовали клинический материал пациентов на наличие перенесенных урогенитальных инфекций. Кроме того, в группах проводили оценку качества: эякулята, ооцитов, эмбрионов и частоту наступления имплантации. При вступлении в цикл экстракорпорального оплодотворения, пациенты сдают анализ на выявление урогенитальных инфекций методом полимеразной цепной реакции [1].

У пациентов контрольной группы данные инфекции не обнаружены, а у группы с отягощенным анамнезом изначально выявлены инфекции, после чего им назначена медикаментозная терапия. По истечению медикаментозной терапии группа с отягощенным анамнезом прошла повторно анализ на урогенитальные инфекции методом ПЦР, полученный результат – отрицательный.

В норме концентрация сперматозоидов составляет 15 млн/мл, при этом активно-подвижных форм спермиев должно содержаться ≥ 32 % [2]. Морфология спермиев оценивается по нормальному строению головки, шейки, хвоста и по наличию вакуолей в акросомальной области. Норма значений составляет ≥ 4 % [2]. У лиц контрольной группы концентрация, количество активно-подвижных форм и морфология спермиев наблюдается в пределах нормы. У лиц с отягощенным анамнезом концентрация сперматозоидов, по сравнению с контрольной группой, снижена в 8 раз, количество активно-подвижных форм спермиев составляет – 90 % и с нормальным строением – 46 %.

Нормальный ответ яичников на стимуляцию суперовуляции составляет ≥ 8 ооцит-кумулюсных комплексов [2]. У пациентов контрольной группы после прохождения стимуляции суперовуляции, ответ яичников в норме и составляет 100 % как по количеству ооцитов, так и по объему фолликулярной жидкости. В группе с отягощенным анамнезом после прохождения стимуляции ответ яичников снижается до 18%, т.к. у 24 пациен-

тов получено от 2–4 ооцит-кумулюсных комплексов, у 17 – 5–7 ооцит-кумулюсных комплексов, но снижается фолликулярный объем жидкости. У пациентов группы с отягощенным анамнезом получены в 36 % случаев ооцит-кумулюсные комплексы хорошего качества: кумулюс – многослойный компактный или разрыхленный, плотно прилегает к зоне пеллюцида, ооплазма имеет незначительную грануляцию, прозрачная оболочка округлая, мерцающая, не имеет дефектов, равномерная по толщине. В 44 % – удовлетворительного качества: кумулюс частично отслоившийся, ооплазма имеет участки зернистости, прозрачная оболочка равномерная по толщине. В 20 % – неудовлетворительного качества: кумулюс отсутствует, ооплазма мелкозернистая по всему объему, прозрачная оболочка круглая, равномерная по толщине.

У этих же пациентов получены 2 % эмбрионов отличного качества: внутриклеточная масса хорошо сформирована, плотная, трофобласт многоклеточный, однослойный; 4 % – хорошего качества: внутриклеточная масса компактная, без включений, трофобласт имеет незначительные дефекты; 50 % – удовлетворительного качества: бластоцисты с увеличенной внутриклеточной массой, имеет неравномерное строение и включения, трофобласт образован из малого количества клеток; 44 % – неудовлетворительного качества: эмбрионы, отстающие в развитии на сутки, то есть морулы разного качества.

О наступлении беременности судят по уровню содержания хорионического гонадотропина (ХГЧ), который в норме на 14 день составляет ≥ 25 Ед/мл [2]. У контрольной группы, через 2 недели после переноса эмбриона в полость матки, по результатам сдачи анализа на ХГЧ, имплантация наступила в 100 %, то есть у всех пациентов уровень β -субъединицы выше контрольного значения. У пациентов группы с отягощенным анамнезом имплантация наступила только в 6% случаев (у 47 пациентов уровень β -субъединицы составляет $\leq 1,2$ Ед/мл, а у 3 пациентов – ≤ 25 Ед/мл).

Библиографический список

1. Зорин В. В. Основы полимеразной цепной реакции / В. В. Зорин. 2-е изд. М. : ДНК-ТЕХНОЛОГИЯ, 2018. 101 с.
2. Назаренко Г. И., Клишкун А. А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г. И. Назаренко, А. А. Клишкун. М. : Медицина, 2006. 544 с.

Лабораторная диагностика нарушений фолатного обмена в выборке этнических ненцев, постоянно проживающих в Ненецком автономном округе

Мурцева Д. А., Цымлякова К. А., Воробьева Н. А., Воронцова А. С.
(г. Архангельск, ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет" Минздрава России, кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии, *Daria-ts@mail.ru*)

Аннотация. Фолатный цикл влияет на многие жизненно важные процессы, включая строительство ДНК и работу генов. Необходимо изучить особенности фолатного обмена у народов крайнего севера, проживающих в Ненецком автономном округе, учитывая особенности жизни этого народа.

Abstract. The folate cycle influences many vital processes, including DNA construction and gene function. It is necessary to study the features of folate metabolism among the peoples of the Far North living in the Nenets Autonomous Okrug, taking into account the peculiarities of life of this people.

Ключевые слова: фолаты, фолатный обмен, ненцы, гомоцистеин, Крайний Север
Key words: folates, folate metabolism, Nenets, homocysteine, Far North

Освоение территории Ненецкого автономного округа (НАО) вполне объяснимо привело к внедрению в традиционный стиль жизни коренных народов севера пищевых и поведенческих привычек так называемого "европейского" типа [1]. За этим последовал рост среди населения сердечно-сосудистых заболеваний, снижению иммунитета и демографическому спаду. Питание – важный фактор, формирующий здоровье человека. Кухня ненцев включает в себя преимущественно пищу животного происхождения, сыроедение [2]. Долгие годы этот рацион обеспечивал коренным народам оптимальный уровень нутриентов. В настоящий момент исторически сложившийся характер питания деформирован, вследствие внедрения европейских привычек, лишаящих его ряда витаминов, которые при отсутствии зелени, овощей и фруктов, ранее могло заменять сырое мясо [3].

Отсутствие в рационе свежей растительной пищи сильнее всего отражается на фолатном обмене, имеющем большое значение в жизнедеятельности всех клеток организма. Фолатный обмен включает в себя каскад сложных процессов, которые необходимы для синтеза метионина из гомоцистеина (Гц). Нарушение фолатного цикла приводит к накоплению Гц в клетках и повышению общего уровня Гц в плазме, это состояние называется гипергомоцистеинемия (ГГц). Гц обладает токсическим, атерогенным

и тромбофилическим действием, что обуславливает повышенный риск развития ряда патологических процессов. Носительство полиморфизмов генов ферментов фолатного цикла также может являться причиной нарушений фолатного обмена [4; 5]. В совокупности с гиповитаминозом В₉ и В₁₂ это может усугублять состояние ГГЦ.

Цель исследования: оценка алиментарного статуса, особенностей образа жизни и распространенности полиморфизмов генов основных ферментов фолатного цикла в выборке коренной популяции НАО их связь с риском развития различных патологических состояний.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе кафедры клинической фармакологии и фармакотерапии СГМУ. В исследование было включено 42 человек, проведено анкетирование участников. Анкета включала в себя вопросы, направленные на выявление особенностей образа жизни и наличия модифицируемых факторов, влияющих на обмен фолатов. Критерии включения в исследование: этническая принадлежность до 4 степени родства к коренному населению НАО; постоянное проживание на территории НАО; здоровые добровольцы обоих полов, письменное информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения из исследования: отсутствие письменного информированного согласия на участие в исследовании; принадлежность к другим этносам или метисам; родственная связь исследуемых до 2 степени родства; отказ от участия на любом из этапов исследования.

Молекулярно-генетическое исследование для определения частоты встречаемости генотипов и аллелей генов ферментов, участвующих в фолатном цикле, определение уровня фолатов и ГЦ в сыворотке крови иммунологическим методом было произведено на базе лаборатории ГБУЗ АО "Первая городская клиническая больница имени Е. Е. Волосевич". Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом СГМУ. Статистическая обработка данных, полученных в ходе исследования, проводилась с использованием программного обеспечения Microsoft Office for Windows, Excel, 2016.

Результаты. Возраст участников составил от 18 до 73 лет (средний возраст – 37 лет), при этом возраст мужчин – от 18 до 62 лет, женщин – от 18 до 73 лет. Количество женщин в выборке – 27 человек (64 %), мужчин – 15 человек (35 %). Была проанализирована распространенность полиморфизма генов ключевых ферментов фолатного обмена в выборке (n=42): MTHFR (C677T, A1298C), MTR (A2756G), MTRR (A66G). По результатам исследования в данной выборке был наиболее распространен "дикий" тип полиморфизма во всех проанализированных аллельных вари-

антах генов, кроме гена редуктазы метионинсинтазы MTR: гетерозиготный вариант A2756G встречался чаще (у 52,38 % добровольцев).

Гетерозиготный вариант полиморфизма C677T гена MTHFR (rs 1801133) C/T был выявлен у 9,52 % добровольцев. Полиморфизм A1298C гена MTHFR (rs 1801131) в гетерозиготном варианте A/C обнаружен у 35,71 % участников исследования, а гомозиготный C/C – у 9,52 %. Гетерозиготный аллельный вариант полиморфизма гена метионин синтазы MTR A2756G (rs1805087) A/G выявлен у 47,62 %. Мутантный аллельный вариант G /G полиморфизма гена MTRR A66G (rs1801394) обнаружен у 38% исследуемых. У 67 % добровольцев был выявлен низкий уровень фолатов , а у 59,52 % – повышенный уровень Гц.

Выводы. Условия проживания в арктическом регионе, рацион питания, воздействие алкоголя и никотина в совокупности с неблагоприятными вариантами аллельных генов, кодирующих ферменты фолатного цикла, приводят к развитию дефицита фолатов у коренного населения НАО, следствием чего является развитие состояния ГГц, которая, представляет собой фактор риска для возникновения различных патологий.

Библиографический список

1. Лукин Ю. Ф. Являются ли ненцы вымирающим этносом? // *АиС*. 2013. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yavlyayutsya-li-nentsy-vumirayuschim-etnosom>.
2. Оценка включения витаминно-минерального комплекса в рацион организационного питания работающих в условиях Арктической зоны / И. И. Новикова, С. П. Романенко, М. В. Семенихина [и др.] // *Российская Арктика*. 2023. Т. 5, № 3. С. 40–47. URL: <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2023-3-40-47>.
3. Алиментарный статус коренного населения ненецкого автономного округа / Н. И. Белова, П. А. Лавринов, Н. А. Воробьева [и др.] // *Экология человека*. 2013. Т. 20. № 7. С. 10–14.
4. Полиморфизм генов ферментов фолатного цикла в популяции ненцев Ненецкого автономного округа / Н. И. Белова, Н. А. Воробьева // *Актуальные вопросы трансфузиологии и клинической медицины*. 2015. № 1.
5. Патогенетическое и клиническое обоснование комплексной профилактики гипергомоцистеинемии / М. Ю. Андрианова, Е. В. Ройтман, А. М. Исаева [и др.] // *Архивъ внутренней медицины*. 2014. (4). С. 32–38. URL: <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2014-0-4-32-38>.

Распространенность вируса папилломы человека среди женского населения Мурманской области

Кривенко О. Г., Ширшаева А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра клинической медицины, *krivenkoog@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Из 13 280 обследованных инфицировано ВПЧ – 1 983 женщины. Преобладала моноинфекция – 91,1 %, чаще выявлялся ВПЧ генотипа 16. В микст инфекции преобладало сочетание ВПЧ 16 и 33 типов.

Abstract. Of the 13 280 examined, 1 983 women were infected with HPV. Mono-infection prevailed – 91.1 %, HPV genotype 16 was more often detected. A combination of HPV types 16 and 33 prevailed in the mixed infection.

Ключевые слова: ВПЧ, ВПЧ высокого риска (ВР), папилломовирусная инфекция
Key words: HPV, high-risk HPV (HR), papillomovirus infection

ВПЧ-ассоциированные заболевания наиболее частый вид инфекции, передаваемый половым путем. Около 10 % женского населения РФ инфицированы ВПЧ 16 и 18 типов. Более 5 % общей онкологической заболеваемости составляют ВПЧ-ассоциированные заболевания [4].

За период 2018–2022 гг. в Мурманской Централизованной многофункциональной лаборатории ГОБУЗ "МОКБ имени П. А. Баяндина" исследован биологический материал на ДНК ВПЧ высокого онкогенного риска (16,18,31,33) 13 280 пациенток, проживающих в населенных пунктах МО. Положительные результаты получены у 1 983 (14,9 %) обследованных.

Выявлено преобладание у инфицированных женщин моноинфекции, ведущим серотипом оказался ВПЧ 16 (54,8 %) – имеет наибольшее этиологическое значение в развитии неопластических процессов шейки матки [1].

У 176 (8,9 %) пациенток выявлена смешанная инфекция (рисунок 1). Доминировало инфицирование двумя генотипами ВПЧ, чаще других выявлялись сочетание ВПЧ типов 16, 31 – 52 случая и ВПЧ типов 16, 33 – 45 случаев. Данные типы ВПЧ входят в группу вирусов высокого онкогенного риска. Генотипы 16, 31, 33 являются причиной интраэпителиальной неоплазии шейки матки, ВПЧ типа 16 обладает наиболее высоким злокаче-

ственным потенциалом, в 54 % случаев рака шейки матки причиной считают ВПЧ 16 типа [2].

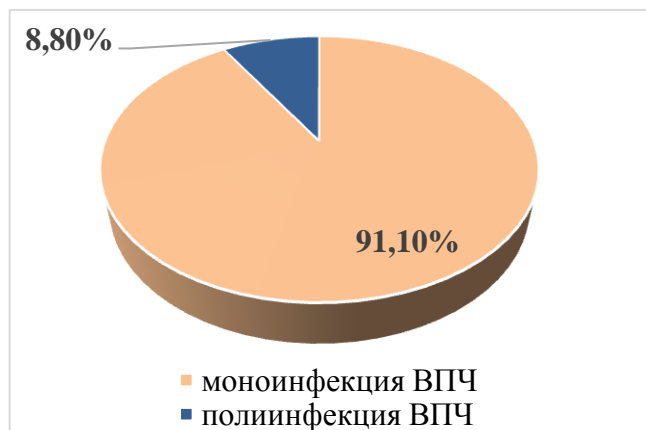


Рисунок 1 – Доля обследованных с выявленной моно – и микст инфекцией ВПЧ

В исследуемый период стабильно высокое количество инфицированных женщин приходится на возрастные группы 20–29 и 30–39 лет (рисунок 2), что согласуется с современными представлениями по эпидемиологии ВПЧ-инфекции. В данную группу входят наиболее мобильные, работоспособные и сексуально активные женщины.

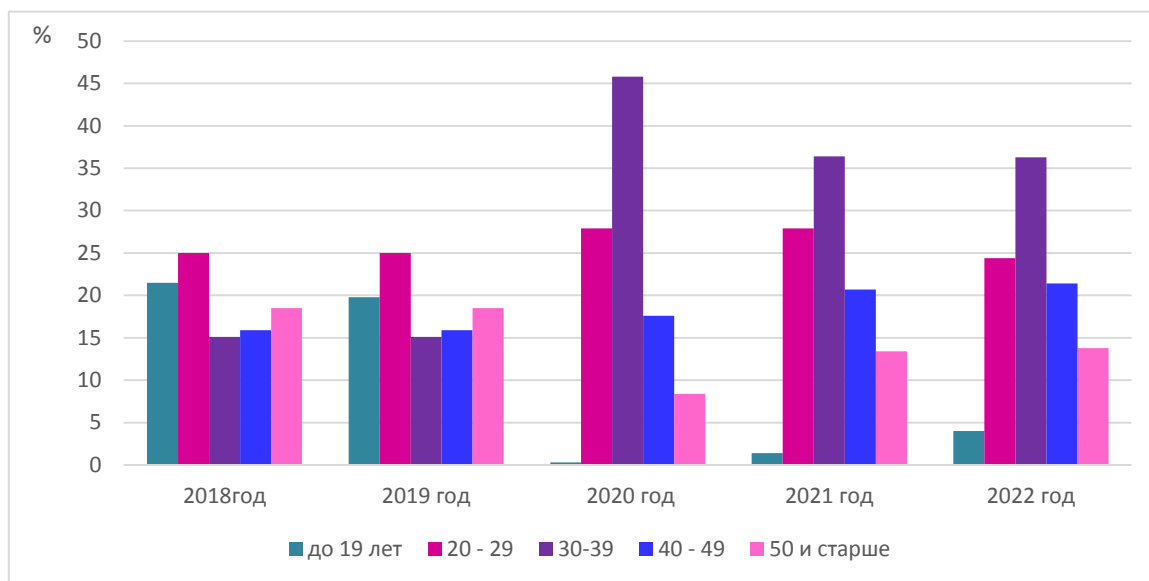


Рисунок 2 – Выявление ВПЧ в возрастных группах (%)

Выявлено некоторое снижение доли инфицированных в группе старше 50 лет. Факторами, которые поддерживают заболеваемость женщин в этой возрастной группе считают изменения гормонального и иммунного статуса, а также возрастные изменения слизистой оболочки и биоценоза урогенитального тракта. Обнаружение ВПЧ в этой группе обследуемых

может быть результатом новой инфекции или реактивацией латентной инфекции низкого уровня [3].

Таким образом, в МО проводится выявление и типирование только ВПЧ высокого онкогенного риска – 16, 18, 31, 33. Доля инфицированных женщин – 14,9 %, преобладает моноинфекция, ведущим серотипом является ВПЧ 16 (54,8 %).

Генотипирование ВПЧ только высокого канцерогенного риска недостаточно для определения групп риска по развитию патологических процессов шейки матки. Расширение списка диагностируемых генотипов ВПЧ также необходимо для выбора оптимальной схемы вакцинации женского населения в МО.

Библиографический список

1. Встречаемость 16 генотипа у женщин, инфицированных вирусом папилломы человека / В. А. Ершов, А. С. Лисянская, А. А. Вязовая, О. В. Нарвская // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2011. Т. 18, № 3. С. 85–86.
2. Папилломавирусная инфекция и впч-ассоциированные заболевания / Н. В. Зароченцева, Ю. М. Белая, Г. А. Самсыгина [и др.] // Лечащий врач. 2017. № 4. С. 56.
3. Довлетханова Э. Р. Диагностика ВПЧ-ассоциированных заболеваний шейки матки у женщин в постменопаузе. Проблемы и пути решения / Э. Р. Довлетханова // Фарматека. 2022. Т. 29, № 6. С. 71–75.
4. Распространенность папилломавирусов человека высокого и низкого онкогенного риска на территории Российской Федерации / Е. Б. Файзулов, А. Н. Каира, Т. Р. Узбеков и др. // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2021. Т. 39, № 4. С. 39–47.

Показатели качества и безопасности кормов для непродуктивных животных (для аквариумных, декоративных рыб)

Ускова И. В., Потешкина В. А., Болелов И. Д. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра микробиологии и биохимии, uskovaiv@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье исследована динамика микробиологических и физико-химических показателей безопасности сублимированных кормов для непродуктивных животных (для аквариумных рыб) в процессе хранения. Выделены и идентифицированы культуральные дрожжи рода *Saccharomyces* и бактерии *Bacillus subtilis*.

Abstract. The article examines the dynamics of microbiological and physico-chemical safety indicators of freeze-dried food for non-productive animals (for aquarium fish) during storage. Cultural yeasts of the genus *Saccharomyces* and bacteria *Bacillus subtilis* were isolated and identified.

Ключевые слова: сублимированные корма, микробная обсемененность, степень гидролиза, показатели безопасности сухих кормов, хранение, *Bacillus subtilis*, дрожжи

Key words: freeze-dried food, microbial content, degree of hydrolysis, safety parameters of dry food, storage, *Bacillus subtilis*, yeast

Сублимированные корма являются самыми доступными источниками нутриентов для аквариумных рыб и других непродуктивных животных, поэтому они должны быть нетоксичными, безопасными по содержанию патогенных микроорганизмов и обладать низким уровнем общей микробной обсемененности. При интенсивном развитии бактерий и микроскопических грибов в кормах, в процессе их хранения, в результате ферментативной деятельности микроорганизмов происходит прогоркание жиров и распад белков. В результате, образующиеся токсины и продукты распада органических веществ кормов становятся опасными не только для самой рыбы, но также могут загрязнять окружающую среду и представлять опасность для других представителей биоценоза.

Поэтому исследование динамики микробиологических и химических показателей безопасности сублимированных кормов в процессе их хранения уже после вскрытия производственной упаковки, могут послужить основанием для пересмотра условий их хранения в домашних условиях и разработки четких рекомендаций для потребителя.

Во всех исследуемых образцах сухих кормов для непродуктивных животных патогенные и условно-патогенные микроорганизмы отсутствовали. Общая численность бактерий во всех образцах не превышала норму.

Общая численность грибов (ОЧГ), согласно действующей нормативно-технической документации, не нормируется, тем не менее ОЧГ, особенно их токсины могут быть опасны для здоровья животных, к тому же в проекте ТР ТС "О безопасности кормов и кормовых добавок" они заявлены как санитарно-показательные. Во всех образцах кормов в процессе хранения наблюдалось отсутствие контаминации плесневыми и дрожжевыми грибами. Однако, по литературным данным [1–3], именно сухие и сублимированные корма чаще всего заражены плесневыми грибами, которые могут вызывать микозы и микотоксикозы у животных. Возможно, в исследованные нами корма были добавлены химические реагенты (фунгициды), не указанные производителями.

В сублимированных кормах, в составе которых были заявлены производителем пробиотики (являющиеся источником пищевых нутриентов), на разных этапах их хранения нами были выделены и идентифицированы культурные дрожжи рода *Saccharomyces* и бактерии *Bacillus subtilis*, что указывает на сохранение жизнестойкости технически полезной микрофлоры в процессе хранения кормов. В свою очередь, даже незначительные изменения условий хранения сухих кормов могут спровоцировать активный рост добавленных микроорганизмов, что негативно отразится на пищевой ценности продукта.

В кормах, обогащенных производителем витаминами В1 (тиамин) и В2 (рибофлавин), при хранении концентрация этих витаминов оказалась значительно меньше, чем в фоновой пробе. Причиной тому могут быть неправильные режимы хранения и транспортировки кормов, соответственно промышленное обогащение витаминами сублимированных кормов становится неэффективным.

При определении физико-химических показателей качества кормов были установлены низкие значения перекисного числа жиров, что указывает на низкую степень окислительной порчи.

Кислотное число определяли для оценки степени гидролиза жира, входящего в состав кормов, при хранении и результаты данных исследований могут быть применены для определения оптимального срока годности кормов после вскрытия.

Чем больше кислотное число, тем выше содержание свободных жирных кислот и тем интенсивнее идет процесс гидролиза. При хранении происходит гидролиз ацилглицеролов, который приводит к накоплению свободных жирных кислот и снижению, вследствие этого, качества кормов.

В сухих кормах для непродуктивных животных эти показатели не нормируются (по действующим регламентам). Однако, по ГОСТ 9393-82 кислотное число ветеринарного жира не должно превышать 3,0 мг*КОН/г.

Исследования проводили 3 раза для всех кормов, в день вскрытия, через 90 дней и 12 месяцев хранения, в результате которых было определено, что кислотное число жиров в кормах увеличивалось примерно на 0,1 мг*КОН/г в течение 1 месяца. Процесс протекал неравномерно, в первые месяцы гидролиз шел активной (~0,1 мг*КОН/г в месяц), замедляясь в дальнейшем.

По изменению показателя кислотного числа жиров был установлен срок годности открытых сублимированных кормов для непродуктивных животных, который должен составлять не более 10–12 месяцев.

Библиографический список

1. Бурлаченко И. В. Теоретические и прикладные аспекты повышения резистентности осетровых рыб в аквакультуре : автореф. дис. док. биол. наук: 03.00.10 / Бурлаченко Ирина Виленовна. М., 2007. 49 с.
2. Скляр В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр. М. : ВНИРО, 2008. 150 с.
3. Хрусталева Е. И. Корма и кормление в аквакультуре : учебник / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. СПб. : Лань, 2017. 388 с.

Показатели интернет-зависимого поведения у молодых людей 16-18 лет, проживающих в условиях арктического региона (на примере г. Архангельска)

Уханова А. В., Поскотинова Л. В. (г. Архангельск, ФГБУН "Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук", *Karmy-anny@yandex.ru*)

Аннотация. В статье приводятся результаты диагностики распространения интернет-зависимости среди молодых лиц 16–18 лет, проживающих на одной из территорий Арктической зоны Российской Федерации (в г. Архангельске).

Abstract. The article presents the results of diagnosing the spread of Internet addiction among young people aged 16-18 years living in one of the territories of the Arctic zone of the Russian Federation (in Arkhangelsk).

Ключевые слова: интернет-зависимость, аддиктивное поведение молодежи

Key words: internet addiction, addictive behavior of youth

Обоснование. Научно-технологический прогресс и активное развитие телекоммуникационной инфраструктуры привели к тому, что интернет стал значимой и неотъемлемой частью повседневной жизни современного человека. Помимо положительных моментов и больших возможностей, которые несет в себе Интернет, его использование может приводить и к негативным последствиям. Одной из наиболее серьезных проблем, связанных с использованием Интернета, является болезненное пристрастие к нему, называемое интернет-зависимостью. При данной форме нехимической аддикции наблюдается значительное ухудшение социального функционирования, психического и физического здоровья [1]. Однако наиболее выраженное деструктивное влияние интернет-аддикции отмечается в детском и подростковом возрастах. Это объясняется тем, что именно в подростковом периоде происходит активное становление эндокринной системы и формирование функциональных связей в коре головного мозга [2; 3], а психика отличается особой уязвимостью и восприимчивостью [4].

При рассмотрении выборок подростков школьников 15–17 лет в 2020–2022 гг. отмечается тенденция более выраженного риска интернет-зависимого поведения у жителей арктических территорий, как европейской части, так азиатской части Арктической зоны РФ (АЗРФ), в сравнении с жителями южного региона России [5]. Учитывая интенсивность социаль-

ных, геополитических трансформаций современного общества, основой социально-экономического потенциала территории будет выступать молодежь, в число которой входят как учащиеся выпускных классов школ, так и студенчество. В этой связи представляется важным осуществлять мониторинг вовлеченности молодого поколения в интернет-пространство и динамическую оценку риска интернет-зависимости у молодежи, в том числе для формирования перспектив эффективного использования интернета в рамках молодежной политики в регионе.

Все вышесказанное обуславливает актуальность изучения различных аспектов интернет-зависимости у лиц молодого возраста 16–18 лет, в том числе масштабов ее распространения, особенно с учетом региона проживания. Таким образом, целью исследования стало выявление распространенности интернет-зависимого поведения среди молодых людей, проживающих на одной из территорий АЗРФ (г. Архангельск).

Материалы и методы. В исследовании (январь–март 2023 г.), проведенном на базе учебных заведений среднего общего, среднего специального и высшего образования г. Архангельска, приняли участие 115 молодых людей в возрасте 16–18 лет. Диагностика выраженности интернет-зависимости проводилась с использованием шкалы интернет-зависимости С. Чена (CIAS) в адаптации К. А. Феклисова, В. Л. Малыгина (где 27–42 балла соответствовали минимальному риску интернет-зависимости; 43–64 балла – выраженному риску интернет-зависимости; 65 баллов и более – симптомам интернет-зависимого поведения).

Результаты. В результате проведенного исследования было обнаружено, что лишь треть обследованных молодых людей (33,9 %) имели минимальный риск интернет-зависимости, определенный по шкале С. Чена (CIAS). 61,7 % участников исследования характеризовались выраженным риском интернет-зависимости, еще у 4,4 % (у 5 обследованных молодых людей) отмечались симптомы интернет-зависимого поведения.

Среднее арифметическое значение показателя интернет-зависимости в группе участников исследования составило $47,2 \pm 20,7$ балла (где 20,7 – удвоенное стандартное отклонение), что также свидетельствует о значительной доле лиц со склонностью к развитию интернет-зависимого поведения.

Заключение. Результаты проведенного исследования подтверждают высокий риск формирования интернет-зависимости у современных моло-

дых людей, проживающих в АЗРФ, в данном случае с учетом студенчества. Развитию интернет-зависимости способствует нереализованность молодого человека в социальной среде, а также экономические факторы (трудности в получении желаемого экономического обеспечения в семье), что вынуждает искать возможностей для самореализации в интернет-пространстве. Дальнейшее изучение особенностей интернет-зависимости у молодых людей и факторов ее формирования необходимо проводить во взаимосвязи с социально-экономическими условиями их проживания и качеством жизни. Кроме того, необходимо продолжить исследования по изучению взаимосвязей интернет-зависимого поведения и состояния регуляторных систем организма, в первую очередь, сердечно-сосудистой системы. Это позволит предложить методы целенаправленной медико-социальной работы по предупреждению и профилактике развития данного вида аддикции, а также поможет скорректировать программы социально-экономической поддержки молодежи в арктическом регионе.

Библиографический список

1. Кибитов А. О. Интернет-зависимость: клинические, биологические, генетические и психологические аспекты / А. О. Кибитов, А. В. Трусова, А. Ю. Егоров // Вопросы наркологии. 2019. № 2(173). С. 22–47.
2. Kelley K. J., Gruber, E. M. Problematic Internet use and physical health / K. J. Kelley, E. M. Gruber // Journal of Behavioral Addictions. 2013. Vol. 2, No. 2. P. 108–112.
3. Maturation of the adolescent brain / M. Haque, L. Johal, P. Mathur, W. Nel, A. Rais, R. Sandhu, S. Sharma // Neuropsychiatric Disease and Treatment. 2013. Vol. 9. P. 449–461.
4. Пережогин Л. О., Вострокнутов, Н. В. Нехимическая зависимость в детской психиатрической практике / Л. О. Пережогин, Н. В. Вострокнутов // Российский психиатрический журнал. 2009. № 4. С. 86–91.
5. Гальченко А. С. Сравнительный анализ выраженности интернет-зависимости у обучающихся образовательных организаций в регионах Российской Федерации / А. С. Гальченко, П. Е. Григорьев, Л. В. Поскотинова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. 2021. Т. 7(73). С. 109–117.

Диагностика сахарного диабета

Мишанина Л. А., Одажиу С. М., Русакова А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра клинической медицины, *dermed@mauniver.ru*)

Аннотация. Сахарный диабет – хроническое заболевание, возникающее в случаях, когда поджелудочная железа не вырабатывает достаточное количество инсулина или организм не может использовать его. Лабораторные исследования позволяют диагностировать сахарный диабет на ранних стадиях и предупредить развитие осложнений.

Abstract. Diabetes is a chronic disease that occurs when the pancreas does not produce enough insulin or the body cannot use it. Laboratory tests can diagnose diabetes in its early stages and prevent the development of complications.

Ключевые слова: сахарный диабет, диагностика, лабораторные показатели

Key words: diabetes mellitus, diagnosis, laboratory parameters

Сахарный диабет – метаболическое заболевание, характеризующееся гипергликемией, глюкозурией, нарушениями обменных процессов.

Одни из самых высоких показателей заболеваемости сахарным диабетом (СД) зарегистрированы в России. Данное заболевание является одним из главных факторов инвалидизации. Если не выявлять СД в ранний период, то велика вероятность проявления осложнений, которые могут привести к летальности. Именно по этим причинам лабораторное исследование играет важную роль для обнаружения и ранней диагностики сахарного диабета [1, с. 12; 2; 3, с. 354].

Цель – идентифицировать наиболее ценные лабораторные исследования для определения и отслеживания сахарного диабета.

Материалы исследования – венозная и капиллярная кровь, моча.

Применяемые лабораторные тесты: определение глюкозы в крови и моче, кетоновых тел, С-пептида, соотношения креатинина и альбумина мочи, гликозилированного гемоглобина, проведение теста на толерантность к глюкозе.

Исследования проводились на базе Мурманской областной больницы имени П. А. Баяндина в 2023 году. В отделения больницы было госпитализировано 567 больных с сахарным диабетом: 194 (34 %) – мужчины и 373 (66 %) – женщины. Из них: без осложнений 24 (31 %) человека (15 муж-

чин, 9 женщин), с осложнениями различной степени тяжести – 543 (69 %) (179 мужчин и 364 женщины). Среди тяжелых осложнений: кетоацидоз – 34 больных (11 мужчин и 23 женщины), поражение почек – 7 (3 мужчин и 4 женщины), нарушение периферического кровообращения – 4 (1 мужчина и 3 женщины), поражение глаз – 8 (3 мужчин и 5 женщин), с неврологическими осложнениями – 11 (5 мужчин, 6 женщин), в коме – 2 человека (женщины).

Рассмотрим наиболее распространенные случаи течения сахарного диабета с типичными осложнениями.

1. Больная, 75 л.: ожирение, гликемия – 15,4 ммоль/л, глюкозурия – 3,1 г/л, гликозилированный гемоглобин – 14,3, болезненная язва на подошве левой ноги, конечность ишемизированная. Диагноз: сахарный диабет, осложненный ангиопатией.

2. Больная, 24 г.: гликемия – 17,8 ммоль/л, гликозилированный гемоглобин – 8,8 %, кровь на С-пептид 0,8 нг/мл, кетоновые тела в моче, глюкозурия 3,4 г/л. Жалобы: слабость, сонливость, резкое похудание, боли в мышцах, частое безболезненное мочеиспускание. Диагноз: СД 1 типа.

3. Больной, 48 л.: гликемия – 8,9 ммоль/л, гликозилированный гемоглобин – 8,8 %, глюкозурия – 7,0 ммоль/л, соотношение альбумин / креатинин мочи: 3,2 мг/моль. Ожирение, препролиферативная диабетическая ретинопатия, признаки гипертрофии левого желудочка. Диагноз: СД 2 типа с осложнениями.

4. Больная, 51 г.: гликемия – 12,3 ммоль/л, гликозилированный гемоглобин – 11,4 %, глюкозурия 5,1 ммоль/л, катаракта, гипертоническая болезнь, ожирение, атеросклероз артерий нижних конечностей. Диагноз: СД 2 типа с осложнениями (синдром диабетической стопы).

5. Больной, 58 л.: гликемия – 11,2 ммоль/л, глюкозурия 4,2 ммоль/л, соотношение альбумин / креатинин мочи: 5,2 мг/моль, ретинопатия обоих глаз, нефропатия. Диагноз: диабетическая ретинопатия и нефропатия.

Как видно из рассмотренных случаев, для диагностики СД следует опираться не на однократное определение уровня глюкозы в крови, а на целый комплекс лабораторных исследований. Помимо гипергликемии, при сахарном диабете выявляют глюкозу, а также кетоновые тела в моче. Тест на толерантность к глюкозе является одним из информативных, в то время, как гликозилированный гемоглобин отражает среднее содержание глюкозы в крови в течение последних трех месяцев. Для дифференциаль-

ной диагностики сахарного диабета 1 и 2 типа определяют содержание С-пептида. Для выявления осложнений дополнительно проводят определение соотношения альбумина и креатинина в моче.

Таким образом, в выборе адекватной поддерживающей терапии сахарного диабета приоритетным является своевременная диагностика, определение наиболее подходящих лабораторных исследований в каждом конкретном случае. Благодаря поддержанию нормальной концентрации глюкозы в крови в течение длительного времени удастся избежать появления осложнений СД.

Библиографический список

1. Хамнуева Л. Ю. Сахарный диабет. Основные вопросы эпидемиологии, этиологии, патогенеза, клинических проявлений и диагностики : учебное пособие / Л. Ю. Хамнуева, Л. С. Андреева ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра эндокринологии и клинической фармакологии. Иркутск : ИГМУ, 2014. 71 с.
2. "Федеральный Регистр сахарного диабета" ПОД ЭГИДОЙ ФГБУ НМИЦ ЭНДОКРИНОЛОГИИ МЗ РФ. URL: <https://sd.diaregistry.ru/>.
3. Кишкун А. А. Клиническая лабораторная диагностика : учебник : в 2 т. / А. А. Кишкун, Л. А. Беганская. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2023. 1008 с.

Гипергомоцистеинемия как предиктор инсульта

Мурашкина А. А., Воробьева Н. А. (г. Архангельск, ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии, RayOfSun494@gmail.com)

Аннотация. Гомоцистеин – аминокислота, которая синтезируется из метионина. Нарушения ее обмена - причина гипергомоцистеинемии, приводящей к повреждению интимы сосудов. Гипергомоцистеинемия – фактор риска развития инсульта.

Abstract. Homocysteine is an amino acid that is synthesized from methionine. Disorders of its metabolism are the cause of hyperhomocysteinemia, which leads to damage to the intima of blood vessels. Hyperhomocysteinemia is a risk factor for stroke.

Ключевые слова: гомоцистеин, фолатный обмен, гипергомоцистеинемия, инсульт
Key words: homocysteine, folate metabolism, hyperhomocysteinemia, stroke

Гомоцистеин (ГЦ) – это сульфгидрилсодержащая аминокислота, которая является продуктом реакции метилирования. ГЦ утилизируется (рисунок 1) в ходе реакции транссульфирования цистатионин-синтазой (CBS) в присутствии витамина В₆, либо в реакциях реметиляции метионин-синтазой (MTR) в присутствии витамина В₉ и В₁₂ и бетаин-гомоцистеин-S-метилтрансферазой (BHMT) [1–3].

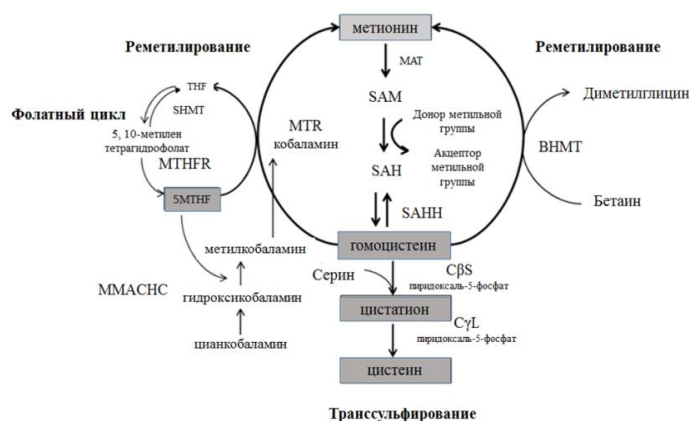


Рисунок 1 – метаболизм гомоцистеина [3]

Также важным ферментом в обмене ГЦ является метионин-синтаза-редуктаза (MTRR), которая восстанавливает метилкобаламин для поддержания функции MTR. Носительство полиморфизма гена MTRR A66G приводит к снижению активности фермента в 4 раза, что обуславливает гипергомоцистеинемию (ГГЦ) [3].

Метилентетрагидрофолатредуктаза (МТНFR) – ключевой фермент метаболизма ГЦ в крови. МТНFR катализирует превращение 5-метилтетрагидрофолата, необходимого для утилизации ГЦ. В гене МТНFR обнаружено более 40 полиморфизмов, самым распространенным является С677Т. Эта миссенс-мутация обуславливает у носителей генотипов ТТ и СТ снижение активности МТНFR на 70 % и 35 % соответственно, а также повышение ГЦ [1].

Кроме того, повышение содержание ГЦ в крови может наблюдаться при длительном приеме омега-3 жирных кислот, метилпреднизолона, метформина, циклоспорина А, сульфаниламидов, антагонистов H₂-рецепторов, эуфиллина, эстроген-содержащих контрацептивов, цитостатиков [2; 4]. Нормальное содержание ГЦ в крови – 5–15 мкмоль/л. Выделяется три степени ГГЦ: умеренная (15–30 мкмоль/л), промежуточная (30–100 мкмоль/л) и тяжелая (более 100 мкмоль/л). С возрастом уровень ГЦ постепенно возрастает, причем у женщин быстрее, чем у мужчин [1; 2].

Согласно современным данным ГЦ обладает многокомпонентным патогенетическим действием. В условиях высокой концентрации он изменяет метаболизм липидов клеточных мембран эндотелия, что приводит к развитию эндотелиальной дисфункции. Нарушается работа фермента NO-синтазы, что влечет за собой снижение продуцирования NO [1]. А это в свою очередь препятствует расслаблению стенки сосудов и ведет к стойкому вазоспазму, который вызывает повышение артериального давления (фактор риска геморрагического инсульта).

Повреждения эндотелия облегчает оседание на сосудистую стенку ЛПНП, кальция. Также ГГЦ приводит к увеличению образования активных форм кислорода благодаря высвобождению арахидоновой кислоты из тромбоцитов и ингибирует антиоксидант глутатионпероксидазу. Оксидативный стресс способствует развитию атеросклеротических изменений. А снижение количества NO усугубляет процесс за счет склонности к гиперкоагуляции [1]. ГЦ активирует транскрипционный фактор NF- κ B, экспрессия которого приводит к повышению уровня провоспалительных цитокинов и снижению противовоспалительных [4]. Все это ведет к прогрессированию атеросклероза, который является причиной атеротромботического патогенетического подтипа ишемического инсульта (ИИ).

По данным исследований, повышение уровня ГЦ на 20–30 % может приводить к необратимым последствиям и к увеличению риска развития

цереброваскулярных болезней. В рекомендациях Американской коллегии кардиологов подчеркнуто, что уровень ГЦ $\geq 12,1$ мкмоль/л связан с двукратным повышением риска развития атеросклеротических сосудистых заболеваний, включая инсульт, независимо от традиционных факторов риска [5]. Кроме того, установлено, что у пациентов с высоким уровнем ГЦ значительно повышен риск смертности при ИИ [1].

Таким образом, к патологическому накоплению ГЦ могут приводить как генетически детерминированные дефекты ферментов, участвующих в метаболизме ГЦ, так и недостаток витаминов В₆, В₁₂ и В₉ в рационе. ГГЦ является независимым фактором риска развития инсульта, а уровень ГЦ является важным критерием для определения прогноза больных с уже установленным диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний.

Библиографический список

1. Пизова Н. В., Пизов, Н. А. Гипергомоцистеинемия и ишемический инсульт / Н. В. Пизова, Н. А. Пизов // МС. 2017. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipergomotsisteinemiya-i-ishemicheskiiy-insult> (дата обращения: 15.11.2023).
2. Пристром А. М. Роль фолатов в сердечно-сосудистой профилактике: современное состояние проблемы / А. М. Пристром // Медицинские новости. 2020. № 4(307). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-folatov-v-serdechno-sosudistoy-profilaktike-sovremennoe-sostoyanie-problemy-1> (дата обращения: 14.11.2023).
3. Associations of MTRR A66G polymorphism and promoter methylation with ischemic stroke in patients with hyperhomocysteinemia / D. Li, Q. Zhao, C. Zhang, X. Huang, O. Godfrey, W. Zhang // J Gene Med. 2020. Vol. 22(5). P. 3170.
4. Каримов Б. Б., Мажидова Е. Н. Роль гипергомоцистеинемии в развитии ишемического инсульта / Б. Б. Каримов, Е. Н. Мажидова // Экономика и социум. 2021. № 9(88). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gipergomotsistinemii-v-razvitii-ishemicheskogo-insulta> (дата обращения: 12.11.2023).
5. Гомоцистеин и риск нефроцереброваскулярных заболеваний / И. Т. Муркамилов, К. А. Айтбаев, В. В. Фомин, Ф. А. Юсупов, Н. А. Реджапова // The Scientific Heritage. 2020. № 50–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gomotsistein-i-risk-nefrotserebrovaskulyarnyh-zabolevaniy> (дата обращения: 14.11.2023).

Информативность определения простат-специфического антигена при раке предстательной железы

Мишанина Л. А., Арчакова Ю. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра клинической медицины, *ludaroh@yandex.ru*)

Аннотация. Исследована взаимосвязь между уровнем простат-специфического антигена у разных возрастных групп и вероятностью наличия рака предстательной железы. В диагностике заболевания имеет существенное значение определение доли свободного простат-специфического антигена.

Abstract. The dependence between the level of prostate-specific antigen in different age groups and the likelihood of prostate cancer was investigated. In the diagnosis of the disease, it is essential to determine the proportion of free simple-specific antigen.

Ключевые слова: простат-специфический антиген общий, простат-специфический антиген свободный, рак предстательной железы

Key words: prostate-specific antigen general, prostate-specific antigen free, prostate cancer

Одним из наиболее распространенных злокачественных новообразований у мужчин является рак предстательной железы. Внедрение в практику определения уровня простат-специфического антигена (ПСА) сыворотки крови, в настоящее время, привело к увеличению выявляемости локализованных форм рака [1, с. 123; 2, с. 186; 3, с. 683].

Цель работы – исследование взаимосвязи между уровнем простат-специфического антигена у разных возрастных категорий и вероятностью наличия рака предстательной железы. Проводилось исследование уровня простат-специфического антигена у пациентов, обследованных в Централизованной многофункциональной лаборатории "Мурманская областная клиническая больница имени П. А. Баяндина" в 2023 г. Количество обследованных составило 550 человека, 63 % из которых – мужчины в возрасте 60–90 лет, 37 % – в возрасте 40–59 лет. Материал исследования – сыворотка крови. Метод базируется на одностадийном твердофазном иммуноферментном анализе с применением моноклональных антител к антигену ПСА.

У большинства обследованных уровень простат-специфического антигена находился в пределах нормы. У 20 % мужчин содержание ПСА превысило пороговое значение. У менее 1 % обследованных концентрация

ПСА в сыворотке крови составила 100 нг/мл и выше, что с большой вероятностью говорит о раке предстательной железы с метастазами в отдаленные органы.

Отмечено, что с возрастом (у мужчин старше 50 лет) соотношение между нормальным уровнем ПСА и повышенным меняется: увеличивается доля простат-специфического антигена выше нормального значения (рисунок 1).

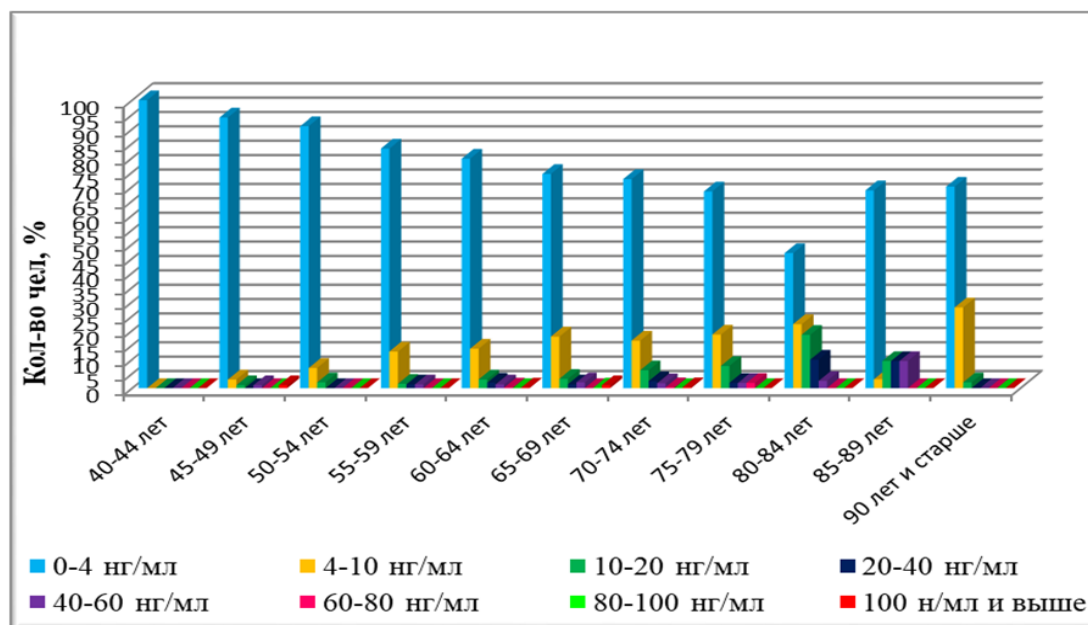


Рисунок 1 – Зависимость уровня простат-специфического антигена от возраста

При значениях концентрации ПСА в диапазоне 4,0–30 нг/мл рекомендуется определять долю свободной фракции ПСА (ПСА_{св}), которая используется для дифференциальной диагностики доброкачественной гиперплазии предстательной железы и рака у пациентов с повышенным содержанием ПСА_{общ}. Значение доли ПСА_{св} менее 10 % с достаточно высокой вероятностью свидетельствует о наличии злокачественных новообразований.

Выявлено, что наибольшая группа обследованных с такой долей ПСА_{св} (40 %) – это мужчины в возрасте 60–69 лет, 30 % – у мужчин 70–79 лет, 22 % – в возрасте 50–59 лет и лишь 2 % у мужчин 40–50 лет (рисунок 2). Возраст является наиболее значимым фактором риска возникновения рака предстательной железы.

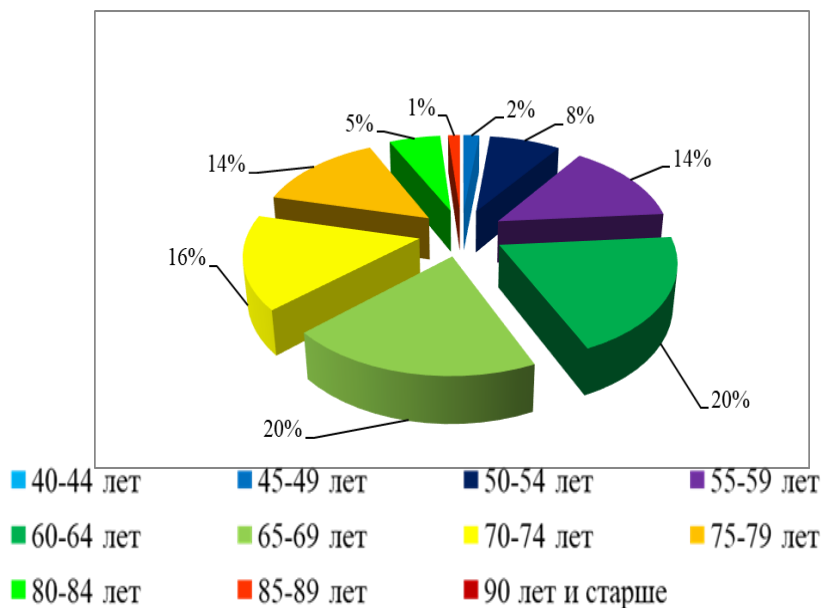


Рисунок 2 – Возрастная структура обследованного населения со значением доли ПСА_{св} 1–10 %

Таким образом, концентрация простат-специфического антигена в сыворотке крови находится в прямой зависимости от возраста, что может быть связано с злокачественными новообразованиями предстательной железы. Значение доли свободного простат-специфического антигена характерно для уровня общего простат-специфического антигена выше порогового. Значение доли свободного ПСА менее 10 % регистрируется в основном в возрасте старше 50 лет.

Библиографический список

1. Новые возможности в лабораторной диагностике рака предстательной железы / Е. С. Невирович, А. А. Яковенко, А. Ш. Румянцев, С. А. Будылев, А. Н. Селиванов, А. Н. Зайцева // Дальневосточный медицинский журнал. 2017. С. 123–128.
2. Цыбульникова О. И., Мишанина, Л. А. Простат-специфический антиген в диагностике онкопатологии предстательной железы / В сборнике: Охрана окружающей среды и здоровья человека в российской Федерации и странах Евросоюза. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мурманский государственный технический университет, 2014. С. 182–186.
3. Biomarkers for determination prostate cancer: implication for diagnosis and prognosis / Ziaran S., [et al.] // Neoplasma. 2015. № 62 (5). P. 683–691.

Роль мутации в генах протромбина и фактора Лейдена в развитии тромботических осложнений

Македонская А. Н., Цымлякова К. А., Воробьева Н. А., Воронцова А. С.
(г. Архангельск, ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии, mkstaceyu@gmail.com)

Аннотация. К генетическим нарушениям специфических гемостатических белков относятся наследственные тромбофилии, которые могут способствовать повышенной предрасположенности к возникновению тромботических осложнений. Две точечные генетические мутации, приводящие к повышенному тромбообразованию (мутация V фактора свертывания крови FVL G1691A (rs6025) и мутация F2 G20210A (rs1799963) в гене протромбина) выявляются наиболее часто.

Abstract. Hereditary thrombophilia refers to genetic disorders of specific hemostatic proteins and are associated with an increased susceptibility to thrombotic complications. Two point genetic mutations leading to increased thrombosis are most frequently identified: the FVL G1691A (rs6025) mutation in clotting factor V and the F2 G20210A (rs1799963) mutation in the prothrombin gene.

Ключевые слова: наследственная тромбофилия, фактор Лейдена, протромбин, тромботические осложнения

Key words: hereditary thrombophilia, Leiden factor, prothrombin, thromboembolic complications

Введение. К генетическим нарушениям специфических гемостатических белков относятся наследственные тромбофилии, которые повышают предрасположенность к возникновению тромботических осложнений [1]. Усиление функции прокоагулянтов, которое может возникать из-за нескольких процессов (увеличением синтеза или нарушением подавления нормального белка или, реже, синтезом функционально гиперактивной молекулы) является одним из механизмов действия наследственных тромбофилий [2].

К повышенному тромбообразованию могут приводить две точечные генетические мутации: мутация V фактора свертывания крови и мутация в гене протромбина, которые наиболее часто выявляются в европейской и американской популяциях. Мутацию Лейдена (гетерозиготную мутацию FVL G1691A (rs6025) в гене фактора V) обнаруживают у 20 % пациентов Европы и США [3; 4]. При данной мутации происходит замена аргинина

на глицин в полипептидной цепи нуклеотида фактора V, в связи с чем появляется устойчивость фактора к расщеплению активированным протеином C, с повышением уровня активированного фактора V в плазме и усилением образования тромбина. У 6 % пациентов с тромбозами в гене протромбина обнаруживается мутация F2 G20210A (rs1799963) в гетерозиготном состоянии. Она локализована в 3-концевой некодирующей части гена и не изменяет полипептидной цепи протромбина, но повышает стабильность его мРНК и, соответственно, уровень белка в плазме [5; 6].

Цель. Анализ влияния мутаций F2 G20210A (rs1799963) и FVL G1691A (rs6025) в генах факторов свертывания II и V на развитие тромботических осложнений.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ историй болезни 55 пациентов с тромботическими осложнениями на фоне наследственной тромбофилии, наблюдавшихся с 2015 по 2023 в "Региональном центре анти тромботической терапии" на базе ГБУЗ АО "Первая городская клиническая больница имени Е. Е. Волосевич" г. Архангельска. Критерии включения: наличие информированного добровольного согласия на проведение исследования, наличие мутации F2 G20210A (rs1799963) в гене протромбина, мутации FVL G1691A (rs6025) в гене фактора V, возникновение эпизода тромботического осложнения. Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом СГМУ. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Microsoft Office Excel 2016.

Результаты. Возрастной состав обследованной группы представлен в основном пациентами в возрасте от 18 до 44 лет – 65 % (n=36), 13 % (n= 7) в возрасте от 0 до 17 лет, 13% (n=7) в возрасте от 45 до 59 лет и всего 9 % (n= 5) в возрасте старше 60 лет. Средний возраст пациентов составил $Me = 37 \pm 3,8$. Половой состав выборки исследования демонстрирует численное преимущество у женщин: женщины – 64 %, мужчины – 36 %. Отягощенный семейный анамнез наблюдался у 32,7 % пациентов, отягощенный личный анамнез был у 38,2 % пациентов. У 43,6 % пациентов (n=24) была выявлена мутация F2 G20210A (rs1799963) II фактора свертывания крови, у 61,8 % пациентов (n=34) была выявлена мутация FVL G1691A (rs6025) V фактора, 5,4 % (n=3) обследуемых одновременно имели гетерозиготное носительство данных мутаций.

При анализе тромботических событий выявлено, что наиболее частым осложнением в изучаемой выборке являлся тромбоз глубоких вен (ТГВ) –

38,2 % (n=21). У трех пациентов на фоне ТГВ развилась тромбоэмболия легочной артерии. Вторым по частоте осложнением было острое нарушение мозгового кровообращения – 21,8 % обследуемых (n=12). У 25,7 % (n=9) женщин присутствовал отягощенный акушерский анамнез и 31,4 % (n=11) женщин принимали КОК. У 14,5 % (n=8) пациентов триггером возникновения тромбоза являлась инфекция.

Выводы. Анализ показал, что носительство мажорных мутаций F2 G20210A (rs1799963) и FVL G1691A (rs6025) вносит существенный вклад в развитие тромботических осложнений.

Библиографический список

1. Thrombophilia testing: A British Society for Haematology guideline. / D. J. Arachchillage, L. Mackillop, A. Chandratheva, [et al.] // *Br J Haematol.* 2022. 198. (3). P. 443–458.
2. Classic thrombophilic gene variants / P. M. Mannucci, M. Franchini // *Thromb Haemost.* 2015. Nov. 114 (5). P. 885–889.
3. Baum Seth J. Мутация фактора свертывания v Лейден: аргументы за общий скрининг / Seth J. Baum // *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.* 2014. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mutatsiya-faktora-svertyvaniya-v-leyden-argumenty-za-obschiy-skrining>.
4. Technical standards and guidelines: venous thromboembolism (Factor V Leiden and prothrombin 20210G >A testing): a disease-specific supplement to the standards and guidelines for clinical genetics laboratories / Spector E. B. [et. al.] // *Genet Med.* 2005. Vol. 7 (6). P. 444–453.
5. Hotoleanu C. Genetic Risk Factors in Venous Thromboembolism / C. Hotoleanu // *Adv Exp Med Biol.* 2017. Vol. 906. P. 253–272.
6. Колосков А. В., Чернова Е. В. Клиническое значение полиморфизма генов фактора v и протромбина / А. В. Колосков, Е. В. Чернова // *Гематология и трансфузиология.* 2018. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskoe-znachenie-polimorfizma-genov-faktora-v-i-protrombina>.

Выделение и идентификация аборигенных углеводородокисляющих бактерий Крайнего Севера

Клепикова В. С., Литвинова М. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра микробиологии и биохимии, clerickova2012@yandex.ru, litvinovamyu@mstu.edu.ru)

Аннотация. Из состава природных микробных сообществ воды и грунта пресного и морского водоемов г. Мурманска выделены и идентифицированы чистые культуры аборигенных углеводородокисляющих бактерий, такие как *Rhodococcus erythropolis*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas gessardii*, *Ochrobactrum gallinifaecis* и *Achromobacter xylosoxidans*.

Abstract. Pure cultures of indigenous hydrocarbon-oxidizing bacteria, such as *Rhodococcus erythropolis*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas gessardii*, *Ochrobactrum gallinifaecis* and *Achromobacter xylosoxidans*, were isolated and identified from the composition of natural microbial communities of water and soil in fresh and marine reservoirs of Murmansk.

Ключевые слова: углеводородокисляющие микроорганизмы, культивирование, идентификация штаммов, нефтяное загрязнение водных экосистем

Key words: hydrocarbon-oxidizing microorganisms, cultivation, strain identification, oil pollution of aquatic ecosystems


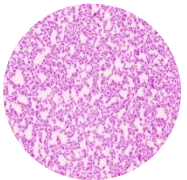

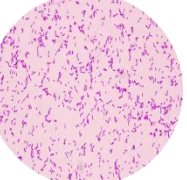
В борьбе с нефтяным загрязнением водных экосистем хорошо себя зарекомендовал микробиологический способ очистки, поэтому становится актуальной задача выделения и идентификации аборигенных нефтеокисляющих бактерий, адаптированных к конкретным условиям существования и способных разлагать углеводороды.

Выделение чистых культур осуществляли путем посева отобранных проб воды и грунта из озера Семеновского и Кольского залива в жидкую питательную среду ММС [1] с добавлением 1 % дизельного топлива марки "летнее" в качестве единственного источника углерода. Культивировали 7–14 суток при температуре $4\pm 2^\circ\text{C}$, после чего визуально отмечали первоначальные признаки роста микроорганизмов (помутнение среды, придонный или пристеночный рост, формирование хлопьев). Из пробирок, где были отмечены признаки роста, осуществляли пересев на агаризованную среду ММС с предварительно нанесенным на нее дизельным топливом марки "летнее". Культивировали 7–14 суток при температуре $4\pm 2^\circ\text{C}$.

Выделенные культуры микроорганизмов проверяли на чистоту визуально, оценивая рост бактерий по штриху и однородность колоний на скошенной агаризованной среде и методом микрокопирования по однородности морфологии выросших культур (таблица 1) [2; 3].

Результаты предварительной идентификации выделенных чистых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Культуральные, морфологические, тинкториальные и некоторые физиолого-биохимические свойства

Номер культуры	Подвижность	Форма клеток и окраска по Граму	Цвет и форма колоний	Глюкоза	Индол	Ферменты		Разжижение желатины
						Оксидаза	Каталаза	
Грамотрицательные								
Культура 1	-		Округлые, гладкие, блестящие, кремовые	-	+	+	+	-
Грамположительные								
Культура 2	+		округлые, гладкие, блестящие, с возрастом тягучие	+	-	+	+	+
Культура 3	+		округлые, гладкие, блестящие, белые	+	-	+	+	-
Культура 4	+		округлые, гладкие, блестящие, белые	-	-	+	+	-

Выделенные штаммы микроорганизмов идентифицированы аналитическим методом масс-спектрометрии MALDI-TOF (рисунок 1). На основании степени соответствия уникального для каждого вида микроорганизма набора белков определяется принадлежность исследуемых микроорганизмов к определенным видам (родам). В основном, идентификация осуществляется по рибосомальным белкам, которые, как правило, присутствуют во всех микроорганизмах.

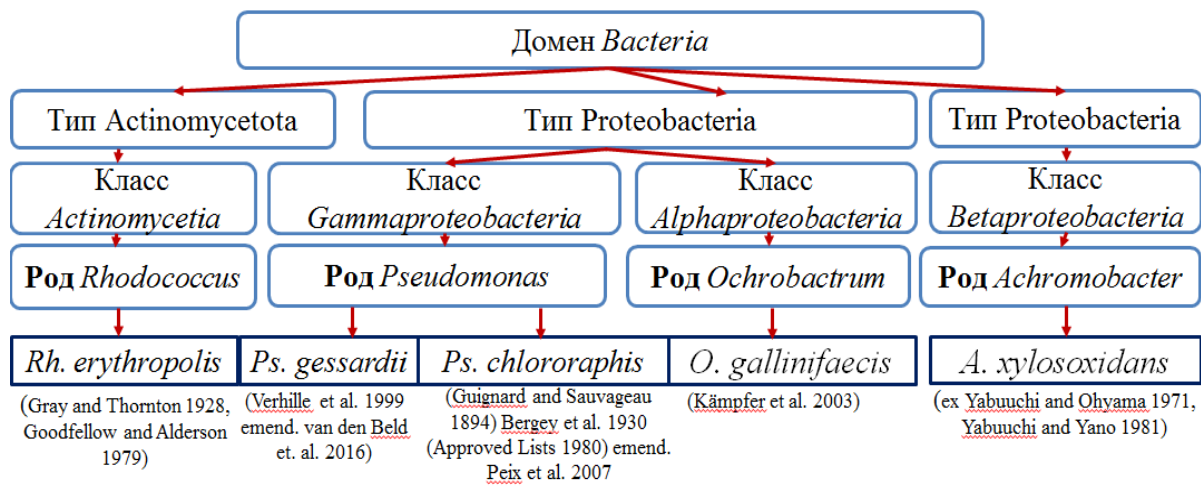


Рисунок 1 – Систематика выделенных микроорганизмов

Таким образом, из состава природных сообществ воды и грунта пресного и морского водоемов г. Мурманска выделены и идентифицированы такие штаммы микроорганизмов как *Rhodococcus erythropolis* (2 штамма), *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas gessardii*, *Ochrobactrum gallinifaecis* и *Achromobacter xylooxidans*.

Библиографический список

1. Литвинова М. Ю. Гетеротрофный бактериопланктон среднего и северного колен Кольского залива и его участие в процессах их естественного очищения от нефтяных углеводородов : дис. канд. биол. наук : 03.02.10. / Литвинова Марина Юрьевна; Мурманский Государственный Технический Университет. Мурманск, 2013. 173 с.
2. Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук. М. : Академия, 2005. 608 с.
3. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / под ред. Н. С. Егорова. 3-е изд., перераб. и доп. М. : МГУ, 1995. 224 с.

Метаболический потенциал гетеротрофных микроорганизмов, выделенных из вод Баренцева моря

Литвинова М. Ю., Макаревич Е. В., Кожухова Е. В., Балачина Е. С.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра микробиологии и биохимии, litvinovamyu@mstu.edu.ru)

Аннотация. Из воды Кольского залива и Губы Ура выделены и идентифицированы чистые культуры гетеротрофных микроорганизмов, а также проведен анализ их ферментативной активности. За счет наличия широкого спектра ферментов бактерии видов *Pseudomonas protegens*, *Aeromonas bestiarum* и *Pseudomonas taetrolens* являются наиболее адаптированными к деградации различных субстратов.

Abstract. Pure cultures of heterotrophic microorganisms were isolated and identified from the water and soil of the Kola Bay and the Ura Bay, and their enzymatic activity was analyzed. Due to the presence of a wide range of enzymes, bacteria of the species *Pseudomonas protegens*, *Aeromonas bestiarum* and *Pseudomonas taetrolens* are the most adapted to the degradation of various substrates.

Ключевые слова: бактерии, вода, ферменты, биodeградация, *Pseudomonas*, *Aeromonas*

Key words: bacteria, water, enzymes, biodegradation, *Pseudomonas*, *Aeromonas*

В настоящее время в биотехнологии применяют методологические подходы, основанные на процессах, происходящих в естественной среде обитания, поэтому очень важно проводить исследования по определению метаболического потенциала природных микробных сообществ, которые способны развиваться в условиях антропогенного загрязнения. Для активизации аборигенной микробиоты необходимо управлять процессами биodeградации [1]. Цель работы – исследовать ферментативную активность у культивируемых гетеротрофных бактерий, выделенных из воды Кольского залива и губы Ура. Ферментативную активность определяли стандартными методами [2].

Из воды Кольского залива и губы Ура выделены восемь штаммов микроорганизмов. Выделяли эвтрофные микроорганизмы как доминирующую группу. Обнаружены представители шести видов бактерий. Из грамположительных микроорганизмов выделены *Bacillus cereus* (штамм № 1, 2 и 3). Из грамотрицательных выделены микроорганизмы пяти видов: *Pseudomonas taetrolens*, *Pseudomonas protegens*, *Shewanella baltica*, *Serratia proteamaculans*, *Aeromonas bestiarum* [3].

О приспособленности микробиоты к меняющимся условиям обитания, особенно, при наличии постоянного антропогенного воздействия, можно судить по имеющемуся у них спектру ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах и расщеплении органических веществ. Для оценки приспособленности выделенных эвтрофных микроорганизмов к условиям среды, определяли у них наличие оксидоредуктаз (каталазы и оксидазы), протеолитических и сахаролитических ферментов (таблица 1).

Согласно проведенным тестам каталазу образуют все штаммы. Следовательно, большая часть штаммов способна предотвращать разрушающее воздействие перекиси водорода на клетки. У штамма *Shewanella baltica*, каталаза не обнаружена. Оксидазу образуют 4 из 8 выделенных штаммов. Протеолитическую активность оценивали путем определения наличия ферментов, способствующих разрушению азотсодержащих соединений. Желатиназу образуют все микроорганизмы, кроме штамма *Pseudomonas taetrolens*. Гидролиз желатина является характерным показателем наличия протеолитической активности.

Таблица 1 – Ферментативная активность (%) у микроорганизмов, выделенных из вод Кольского залива и Губы Ура

	<i>Ps. taetrolens</i>	<i>Sh. baltica</i>	<i>B. cereus</i> (№1)	<i>S. proteam</i> <i>a-culans</i>	<i>A. bestiarum</i>	<i>Ps. protegens</i>	<i>B. cereus</i> (№2)	<i>B. cereus</i> (№3)
Наличие оксидоредуктаз	100	50	50	50	100	100	50	50
Гидролиз азотсодержащих соединений	100	–	100	–	–	100	–	–
Протеолитическая активность	16	33	16	33	50	33	16	16
Амилитическая активность	100	–	100	–	100	–	100	100
Сахаролитическая активность	75	100	50	100	75	100	25	50
Ферментативная активность, %	78	61	63	61	81	83	48	54

Уреазу образуют 3 из 8 выделенных штаммов, следовательно, только треть выделенных микроорганизмов способна расщеплять мочевины. Из фер-

ментов, способствующих расщеплению аминокислот, нами выбраны фенилаланиндезаминаза, орнитиндекарбоксилаза и аргининдегидролаза. Фенилаланиндезаминазу не образует ни один штамм. Орнитиндекарбоксилазу образует только штамм *Serratia proteamaculans*, выделенный из пробы воды, отобранной на второй станции. Аргининдегидролазу образуют 3 из 8 выделенных штаммов. Крахмал – распространенное в природе соединение. У микробиоты, способной расщеплять данное органическое вещество должен присутствовать фермент амилаза. Амилолитическая активность выявлена у 6 из 8 исследованных штаммов. Для определения способности штаммов расщеплять углеводы выбраны 4 моно- и дисахарида. Глюкозу в качестве источника энергии способны использовать 100 % исследованных штаммов, сахарозу – 67 %, маннозу – 67 %, лактозу – 44 %.

Итак, наиболее приспособленными к меняющимся условиям среды обитания можно считать следующие штаммы: *Pseudomonas protegens*, выделенный из проб воды Губы Ура, штаммы *Aeromonas bestiarum* и *Pseudomonas taetrolens*, выделенные из проб воды Кольского залива (таблица 1). Эти микроорганизмы имеют наиболее широкий набор протеолитических, амилолитических и сахаролитических ферментов и являются наиболее активными биодеструкторами.

Библиографический список

1. Чернявская М. И. Метаболический потенциал микроорганизмов, выделенных из загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв / М. И. Чернявская, М. В. Козлова, М. А. Титок // Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География. 2014. № 3. С. 33–37.
2. Маннапова Р. Т. Микробиология. Практикум для выполнения лабораторно-практических работ : Учебник / Р. Т. Маннапова. М. : Общество с ограниченной ответственностью "Перспект", 2019. 440 с.
3. Изучение структуры гетеротрофного бактериопланктона акватории Баренцева моря / М. Ю. Литвинова, Е. В. Макаревич, Е. В. Кожухова, Е. С. Балачина // Science and technology – 2023 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 ноября 2023 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства "Новая Наука", 2023. С. 345–355.

Анализ рисков микробиологической безопасности производства продуктов общественного питания

Макаревич Е. В., Балачина Е. С., Кожухова Е. В., Зайчикова Д. С.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра микробиологии и биохимии, makarevichev@mstu.edu.ru)

Аннотация. Анализ микробиологических рисков на производстве имеет огромную практическую значимость для обеспечения безопасности и качества продуктов питания на пути движения от производителя до потребителя. На основе анализа результатов исследований безопасности продуктов общественного питания по санитарно-микробиологическим показателям и оценки опасных факторов их производства были разработаны элементы системы минимизации микробиологических рисков.

Abstract. The analysis of microbiological risks in production is of great practical importance for securing the safety and quality of food products on their way from producer to consumer. Based on the analysis of catering products safety according to sanitary and microbiological indicators and the assessment of production risk factors, a number of elements for minimizing the microbiological risks were developed.

Ключевые слова: санитарно-показательные микроорганизмы, критические контрольные точки, ХАССП

Key words: sanitary-indicative microorganisms, critical control points, HACCP

Предприятия общепита объединяет принцип обеспечения населения качественной и безопасной продукцией [2]. Обеспечить контроль над опасными ситуациями в любой точке процесса производства, транспортировки, хранения и реализации пищевой продукции призвана система ХАССП (анализ рисков и критические контрольные точки) [1].

С целью минимизации микробиологических рисков производства продуктов общественного питания были проанализированы результаты микробиологических исследований готовых продуктов, идентифицированы и оценены опасные факторы, выявлены критические контрольные точки при их производстве, определены предупреждающие действия для их устранения. Анализ данных микробиологического мониторинга пищевых

продуктов на соответствие требованиям нормативных документов по микробиологическим показателям, показал, что наименее безопасными в санитарном отношении оказались мучные кондитерские изделия и салаты.

Микробиологические факторы риска включали определение показателей санитарного состояния (КМАФАнМ, БГКП), условно-патогенных микроорганизмов (*Proteus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*), группы патогенных микроорганизмов (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*), группы показателей микробиологической стабильности продукта (плесень, дрожжи). В структуре санитарно-микробиологических отклонений от нормы в продуктах общественного питания преобладало увеличение количества МАФАнМ (от 41 до 80 %). Учитывая, что МАФАнМ являются санитарно-показательной группой можно предположить, что основные причины несоответствия продукции гигиеническим нормативам – нарушение санитарного режима производства; нарушения условий хранения, транспортировки и реализации продуктов; несоблюдение технологии производства.

Для всех видов продукции были проанализированы обобщенные технологические схемы их производства. Анализ которых показал, что потенциальные опасности существуют на всех этапах технологического процесса. Тепловая обработка ожидаемо значительно снижает микробиологические риски, но в последующем поверхность готовой продукции обсеменяется вторично. Технологические операции совершаемых после высокотемпературной обработки сырья и полуфабрикатов, закономерно повышает вероятность контаминации готового продукта микроорганизмами. В работе проанализированы опасные факторы, возникающие при производстве продуктов общественного питания, с учетом вероятности появления фактора и значимости его последствий. Вероятность реализации опасных факторов оценивалась с учетом возможности их возникновения (практически равна нулю, незначительная, значительная и высокая), а также тяжести последствий реализации фактора (легкое, средней тяжести, тяжелое, критическое).

Нами был определен перечень факторов на всех этапах технологического процесса для каждой группы продуктов общественного питания, по которым риск превышает допустимый уровень. Факторы, относящиеся к зоне недопустимого риска, следовали после стадий термической обработки сырья и полуфабрикатов. К общим упреждающим мерам, способствующим устранению опасных факторов, можно отнести: соблюдение санитарного состояния производства и личной гигиены персонала; соблюдение

технологии производства, условий хранения, реализации, транспортирования продукта. Важным этапом разработки системы минимизации микробиологических рисков является определение критических контрольных точек – этапов, на которых необходимо провести контроль и которые играют важную роль в предотвращении, устранении или снижения опасности пищевого продукта. Нами были определены критические контрольные точки для биологических опасных факторов по методу "Дерева принятия решений". Критические контрольные точки также совпадали с этапами технологического процесса, следующими за термической обработкой [3].

Для каждой критической контрольной точки определены контролируемые параметры и их допустимые значения, поддержание которых в установленных пределах на каждом этапе гарантирует качество и безопасность продукции. Параметры сгруппированы по следующим категориям: временные параметры (длительность охлаждения полуфабрикатов, продолжительность этапов производства, сроки годности продукта и сырья, сроки перевозки); параметры условий производства (температура и влажность воздуха, температура хранения, температура полуфабрикатов и готовых блюд); физико-химические параметры полуфабрикатов и готовых продуктов (массовая доля влаги, соли, жира, сахара, кислотность и т. д.), упаковочного материала.

Таким образом, комплекс предупреждающих действия для устранения микробиологических факторов риска на всех этапах производства продуктов и идентификация критических пределов смогут свести к допустимому минимуму существующие микробиологические опасности, влияющие на безопасность выпускаемой продукции общественного питания.

Библиографический список

1. Аршакуни В. Л. ХАССП в России / В. Л. Аршакуни // Контроль качества продукции. 2012. № 11. С. 5–7.
2. Булавина Е. Р. Методические рекомендации по внедрению принципов НАССР на предприятиях малого и среднего бизнеса, включая общественное питание / Н. П. Рудая, Н. В. Жук, Т. М. Грицкевич, Л. А. Гаранкина. Беларусь, г. Минск, 2014. 112 с.
3. Галынкин В. А. Микробиологические основы ХАССП при производстве пищевых продуктов: учебное пособие / В. А. Галынкин, Н. А. Заикина, В. В. Карцев, С. А. Шевелева, Л. В. Белова, А. А. Пушкарев. СПб.: Проспект Науки, 2007. 288 с.

Влияние изолятов почвенных азотфиксирующих бактерий Мурманской области на рост клевера лугового сорта "Дымковский"

Икко Н. В.¹, Попова А. Д.², Темчура В. О.³ (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ¹ кафедра микробиологии и биохимии, ikko@lenta.ru, ² кафедра биологии и биоресурсов, anna28242000@rambler.ru, ³ ГАНОУ МО "ЦО "Лапландия", vegatemchura@mail.ru)

Аннотация. Исследовано влияние штаммов азотфиксирующих бактерий, изолированных из почв и ризосферы растений Мурманской области, на рост клевера лугового сорта "Дымковский." Было отмечено увеличение длины корня, побега, площади листовой пластины, а также формирование клубеньков у растений под влиянием отдельных штаммов.

Abstract. The influence of strains of nitrogen-fixing bacteria isolated from soils and rhizosphere of plants in the Murmansk region on the growth of meadow clover variety "Dymkovsky" was studied. An increase in the length of the root, shoot, leaf area, as well as the formation of nodules in plants under the influence of individual strains was noted.

Ключевые слова: Мурманская область, азотфиксирующие бактерии, клевер луговой

Key words: Murmansk region, nitrogen-fixing bacteria, red clover

С каждым годом все большее количество видов микроорганизмов используются в сельском хозяйстве. Особое значение имеют препараты, созданные на основе микроорганизмов. Такие препараты положительно влияют на повышение продуктивности растений и качество урожая, улучшают плодородие почв и снижают химическую нагрузку на окружающую среду [1]. Однако изучение новых высокоэффективных штаммов микроорганизмов остается актуальной задачей для получения новых микробиологических препаратов.

Объектом исследования были 5 штаммов бактерий (№ 5, 10, 34, 35, 56), изолированных из почв Мурманской области, а также из ризосферы клевера ползучего, произрастающего на территории г. Мурманска. Предварительно штаммы исследованы на дифференциально-диагностических средах для проверки свойств, полезных для растений (способность фиксировать атмосферный азот, способность окислять аммиак до нитритов и нитратов, способность солубилизировать фосфор и калий) [2]. Проверка штаммов на токсические свойства для растений проводилась методом замочки семян [3].

Суспензию бактерий, необходимую для изучения влияния на рост растений, получали путем культивирования бактерий на жидкой среде Берка с экстрактом кормовых дрожжей. Концентрация бактерий в суспензии измерялась визуально с помощью стандарта мутности МакФарланда и составляла примерно $1 \cdot 10^9$ КОЕ/ мл. Исследование проводилось на клевере луговом сорта "Дымковский". Семена клевера стерилизовали и проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге в течение 5 дней, затем инокулировали штаммами бактерий в течение 30 минут и высаживали в стерильный песок. В качестве контроля высаживали необработанные бактериями проростки. В каждом варианте эксперимента использовано по 30 растений. Через месяц у растений измеряли длину корня, побега, площадь листьев, сырую массу растений, подсчитывали количество клубеньков на корнях. Обработку количественных данных вели стандартными методами линейной статистики.

Показано, что обработка семян исследуемыми изолятами почвенных бактерий стимулировало прорастание и формирование проростков клевера лугового. Процент всхожести семян под влиянием бактериализации составлял от 136,4 % до 200 % по отношению к контролю. Длина корня у проростков под влиянием бактериализации составляла от 108 % до 168 % по отношению к контролю. Наиболее заметное влияние на эти показатели проявили штаммы № 5 и № 10.

Установлено, что под влиянием инокуляции корней проростков бактериальными штаммами 5, 10, 35 и сочетанием штаммов 10+56 у растений сформировались клубеньки. Количество клубеньков составляло от $2,13 \pm 0,33$ до $4,53 \pm 0,41$ штук на одно растение. Процент растений, у которых появились клубеньки, составлял от 50 до 76,7. Наибольшую эффективность проявил штамм 5. Важно отметить, что клубеньки в экспериментальных вариантах имели розоватый оттенок, что может свидетельствовать об их способности фиксировать молекулярный азот [4]. Клубеньки в контроле и в экспериментальных вариантах с добавлением других штаммов бактерий не образовывались.

Выявлено, что инокуляция корней проростков штаммами 34 и 56 достоверно увеличивало длину корней и побегов, а также площадь листьев у растений клевера ($p < 0,05$ по t-критерию Стьюдента). По отношению к контрольным вариантам длина корня увеличивалась на 127,4 % и 166,8 % под влиянием штаммов 34 и 56 соответственно, длина побега увеличива-

лась на 113,0 % и 125,5 %, площадь листьев на 135,3 % и 213,2 % соответственно. Показано также, что штамм 5 приводил к увеличению длины корня на 111,1 % по сравнению с контролем, а штамм 10 – к увеличению длины побега на 113,7 % по сравнению с контролем ($p < 0,05$ по t-критерию Стьюдента). При исследовании сочетаний штаммов наибольшее влияние на рост растений проявил консорциум изолятов 5+56. Под воздействием бактериализации корней проростков этим консорциумом у растений существенно увеличивалась длина побега (на 126,4 % по сравнению с контролем), площадь листьев (на 255,1 %) и сырая масса растений (на 287,5 % по сравнению с контролем).

Таким образом, в результате исследования обнаружено, что бактериализация семян штаммами 5 и 10 стимулировало прорастание и формирование проростков клевера лугового, а инокуляция корней проростков клевера штаммами 34, 56 и консорциумом 5+56 приводила к увеличению массы растений. Полученные результаты показывают перспективность использования перечисленных штаммов при создании биоудобрения для растений клевера в местных условиях.

Библиографический список

1. Вовкогон В. Г. Инокуляция семян бобовых культур / В. Г. Вовкогон // Химия в сельском хозяйстве. 1986. № 4. С.2–5.
2. Попова А. Д., Темчура, В. О. Выделение и изучение местных изолятов азотфиксирующих почвенных бактерий Мурманской области, перспективных для создания комплексного биоудобрения / А. Д. Попова, В. О. Темчура // XX Международная научная конференция студентов и аспирантов "Проблемы Арктического региона": тезисы докладов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 20.
3. Зенова Г. М. Практикум по биологии почв / Г. М. Зенова и др. М. : Изд-во МГУ, 2002.
4. Онищук О. П. Биоразнообразие симбиозов, образуемых клубеньковыми бактериями *Rhizobium leguminosarum* с бобовыми растениями галегоидного комплекса / О. П. Онищук [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58, № 1. С. 87–99.

Особенности фолатного обмена и метаболизма гомоцистеина в выборке этнических русских города Архангельска

Цымлякова К. А., Македонская А. Н., Воронцова А. С., Воробьева Н. А.

(г. Архангельск, ФГБОУ ВО "Северный государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии, tsimlyakowa@ya.ru)

Аннотация. На обмен фолатов и развитие состояния гипергомоцистеинемии (ГГц) могут влиять генетические и фенотипические факторы. ГГц является фактором риска развития множества заболеваний, поэтому изучение роли модифицируемых факторов, негативно влияющих на фолатный обмен и уровень гомоцистеина (Гц) в крови, имеет высокую терапевтическую значимость.

Abstract. Folate metabolism and the development of hyperhomocysteinemia (HHC) may be influenced by genetic and phenotypic factors. HHC is a risk factor for the development of many diseases [2], therefore, studying the role of modifiable factors that negatively affect folate metabolism and the level of homocysteine in the blood is of high therapeutic significance.

Ключевые слова: фолаты, гомоцистеин, гипергомоцистеинемия, генетический полиморфизм

Key words: folates, homocysteine, hyperhomocysteinemia, genetic polymorphism

Фолатный цикл представляет собой сложный процесс, контролируемый ферментами, которые в качестве коферментов имеют производные фолиевой кислоты [1]. Ключевым этапом в данном процессе является синтез метионина из гомоцистеина. Метилентетрагидрофолатредуктаза, метионинсинтаза и метионинсинтазаредуктаза являются ключевыми ферментами фолатного цикла, а снижение их активности сопровождается нарушением метаболического пути превращения гомоцистеина с развитием гипергомоцистеинемии (ГГц) [2].

Известно, что на обмен фолатов и развитие ГГц влияют не только генетические, но и фенотипические факторы (алиментарные и поведенческие привычки). Гипергомоцистеинемия является фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, патологии беременности, венозного тромбоза, хронической почечной недостаточности, остеопороза, болезни Альцгеймера и др. [3; 4].

Цель исследования: анализ особенностей фолатного обмена в выборке этнических русских, проживающих в городе Архангельск.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе кафедры клинической фармакологии и фармакотерапии СГМУ. В исследование было включено 147 человек, проведено анкетирование участников. Анкета включала в себя вопросы, касающиеся алиментарного статуса участников, наличия модифицируемых факторов, оказывающих влияние на обмен фолатов. Критерии включения в исследование: здоровые добровольцы обоих полов молодого возраста (от 18 до 44 лет), письменное информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения из исследования являлись отсутствие письменного информированного согласия на участие в исследовании и отказ от участия на любом из этапов исследования.

На базе лаборатории ГБУЗ АО "Первая городская клиническая больница имени Е. Е. Волосевич" произведено определение уровня фолатов и гомоцистеина в сыворотке крови иммунологическим методом и молекулярно-генетического исследование для определения частоты встречаемости генотипов и аллелей генов ферментов, участвующих в фолатном цикле. Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом СГМУ. Статистическая обработка данных, полученных в ходе исследования, проводилась с использованием программного обеспечения Microsoft Office for Windows, Excel, 2016.

Результаты. Возраст участников составил от 19 до 44 лет (22 [20; 24] года), при этом возраст мужчин – от 19 до 44 лет, женщин – от 20 до 44 лет. Количество женщин в выборке – 100 человек (68 %), мужчин – 47 человек (32 %).

Гетерозиготный вариант полиморфизма С677Т гена МТНFR (rs 1801133) С/Т был выявлен у 27,21 % добровольцев, гомозиготный вариант аллеля Т/Т у 6,12 %. Полиморфизм А1298С гена МТНFR (rs 1801131) в гетерозиготном варианте А/С обнаружен у 37,41 % участников, а гомозиготный С/С – у 8,84 %. Гетерозиготный аллельный вариант полиморфизма гена метионин синтазы МТR А2756G (rs1805087) А/Г выявлен у 24,5 %, гомозиготный G/G – у 3,4 % исследуемых. Аллельный вариант А/Г полиморфизма гена МТR R А66G (rs1801394) обнаружен у 34 % добровольцев, мутантный аллель G/G – у 23,12 %.

Также у 27,21 % добровольцев был выявлен низкий уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови (референсный интервал 3,1 – 20,50 нг/мл), повышенный уровень гомоцистеина у 11 % (референсный интервал 5,46 – 16,20 мкмоль/л).

Выводы. Носительство неблагоприятных аллельных вариантов генов фолатного обмена, алиментарный дефицит витамина В9, табакокурение и употребление алкоголя значительно влияет на развитие состояния гипергомоцистеинемии, что в последствии может привести к формированию различных патологических состояний.

Библиографический список

1. Фолатный статус у студентов из Индии, обучающихся в г. Архангельске / А. С. Воронцова, Н. А. Воробьева, А. И. Воробьева, Е. Ю. Мельничук // Журнал медико-биологических исследований. 2023. № 3.
2. Марковский А. В. Полиморфизм генов фолатного обмена и злокачественные новообразования / А. В. Марковский // Забайкальский медицинский вестник. 2018. № 1. С. 164–171.
3. Homocysteine and Hyperhomocysteinaemia / B. L. Zaric, M. Obradovic, V. Vajic, M. A. Naidara, M. Jovanovic, E. R. Isenovic // Curr Med Chem. – 2019. 26. (16). P. 2948–2961.
4. Полиморфизм генов фолатного цикла как фактор риска формирования гипергомоцистеинемии / А. М. Иванов, А. Ж. Гильманов, Н. Н. Малютина, [и др.] // Анализ риска здоровью. 2020. № 4.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭНЕРГЕТИКИ
И ТРАНСПОРТА В АРКТИКЕ**

Анализ причин дорожно-транспортных происшествий на пересечении проспекта Героев-Североморцев и улицы Хлобыстова в городе Мурманск

Баринов А. С., Микульский М. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта, barinovas@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассмотрена статистика дорожно-транспортных происшествий на пересечении проспекта Героев-Североморцев и улицы Хлобыстова в городе Мурманск. В результате сделаны выводы о причинах дорожно-транспортных происшествий. Предложено направление дальнейшего исследования данной проблемы.

Abstract. The article examines the statistics of road accidents at the intersection of Geroev-Severomortsev Avenue and Khlobystova Street in the city of Murmansk. As a result, conclusions were drawn about the causes of road accidents. A direction for further research of this problem is proposed.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, причины дорожно-транспортных происшествий, безопасность дорожного движения

Key words: road accident, causes of road accidents, road safety

Пересечение проспекта Героев-Североморцев и улицы Хлобыстова в городе Мурманск является аварийно-опасным перекрестком по результатам периода 2017–2019 года. В результате принято решение о необходимости выделения отдельной пешеходной фазы. На данный момент – это решение не реализовано. Исследование причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и параметров транспортного потока обеспечит возможность выработки наиболее рационального решения этой проблемы [1; 2]. Наиболее перспективным направлением в решении подобных проблем является внедрение автоматизированной системы управления дорожным движением [3; 4].

На рисунке 1 представлена статистика ДТП на исследуемом участке, зарегистрированных в ГИБДД.

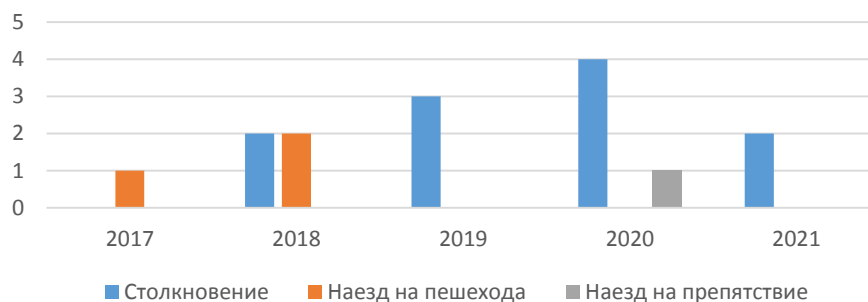


Рисунок 1 – Статистика ДТП на исследуемом перекрестке, зарегистрированных в ГИБДД

При этом на данном перекрестке происходит большое количество ДТП незарегистрированных в ГИБДД. На рисунке 2 представлено соотношение зарегистрированных и незарегистрированных ДТП на исследуемом перекрестке.



Рисунок 2 – Соотношение зарегистрированных и незарегистрированных ДТП на перекрестке

Причины дорожно-транспортных происшествий, зарегистрированных в ГИБДД, приведены на рисунке 3. Наиболее частой причиной является несоблюдение очередности движения на регулируемом перекрестке. Из-за особенностей рельефа и ширины проезжей части при выполнении поворота налево при движении по проспекту Героев-Североморцев имеется плохой обзор для водителей.

Также в результате анализа данных социальных групп, занимающихся обнаружением и фиксацией ДТП в городе Мурманск определено, что причины незарегистрированных ДТП имеют схожее распределение.

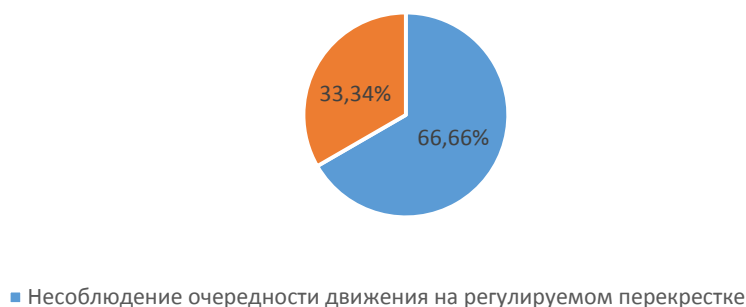


Рисунок 3 – Причины дорожно-транспортных происшествий на пересечении проспекта Героев-Североморцев и улицы Хлобыстова

В результате исследования определены основные причины дорожно-транспортных происшествий на рассматриваемом перекрестке. Далее необходимо провести исследование транспортных потоков на данном пересечении.

Библиографический список

1. Improving the City's Transport System Safety by Regulating Traffic and Pedestrian Flows / I. Makarova, K. Magdin, V. Mavrin [et al.] // Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat 2020) : Selected Papers from the 20th International Conference, Riga, 14–17 октября 2020 года. – Riga: Springer Nature, 2021. P. 518–527. DOI 10.1007/978-3-030-68476-1_48.
2. Improving the road network of small cities / V. Mavrin, K. Magdin, A. Boyko [et al.] // VENITS 2020 – Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems : 6, Virtual, Online, 02–04 мая 2020 года. Virtual, Online, 2020. P. 634–641.
3. Челтыбашев А. А. Особенности внедрения автоматизированной системы управления дорожным движением на примере города Мурманска / А. А. Челтыбашев, А. С. Баринов, Н. Ю. Нерубащенко // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2023. № 1(93). С. 121–130.
4. Баринов А. С. Применение автоматизированных систем управления дорожным движением / А. С. Баринов, Е. С. Гусев // Наука и образование – 2021 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 01 декабря 2021 года / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2022. С. 367–370.

Перспективы внедрения цифрового двойника транспортной сети города Мурманск

Баринов А. С., Гусев Е. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта, *barinovas@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье рассмотрены понятия цифрового двойника и интеллектуальной транспортной системы. Определены задачи, которые возможно решать при помощи внедрения цифрового двойника транспортной сети города. Сделаны выводы о перспективах внедрения цифрового двойника транспортной сети города Мурманск.

Abstract. The article discusses the concepts of a digital twin and an intelligent transport system. Problems that can be solved by introducing a digital twin of the city's transport network are identified. Conclusions are drawn about the prospects for introducing a digital twin of the transport network of the city of Murmansk.

Ключевые слова: цифровой двойник, интеллектуальная транспортная сеть, улично-дорожная сеть

Key words: digital twin, intelligent transport network, road network

Автомобильный транспорт задействован в большинстве отраслей жизнедеятельности человека. В связи с чем, повышение эффективности функционирования транспортной сети города является актуальной задачей в современном мире. Наиболее перспективным вариантом развития интеллектуальности транспортной сети города является внедрение цифрового двойника.

"Цифровой двойник" транспортной сети – это цифровая копия реальной транспортной сети города. При помощи такого двойника появляется возможность оптимизировать управление объектами или процессами. Цифровой двойник создается на базе накопленного объема данных о реальном объекте.

Разработка цифрового двойника транспортной сети сможет обеспечить решение множества задач. За счет цифрового двойника станет возможным более эффективно управлять дорожным движением, что обеспечит повышение безопасности на дорогах. В случаях возникновения дорожно-транспортных происшествий оказание помощи и устранение последствий будет выполняться быстрее [1]. Кроме того, оптимизация дорожного движения обеспечит снижение заторов на дорогах города, что

улучшит транспортную доступность и снизит негативное воздействие на окружающую среду от транспорта [3]. На основе данных ИТС повысится качество планирования объектов улично-дорожной сети [2; 4].

Цифровой двойник транспортной сети города Мурманск даст возможность при помощи математического моделирования сравнивать последствия от принятия различных решений. Эта функция поможет повысить эффективность при выборе стратегии развития транспортной сети города Мурманск.

Первым результатом внедрения цифрового двойника появится возможность сбора и накопления данных о состоянии транспортной сети города Мурманск. Среди данных транспортной сети, которые необходимо собирать, находятся:

- общие характеристики, рассматриваемого участка сети;
- объекты, находящиеся на рассматриваемом участке дорожной сети;
- параметры и периоды работы светофорных объектов;
- схемы организации дорожного движения всей транспортной сети города;
- информация о событиях, которые могут повлиять на движение транспортных потоков;
- интенсивность транспортных потоков во всех направлениях;
- погодные условия;
- состояние дорожного полотна [1; 2; 5].

Вторым результатом внедрения цифрового двойника является возможность отображения имеющихся данных о состоянии транспортной сети для пользователей. Эта функция дополнительно повысит безопасность дорожного движения в городе.

Третьим результатом является обеспечение более эффективного управления транспортной сетью. Цифровой двойник позволит моделировать различные решения и определять какие из них являются наиболее рациональными и безопасными.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение цифрового двойника транспортной сети города Мурманск является актуальным. С учетом стабильного роста уровня автомобилизации в городе Мурманск, вопрос о правильном развитии транспортной сети необходимо решать уже сегодня. Решение этого вопроса позволит обеспечить гармоничное развитие города. Цифровой двойник транспортной сети является одним из наиболее перспективных способов решения.

Библиографический список

1. Челтыбашев А. А. Особенности внедрения автоматизированной системы управления дорожным движением на примере города Мурманска / А. А. Челтыбашев, А. С. Баринов, Н. Ю. Нерубашенко // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2023. № 1(93). С. 121–130.
2. Баринов А. С. Применение автоматизированных систем управления дорожным движением / А. С. Баринов, Е. С. Гусев // Наука и образование - 2021 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 01 декабря 2021 года / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2022. С. 367–370.
3. Improving the City's Transport System Safety by Regulating Traffic and Pedestrian Flows / I. Makarova, K. Magdin, V. Mavrin [et al.] // Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat 2020) : Selected Papers from the 20th International Conference, Riga, 14–17 октября 2020 года. – Riga: Springer Nature, 2021. P. 518-527. DOI 10.1007/978-3-030-68476-1_48.
4. Improving the road network of small cities / V. Mavrin, K. Magdin, A. Boyko [et al.] // VENITS 2020 - Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems : 6, Virtual, Online, 02–04 мая 2020 года. Virtual, Online, 2020. P. 634-641.
5. Гусев Е. С. Анализ светофорных объектов, используемых при формировании улично-дорожной сети г. Мурманск / Е. С. Гусев, А. С. Баринов // Наука и образование – 2020 : материалы всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 01 декабря 2020 года. Мурманск : МГТУ, 2021. С. 447–450.

Изучение факторов, сдерживающих развитие деревянного домостроения в Арктике

Окулова Е. А.¹, Никонова Ю. В.¹, Челтыбашев А. А.², (¹г. Петрозаводск, ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет", кафедра технологии и организации строительства, juli4455@mail.ru, ²г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта cheltybashevaa@mstu.edu.ru)

Аннотация: Актуальным вопросом строительства в Арктике является поиск материалов, которые выгодно применять для быстровозводимых конструкций. Одним из возможных решений является использование дерева. Однако анализ действующего законодательства показал, что существуют пожарные ограничения, запрещающие использование данного материала для многоэтажного строительства.

Abstract: An urgent issue of construction in the Arctic is the search for materials that are advantageous to use for prefabricated structures. One possible solution is to use a tree. However, an analysis of current legislation has shown that there are fire restrictions prohibiting the use of this material for multi-storey construction.

Ключевые слова: деревянное домостроение, пожарная безопасность, строительство в Арктике

Keywords: wooden house construction, fire safety, construction in the Arctic

Освоение российской Арктики – один из ключевых приоритетов научно-технологического, экономического и геополитического развития на данный момент. Развитие Арктики сильно коррелирует с необходимостью развития Северного морского пути. Также, арктический регион непосредственно связан с безопасностью страны. Арктика является потенциальным местом геополитического конфликта [1; 2].

Проблем в вопросе развития Арктических территорий существует огромное количество, и немалая доля из них приходится на строительную сферу. Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) характеризуется суровыми климатическими условиями, удаленностью и обширностью территорий.

Все это по-своему влияет на строительный процесс в Арктике. Во главе стоят природно-климатические особенности региона:

1. Неблагоприятные погодные условия – зимой экстремально низкие температуры, летом – экстремально высокие; присутствуют большие годовые перепады температур.

2. Наличие снегопадов – отсюда проблемы заносов и больших снеговых нагрузок.

3. Высокая ветровая активность.

Поэтому, использование древесины при домостроении в Арктике имеет определенные преимущества:

1. Масса древесины меньше – следовательно, меньше вес несущих конструкций и нагрузка на грунт и вечную мерзлоту.

2. Сроки возведения зданий из древесины, как правило, короче. Этот фактор актуален не только для ограниченных сроков строительства, но и для решения проблемы аварийного жилья в арктическом регионе. В настоящее время очень активно обсуждается возможность возведения многоквартирных среднеэтажных домов для расселения аварийного и ветхого жилья именно из древесины.

3. Близость сырьевой базы. Арктика — это не только тундра, но и лесотундра, и тайга. Это обстоятельство может существенно снизить расходы на логистику.

4. Существующие технологии деревянного домостроения позволяют строить в любой сезон и в любых климатических условиях.

5. Дерево – это экологичный материал. Кроме того, он обладает низкой теплопроводностью и высоким уровнем морозостойкости [3].

Однако, несмотря на наличие весомых достоинств древесины, на данный момент нет активного ее применения в АЗРФ, и на то есть существенные причины:

1. Отсутствие законодательной и нормативной базы. Возведение многоквартирных деревянных зданий в Арктике требует разработки многих новых документов и переработки старых. В нашу страну за последние несколько десятков лет пришло немало количество новых технологий строительства из дерева, но некоторые из этих технологий не имеют необходимых регламентов и сертификаций. Не все из них имеют утвержденные у нас стандарты, поэтому при возведении деревянных зданий используются нормы, условно говоря, прошлого века. Однако работа в этом направлении

активно началась с 2019 года. А в 2024 году планируется установить правила для возведения деревянных жилых зданий до 12 этажей и подготовить всю необходимую нормативную базу для этого.

2. Усложняют ситуацию существующие противопожарные нормы. В настоящее время технологии шагнули далеко вперед, поэтому некоторые нормативы кажутся избыточными или устаревшими.

3. В России уже существуют примеры многоквартирных домов из древесины, а также зданий культурно-социального назначения. Но, несмотря на это, многоквартирное деревянное домостроение пока остается инновацией для нашего рынка. Присутствует нехватка специализированных рабочих и инженеров, нет большого опыта в возведении подобных строений.

Это основные факторы, которые сдерживают деревянное домостроение как в России в целом, так и в Арктике в частности [3; 4].

В заключение можно сказать, что возвести здание из древесины можно при любых климатических условиях, при условии соблюдения всех норм, правил и технологий. И, несмотря на существующие сложности, во многих Арктических регионах растет заинтересованность в развитии деревянного домостроения, что дает надежду на скорое его широкое распространение.

Библиографический список:

1. Указ президента РФ от 26.10.2020. О Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года [Электронный ресурс]: Совет Безопасности Российской Федерации, официальный сайт. URL: <http://www.scrf.gov.ru/media/files/file/hcTiEHnCdn6TqRm5A677n5iE3yXLi93E.pdf>
2. Особенности жилищного строительства в Арктической зоне РФ // Совет Федерации, "Круглые столы" от 16.02.2021. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/126006/>.
3. Эксперты: устаревшие нормативы мешают развитию деревянного домостроения в Арктике // ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/17630997>
4. Что сдерживает развитие деревянного домостроения на Севере // RG – новости экономики. URL: <https://rg.ru/2019/10/15/reg-szfo/chto-sderzhivaet-razvitie-dereviannogo-domostroeniia-na-severe.html>

Влияние алюмосиликатных полых микросфер и суперпластификатора Glenium на свойства легкого бетона

Бастрыгина С. В. (*г. Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И. В. Тананаева КНЦ РАН, s.bastrygina@ksc.ru*)

Аннотация. Оценена эффективность использования алюмосиликатных микросфер и суперпластификатора Glenium в легком бетоне на основе мелкодисперсного пористого заполнителя. Показано, что введение в состав бетонной смеси микросфер в количестве 20 мас. % совместно с суперпластификатором Glenium 503 в количестве 0.5 мас. % увеличивает прочность легкого бетона на 25 %.

Abstract. The effectiveness of using aluminum-silicate microspheres and superplasticizer Glenium in lightweight concrete based on fine porous aggregate has been assessed. It has been shown that the introduction of microspheres into the concrete mixture in an amount of 20 wt. % together with the superplasticizer Glenium 503 in an amount of 0.5 wt. % increases the strength of lightweight concrete by 25 %.

Ключевые слова: алюмосиликатные микросферы, суперпластификатор Glenium, мелкодисперсный пористый заполнитель, высокопрочный легкий бетон

Key words: aluminum-silicate microspheres, superplasticizer Glenium, fine porous aggregate, high-strength lightweight concrete

В последнее время широкое применение в составах на основе цемента получили микросферы, которые представляют собой легкую фракцию золы уноса. Они состоят из полых тонкостенных частиц сферической формы алюмосиликатного состава. Благодаря своим уникальным свойствам – низкой плотности, высокой прочности, химической стойкости и невысокой цены, они могут использоваться в качестве наполнителей ряда композиционных материалов [1]. Поскольку микросферы имеют достаточно высокую дисперсность, то при их использовании требуется увеличенный расход воды. В связи с этим для приготовления бетонных смесей с микросферами применяют пластифицирующие добавки. Наиболее эффективными из них являются поликарбоксилатные пластификаторы, применение которых позволяет, за счет снижения водоцементного отношения, повышать в значительной степени прочность и долговечность изделий [2].

В задачу исследований входило изучение влияния алюмосиликатных микросфер и совместного их использования с пластификаторами на поликарбоксилатной основе на физико-механические свойства легкого бетона.

В качестве заполнителя бетона использовали вспучивающиеся сланцы проявления Цыпнаволок фракции 2.5–5 мм, опудренные угольной пылью и обожженные при температуре 1 150 °С, в качестве вяжущего – портландцемент марки Sem I 52.5 Н. Аллюмосиликатными микросферами заменяли 20 и 30 мас. % цемента с целью уменьшения плотности и повышения прочности бетона. В качестве суперпластификатора применяли Glenium 51 и Glenium 503 (ООО "BASF Строительные системы") в количестве 0.5 % от массы смешанного вяжущего (цемент +АСМ).

Зависимость прочностных свойств легких бетонов от содержания микросфер (рисунок) показывает, что введение наполнителя низкой плотности способствует незначительному снижению предела прочности при сжатии. Эта зависимость проявляется как на образцах, испытанных сразу после тепловлажностной обработки (ТВО), так и на образцах, высушенных до постоянной массы (ТВО+с). Однако после 28 суток твердения прочность бетона с заменой 30% цемента микросферами сравнялась с прочностью контрольного состава, с заменой 20 % цемента – увеличилась на 11 %. При введении пластифицирующих добавок в состав с 20 % заменой цемента происходит дальнейший рост прочности бетона.

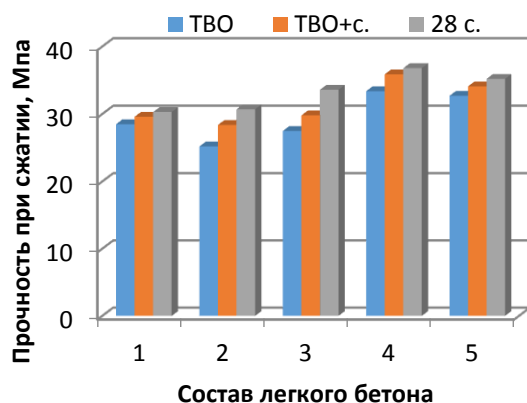


Рисунок – Влияние состава легкого бетона на его прочность:
1 – контрольный состав;
в составе 2 замена цемента микросферами составляет 30%;
в 3, 4 и 5 составах – 20%.
В составе 4 использовалась добавка Глениум 503,
в составе 5 – Глениум 51

Так, после ТВО при использовании добавки Глениум 503 прочность увеличилась на 18 %, при использовании добавки Глениум 51 – на 16 %. Предел прочности при сжатии 28 суточных образцов вырос на 22–25 % по сравнению с бездобавочным составом.

При увеличении содержания микросфер отмечается снижение плотности бетона пропорционально объемной доле последних. Применение пластификаторов на плотность бетона существенного влияния не оказывает.

Контактная зона микросферы с цементом и пористого заполнителя со смешанным вяжущим характеризуется прочным сцеплением без видимых деструктивных проявлений, что определяется способностью составляющих цемента к химическому и физико-химическому взаимодействию с поверхностью заполнителя и образованию на контакте между ними клеящего вещества.

Техническая эффективность бетонов оценивается показателем удельной прочности (отношение предела прочности при сжатии к средней плотности), который для высокопрочных легких бетонов составляет более 25 МПа. Результаты исследований показали, что удельная прочность бездобавочного состава находится в пределах 23 МПа. При замене цемента микросферами совместно с пластификатором прочность бетона повышается до 26–28 МПа, что позволяет отнести разрабатываемые бетоны к классу высокопрочных.

Дальнейшие исследования легкого бетона с микросферами и пластификаторами будут направлены на повышение его прочностных свойств за счет использования различных видов модифицирующих добавок, в том числе нанокремнезема, полученного из техногенных отходов.

Библиографический список

1. Орешкин Д. В., Беляев, К. В., Семенов, В. С. Полые стеклянные микросферы и прочность цементного камня // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2010. № 11. С. 45–47.
2. Исследование возможности модификации карбоксилатных пластификаторов в составе модифицированных мелкозернистых бетонных смесей / С. С. Киски, И. В. Агеев, А. Н. Пономарев, А. А. Козеев, М. Е. Юдович // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8. С. 42–46.

Исследование бетонов на основе уррита, модифицированных кремнеземсодержащими добавками

Белогурова Т. П. ^{1,2} (¹г. Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И. В. Тананаева КНЦ РАН, ²г. Мурманск, "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта; *t.belogurova@ksc.ru*)

Аннотация. Разработаны составы мелкозернистых бетонов классов В50–В70 с заполнителем из уррита и добавками нанокремнезема. Показано, что кремнеземсодержащая добавка на основе нефелинового концентрата, введенная в состав бетона в количестве 0.5 %, повышает его прочностные и структурные характеристики за счет формирования более плотной микроструктуры.

Abstract. Compositions of fine-grained concretes of classes В50–В70 with a filler of urtite and nanosilicon additives have been developed. It is shown that a silica-containing additive based on nepheline concentrate, introduced into the composition of concrete in an amount of 0.5 %, increases its strength and structural characteristics due to the formation of a denser microstructure.

Ключевые слова: нанодисперсный диоксид кремния, кремнеземсодержащие добавки, нефелинсодержащие породы, мелкозернистый бетон, уррит, микроструктура

Key words: nanodisperse silicon dioxide, silica-containing additives, nepheline-containing rocks, fine-grained concrete, urtite, microstructure

В последнее время особенно актуальной проблемой является поиск нанодисперсных добавок, которые оказывают положительное влияние на процессы твердения бетона, улучшая его свойства.

В работе в качестве эффективных добавок, способствующих улучшению качества бетона, были исследованы порошки кремнезема, полученные в ИХТРЭМС КНЦ РАН из эвдиалитового (ЭГ), нефелинового (НФ) и нефелин-эгиринового (НЭГ) концентратов – побочных продуктов переработки рудного сырья [1].

Исследованием добавок установлено, что все они находятся в аморфном состоянии. Содержание диоксида кремния в пробах составляет 70–80 мас.%. Добавки имеют развитую мезопористую поверхность от 310 до 520 м²/г. Общий объем пор составляет 0.4–1.1 см³/г, средний диаметр которых 6.8–8.5 нм и глубина 5.9–8.3. Порошок кремнезема НФ имеет наибольшую удельную поверхность и пористость.

Испытаниями добавок в цементных образцах установлено, что для модификации цементных составов оптимальным количеством при использовании добавки НФ является 0.5 % от массы цемента, а при применении добавок ЭВ и НЭГ – 1.0 %.

Эффективность добавок кремнезема была оценена в составе мелкозернистых бетонов с заполнителем из уртита и оптимальным содержанием добавок. Образцы твердели в нормальных условиях (НТ) и при тепловой обработке (ТВО) и испытывались в возрасте 3, 7, 14 и 28 суток. Испытания показали, что прочность при сжатии всех образцов бетонов с возрастом твердения увеличивается, при ТВО эти показатели немного выше. Образцы со всеми добавками показали значительно больший прирост прочности по сравнению с бездобавочными составами как при НТ, так и при ТВО. Особенно интенсивный прирост прочности наблюдался у образцов с добавкой НФ в первые 3 суток твердения – до 58 % после НТ и 88 % после ТВО. К 28 суткам твердения прирост прочности образцов с добавками составлял до 87 %; наибольшие показатели отмечены у образцов с добавкой НФ. Таким образом, добавка НФ, введенная в состав бетона в количестве 0.5 %, является более эффективной для мелкозернистых бетонов. Динамика роста прочности бетонов представлена графически на рисунке 1.

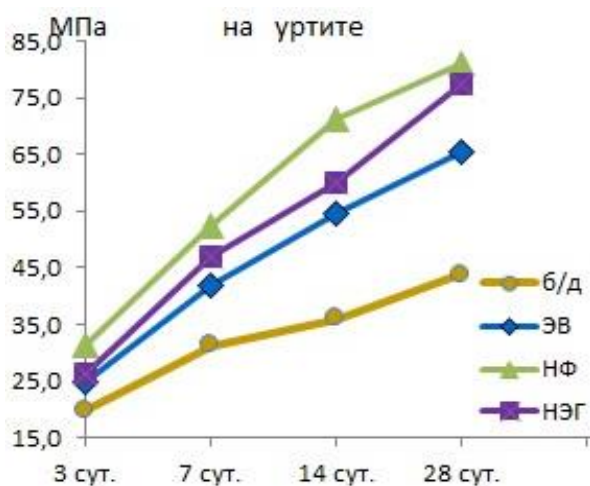


Рисунок 1 – Прочность при сжатии бетонов с добавками

Методами РФА и ДТА зафиксировано увеличение процессов гидратации в бетонах с кремнеземсодержащими добавками. Полученные данные подтверждены с помощью электронной микроскопии. На рисунке 2 представлены микрофотографии зерен добавок в бетоне на уртите после 28 суток твердения в нормальных условиях. На фото видно, что практически все зерна покрыты сплошным слоем новообразований

гидросиликатов кальция различного состава. Частицы нанокремнезема по всей поверхности имеют плотный контакт с цементной матрицей через прослойку из новообразований.

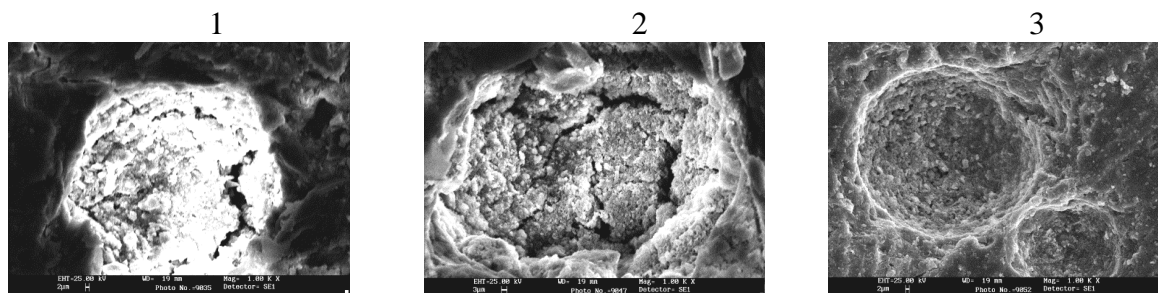


Рисунок 2 – Микрофотографии бетонов на уртите с добавками нанокремнезема:
1 – УЭВ, 2 – УНФ, 3 – УНЭГ. Ув 1 000

Наглядно показано, что наночастицы кремнезема непосредственно участвуют в процессе гидратации и формирования структуры цементного камня. Наиболее ярко химическое взаимодействие отмечается у бетона с нанодобавкой кремнезема, полученного из нефелинового концентрата (НФ). При этом, зерно нанокремнезема, как снаружи, так и внутри практически целиком подверглось растворению в ходе химической реакции с $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Полученные новообразования представляют собой гидросиликаты кальция типа CSH субмикроструктурной структуры [2]. Таким образом, наличие в цементе нанодисперсных кремнеземсодержащих добавок обеспечивает формирование более плотной микроструктуры цементного камня и бетона в целом, что подтверждает проведенные ранее прочностные и физико-химические исследования.

Проведенные исследования позволяют использовать нанодисперсные кремнеземсодержащие добавки, полученные при переработке побочных продуктов рудного сырья, для изготовления высококачественных мелкозернистых бетонов на основе нефелинсодержащих пород. Результаты работы свидетельствуют о перспективных возможностях расширения рынка нерудных строительных материалов Арктической зоны России.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2179527 Способ переработки силикатного сырья // В. И. Захаров, В. А. Матвеев, Д. В. Майоров. БИ № 5, 2002.
2. О микроструктуре и синтезе прочности цементного камня с добавками ГСК / Н. И. Макридин, В. Н. Вернигорова, И. Н. Максимова / Известия вузов. Строительство, 2003. №8. С.37–42. УДК 691.3

Нанокompозитные добавки для фотокаталитически активных самоочищающихся бетонов

Тюкавкина В. В., Цырятьева А. В. (*г. Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И. В. Тананаева КНЦ РАН, v.tiukavkina@ksc.ru*)

Аннотация. Изучено влияние нанокompозитных $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ добавок, полученных на основе промышленных отходов Кольского полуострова, на способность к самоочищению мелкозернистого бетона.

Abstract. The influence of nanocomposite $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ additives obtained from industrial waste of the Kola Peninsula on the self-cleaning ability of fine-grained concrete was studied.

Ключевые слова: нанокompозиты $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, фотокаталитическая активность, мелкозернистые бетоны, прочность, способность к самоочищению

Key words: $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ nanocomposites, photocatalytic activity, fine-grained concretes, strength, self-cleaning ability

Материалы с фотокаталитически активным диоксидом титана позволяют значительно улучшить состояние окружающей среды. Однако, несмотря на большие возможности для улучшения качества воздуха, которые могут быть получены за счет значительных бетонных поверхностей, подвергающихся воздействию атмосферы, особенно в городах, фотокаталитические бетоны все еще не получили широкого применения. Это связано, в первую очередь, с тем, что диоксид титана, применяемый для этих целей, проявляет фотокаталитическую активность только при облучении ультрафиолетовым светом (УФ). В связи с чем, поиск добавок придающих бетону способность к самоочищению не только при облучении УФ, но при воздействии видимым светом (ВС) является весьма актуальной задачей.

В проведенных нами исследованиях в качестве добавок в цемент рассматривались нанокompозиты $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, полученные с использованием промышленных отходов Кольского полуострова. Используемые в работе титаносиликатные добавки характеризуются разнообразием состава и свойств и отличаются друг от друга способом получения, химическим и фазовым составом, удельной поверхностью, пористостью, морфологией. Их удельная поверхность изменяется от 39 до 534 $\text{м}^2/\text{г}$, содержание TiO_2 от 39 до 79 мас.%, SiO_2 от 20 до 40 мас.%, фазовый состав представлен как

синтетическими титаносиликатами, так и анатазом или рутилом либо аморфным диоксидом титана в сочетании с аморфным кремнеземом. Они также отличаются фотокаталитической активностью в реакции разложения метиленового синего при воздействии ультрафиолетовым и видимым светом. В связи с этим возникает необходимость изучить влияние отдельных факторов и выявить закономерности, связанные с изменчивостью состава и свойств титаносиликатных порошков, на способность к самоочищению цементного камня. Фотокаталитические самоочищающиеся свойства оценивали по изменению окраски метиленового синего (МС) нанесенного на поверхность бетонных образцов при облучении УФ и ВС светом.

Проведенными исследованиями установлено, что все исследуемые титаносиликатные порошки придают цементному камню способность к самоочищению в ультрафиолетовой и видимой областях спектра в реакции разложения МС, нанесенного на поверхность бетона. Бетонные поверхности, модифицированные добавками на основе синтетических титаносиликатов (Б 1-2, Б 1-3), анатаза и аморфного кремнезема (Б 2-1) превосходят по способности к самоочищению образцы, содержащие коммерческий диоксид титана (Б P25) (рисунок 1). Наибольшее влияние на фотокаталитическую активность цементного камня оказывают наночастицы TiO_2-SiO_2 , характеризующиеся кристаллической структурой и высокой удельной поверхностью. При воздействии видимым светом фотокаталитическая активность бетонов Б P25 и Б б/д (без добавки TiO_2-SiO_2) идентична.

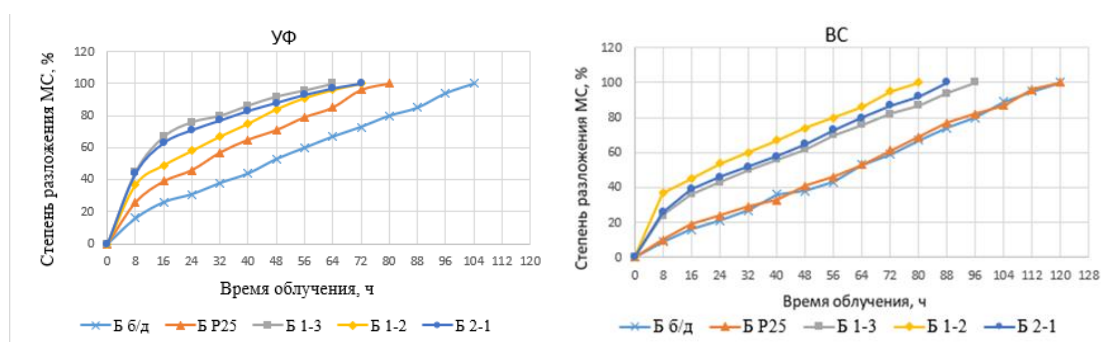


Рисунок 1 – Фотокаталитическая активность бетонной поверхности в зависимости от вида TiO_2-SiO_2 при облучении УФ и ВС

Определено, что фотокаталитическая активность бетонной поверхности при облучении УФ с увеличением содержания TiO_2 в составе титаносиликатного порошка повышается. Также прослеживается зависимость ФКА от удельной поверхности: чем больше удельная поверхность, тем

выше способность цементного камня к самоочищению. Установлено, что способность к самоочищению бетона, модифицированного наночастицами $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, в процессе твердения усиливается вследствие образования кристаллической структуры (рисунок 2).

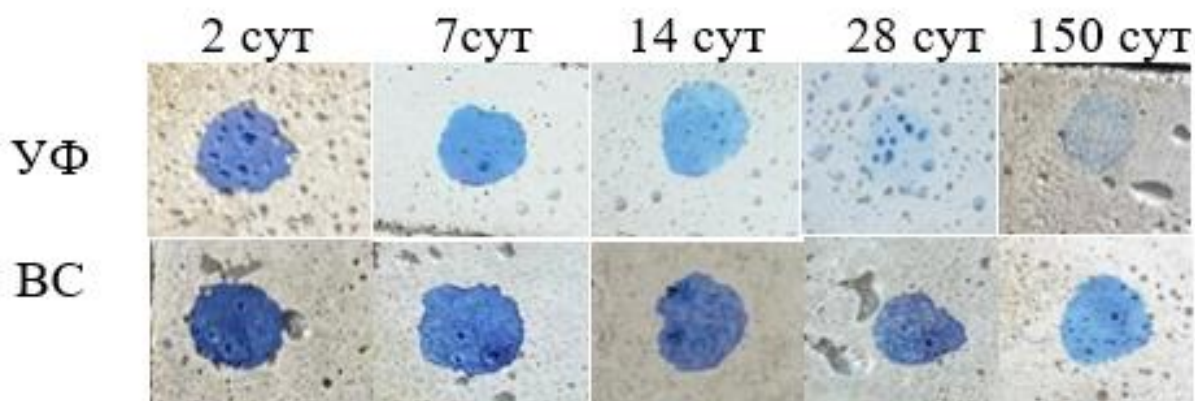


Рисунок 2 – Изменение интенсивности окраски МС на поверхности бетона, содержащего 2% $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ ($S_{\text{уд}} 183 \text{ м}^2/\text{г}$), в процессе твердения при облучении УФ, ВС в течение 48 ч

Определено, что при допировании цементного камня титаносиликатными добавками, в первую очередь, необходимо учитывать их удельную поверхность и при использовании $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ с высокой удельной поверхностью необходимо подвергать наночастицы ультразвуковому диспергированию в присутствии поверхностно активных веществ, либо вводить совместно с суперпластификатором, также их надо вводить в небольших количествах. Выявлено, что при содержании в составе бетона титаносиликатной добавки 2–6 % от массы цемента фотокаталитическая активность бетонной поверхности при облучении УФ и ВС практически не изменяется. В целом способность цементного камня к самоочищению обусловлена фотохимической активностью титаносиликатных порошков. Для получения фотокаталитически активных самоочищающихся мелкозернистых бетонов достаточно введение в его состав $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ в количестве 1–2 % от массы цемента. Бетон, модифицированный наночастицами $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, по способности к самоочищению превосходит образцы с Р25 при воздействии ультрафиолетовым светом и проявляет фотокаталитическую активность при видимом свете.

Моделирование процесса поворота сочлененных колесных машин высокой проходимости в условиях Арктики

Челтыбашев А. А., Каиров Т. В., Прежин С. Д. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта, *cheltybashevaa@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье рассмотрена математическая модель криволинейного движения сочлененной четырехосной колесной машины со всеми ведущими колесами с использованием уравнений Лагранжа 2-го рода. Численное решение системы уравнений в среде Mathematica, позволило получить результат описывающий простейший случай движения под действием постоянной силы по ровной горизонтальной поверхности.

Abstract. The article considers a mathematical model of the curvilinear motion of an articulated four-axle wheeled vehicle with all driving wheels using Lagrange equations of the 2nd kind. The numerical solution of a system of equations in the Mathematica environment allowed us to obtain a result describing the simplest case of motion under the action of a constant force on a flat horizontal surface.

Ключевые слова: управляемость колесных машин, модель криволинейного движения, сочлененные колесные машины

Key words: controllability of wheeled vehicles, curved motion model, articulated wheeled vehicles

Изучение управляемости машины в повороте чаще всего основывается на математических моделях. Использование подобных моделей дает возможность еще на стадии их проектирования оценить функциональные особенности и свойства колесных машин, а также оптимизировать конструктивные параметры и эксплуатационные характеристики на этапе разработки [1].

Как правило, при составлении математической модели движения колесных машин, используют уравнения Лагранжа 2-го рода и описывают установившееся движение [2; 3]. При изучении неустановившегося движения колесных машин по криволинейной траектории используют модели, в которых управляющее воздействие на рулевое колесо задается линейной функцией.

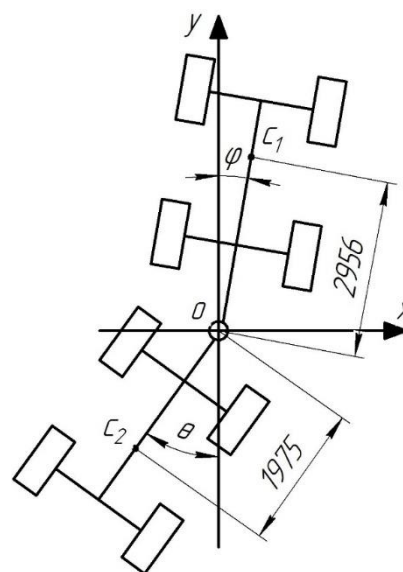


Рисунок 1

В данной работе при помощи уравнений Лагранжа 2-го рода мы приступаем к созданию математической модели движения сочлененной четырехосной колесной машины.

Расчетная схема криволинейного движения четырехосной сочлененной колесной машины со всеми ведущими колесами показана на рисунке 1.

В первом приближении будем считать обе тележки твердыми телами, которые соединены цилиндрическим шарниром.

В качестве обобщенных координат выберем координаты шарнира x, y и углы φ, θ (рисунок 1). Уравнения Лагранжа 2 рода для указанных обобщенных координат имеют вид.

$$(m_1 + m_2)\ddot{x} + m_1 a_1 \ddot{\varphi} \cos \varphi - m_1 a_1 \dot{\varphi}^2 \sin \varphi - m_2 a_2 \ddot{\theta} \cos \theta + m_2 a_2 \dot{\theta}^2 \sin \theta = Q_x,$$

$$(m_1 + m_2)\ddot{y} - m_1 a_1 \ddot{\varphi} \sin \varphi - m_1 a_1 \dot{\varphi}^2 \cos \varphi + m_2 a_2 \ddot{\theta} \sin \theta + m_2 a_2 \dot{\theta}^2 \cos \theta = Q_y,$$

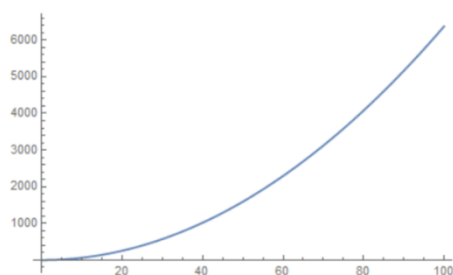
$$(J_1 + m_1 a_1^2) \ddot{\varphi} + m_1 a_1 (\ddot{x} \cos \varphi - \ddot{y} \sin \varphi) = Q_\varphi,$$

$$(J_2 + m_2 a_2^2) \ddot{\theta} - m_2 a_2 (\ddot{x} \cos \theta - \ddot{y} \sin \theta) = Q_\theta.$$

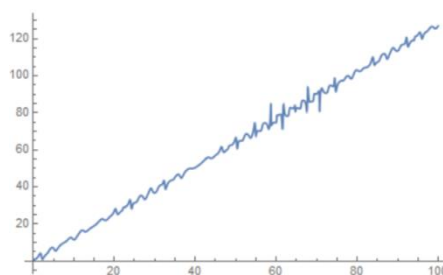
Полученная система решалась численно в среде Mathematica, для следующих значений.

Масса передней секции, m_1	3420 кг.
Масса задней секции, m_2	4425,32 кг
Расстояние до центра тяжести первой секции, a_1	1975 мм
Расстояние до центра тяжести второй секции, a_2	2956 мм
Момент инерции первой телеги, J_1	190,985 кг · м ²
Момент инерции второй телеги, J_2	247,12 кг · м ²

Результаты численного решения можно представить графически. Для иллюстрации работоспособности модели, приведем графики $y(t)$ и $v_y(t)$ для случая, когда все начальные параметры равны нулю, кроме $Q_y = 100$, $\theta_0 = \pi/12$ приведены ниже.



зависимость $y(t)$



зависимость $v_y(t)$

Также можно построить графики и для остальных обобщенных координат и скоростей.

На данный момент получены численные решения системы четырех дифференциальных уравнений, описывающих простейший случай движения четырехосной сочлененной колесной машины под действием постоянной силы по ровной горизонтальной поверхности.

В перспективе развития модели предполагается учет независимого поворота колес, под действием вращающих моментов.

Библиографический список:

1. Vantsevich V. V. All-wheel driveline mechatronic systems: Principles of wheel power management / V. V. Vantsevich // SAE Technical Papers. 2006. No. 1. P. 580. DOI 10.4271/2006-01-0580.
2. Высоцкий М. С. Математическое моделирование криволинейного движения колесных машин / М. С. Высоцкий, Д. А. Дубовик // Вестник Белорусско-Российского университета. 2008. № 2(19). С. 6–15. DOI 10.53078/20778481_2008_2_6.
3. Управление движением колесных машин / С. Н. Поддубко, И. С. Сазонов, Д. А. Дубовик [и др.] ; Министерство образования Республики Беларусь, Министерство образования и науки Российской Федерации, Белорусско-Российский университет. Могилев : Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2018. 511 с.

Варианты декарбонизации и энергосбережения Мурманской энергетики. Рациональное использование избытка электрической энергии

Малышев В. С., Пантилеев С. П. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта, malyshevvs@mstu.edu.ru, pantileevsp@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье дан критический анализ вариантов использования избыточного производства электроэнергии в Мурманской области и предложены альтернативные наиболее эффективные и экологически чистые способы и технологии, включающие широкое использование теплонасосных установок, где в качестве испарителя теплового насоса предложено применить генератор жидкого водяного льда по патенту авторов.

Abstract. The article provides a critical analysis of the options for using excess electricity generation in the Murmansk Region and suggests alternative, most efficient and environmentally friendly methods and technologies, including the widespread use of heat pump installations, where it is proposed to use a liquid water ice generator as a heat pump evaporator according to the authors' patent.

Ключевые слова: профицит генерации электроэнергии, анализ вариантов использования, теплонасосные установки, испаритель, генератор жидкого водяного льда

Key words: surplus of electricity generation, analysis of use cases, heat pump installations, evaporator, liquid water ice generator

В энергетическом сообществе Мурманской области обсуждаются варианты использования избыточного производства электроэнергии в нашем регионе. Так в статье К. Н. Юсупова "Направления снижения углеродного следа энергосистем Мурманской области" [1] приводятся данные за 2021 год, в которых избыток электрической энергии Мурманской области составляет 4 166 млрд кВт·ч. Профицит выработки электроэнергии существенно увеличится после планируемого в 2023 году введения в эксплуатацию Кольской ВЭС,

Автор статьи [1] предлагает этот избыток электрической энергии использовать для электролизного получения водорода, который затем предлагается использовать, как топливо в теплоснабжении области. В своих расчетах К. Н. Юсупов принимает стоимость 1кВт·ч в 1 руб., хотя такой тариф ничем не обоснован. В этом случае по его расчетам стоимость генерируемого водорода составит 69 руб. за 1 кг при использовании советских

электролизеров СЭУ, которые, как он считает, есть на территории региона). КПД существующих электролизных установок находится в пределах 60–73 % [5; 6]. Этому соответствует расход электроэнергии 5–4,1 кВт·ч/нм³ Н₂ (≈ 55,5–45,5 кВт·ч/кг Н₂). В перспективе, при доведении КПД электролиза воды до 80 %, расход электроэнергии может быть снижен до 3,75 кВт·ч/нм³ Н₂ (≈ 41,66 кВт·ч/кг Н₂). Таким образом, при реальной стоимости электроэнергии в 5руб/кВт·ч [3] себестоимость генерируемого водорода составит 227,5 руб/кг, а не 69 руб/кг. Очевидно, что использование водорода в теплоснабжении области представляется избыточно затратным даже в сравнении с мазутом при его нынешних ценах в 42руб/кг [3]).

Бесспорно, что, избыток электрической энергии Мурманской области необходимо использовать путем создания новых энергоемких производств.

В частности, ПАО "НоваТЭК" планирует постройку завода "Мурманский СПГ" мощностью 20,4 млн тонн СПГ в год, где предполагается использование профицита электроэнергии. Сейчас "НоваТЭКа" в Белокаменке ведет сооружение второй линии завода "Арктик СПГ-2".

Директор департамента коммуникаций "Росатома" Андрей Тимонов заявил РБК, что госкомпания сотрудничает с НОВАТЭКом по поводу завода в Мурманской области и готова предоставить скидку к рыночной цене электроэнергии на объем потребления предприятия. "Прирост потребления на 900 МВт из-за ввода завода НОВАТЭК в 2027–2029 годах должен улучшить загрузку Кольской АЭС, которая исторически недозагружена относительно других АЭС АО "Концерн Росэнергоатом".

При удельном энергопотреблении 297кВт·ч/т мощность электропотребления завода составит примерно 500МВт. При цене электрической энергии 5 рублей за 1кВт·ч электрическая составляющая в цене СПГ составит 1 485 рублей за 1 тону.

Безусловно следует предусмотреть использование избытка электричества в Мурманской области для привода электрокомпрессоров на перекачивающих станциях газопровода Волхов- Мурманск- Белокаменка (40 млрд м³ в год), т.к. фирма Сименс прекратила поставки турбокомпрессоров в Россию.

Соотношение цен на электроэнергию и топливный газ позволяет в первом приближении определить области рационального использования каждого из них. Расчеты показывают, что при существующих ценах на топливный газ и электроэнергию целесообразность использования га-

зотурбинного привода оправдывается даже при КПД работающих агрегатов на уровне 18–20 %. При повышении КПД газотурбинного привода область рационального использования его значительно расширяется. Соотношение цен на электроэнергию и топливный газ позволяет в первом приближении определить области рационального использования каждого из них [2; 7]. Это говорит о том, что только нехватка из-за санкций турбокомпрессоров заставит использовать электричество для перекачки природного газа.

На наш взгляд, возможно более широкое использование электроэнергии для теплоснабжения за счет применения теплонасосного оборудования. Город Мурманск и большинство городов и поселков области расположены на берегах Баренцева и Белого морей, многочисленных рек и озер, вода которых является неисчерпаемым источником низкопотенциальной энергии для работы испарителей тепловых насосов.

При температуре испарения используемого в испарителе теплового насоса хладона равной $T_1 = -10^\circ\text{C}$ (263 °К) и температуры конденсации рабочего тела в конденсаторе $T_2 = 110^\circ\text{C}$ (383 °К) коэффициент трансформации k составит:

$$k = T_2 / (T_2 - T_1) = 263 / (383 - 263) = 2,19.$$

При таком коэффициенте тепловые насосы будут вырабатывать 1 Гкал за $5815 / 2,19 = 2655$ рубля.

Для примера рассмотрим теплоснабжение поселка Ура-Губа, в котором теплоснабжение обеспечивается мазутной котельной тепловой мощностью $Q_1 = 2,368$ Гкал/ч (2,76 МВт). При такой тепловой мощности необходим тепловой насос с мощностью привода компрессора $2,76 / 2,19 = 1,26$ МВт.

Если в качестве испарителя теплового насоса применить генератор жидкого водяного льда по патенту [4], то массовый расход воды (температура $+4^\circ\text{C}$) из залива через генератор при ее заморозке до температуры -4°C составит:

$$G = Q_1 / (c_v \cdot 4 + r + c_l \cdot 4) = 2,76 \cdot 10^3 / (4,19 \cdot 4 + 330 + 2,1 \cdot 4) = 7,77 \text{ кг/с или } 28 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $c_v = 4,19$ кДж/(кг·К) – теплоемкость воды;

$$c_l = 2,1 \text{ кДж/(кг·К)} – \text{теплоемкость льда.}$$

При перепаде температур в испарителе $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ и коэффициенте теплопередачи $k = 30$ кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{K}$) площадь теплообмена составит:

$$F = Q_1 / (k \cdot \Delta t) = 2,76 \cdot 10^3 / (30 \cdot 5) = 18,4 \text{ м}^2.$$

При использовании секционного теплообменника с диаметром трубы 100мм это составит 8 секций.

Выводы

Профицит генерации электрической энергии в Мурманской области желательно использовать для вновь строящихся высокотехнологичных и энергоемких предприятий.

Использование избытка электрической энергии в теплоснабжении Мурманской области для производства водорода электролизным способом не может быть рентабельным. Предлагается более широкое применение в теплоснабжении поселков области теплонасосного оборудования, работающего на низкопотенциальном тепле воды Кольского залива и Баренцева моря.

Библиографический список

1. Направления снижения углеродного следа энергосистем Мурманской области. Архив С.О.К. 2023 № 8. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/napravleniya-snizheniya-uglerodnogo-sleda-energositsem-murmanskoy-oblasti?ysclid=lp3kji1g3072528624>.
2. Тарифы на электроэнергию для промышленных предприятий в 2023. URL: <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dlya-srednih-predpriyatij?ysclid=lp3jl2myaq220172178>.
3. Мурманская область ждет федеральной поддержки из-за цен на мазут. URL: <https://abnews.ru/szfo/news/murmansk/2023/9/21/murmanskaya-oblast-zhdet-federalnoj-podderzhki-iz-za-czen-na-mazut?ysclid=lp3lwygumn544566255>.
4. Патент РФ 213834 Генератор водяного жидкого льда | Пантилеев С. П., Малышев В. С. URL: <https://kriofrost.academy/mediateka/biblioteka/generator-vodyanogo-zhidkogo-lda/?ysclid=lp3mumm711207008871>.
5. Аминов Р. З., Байрамов А. Н. Получение водорода на базе внепиковой электроэнергии АЭС // Альтернативная энергетика и экология. 2016. № 05–06. С. 193–194.
6. Марченко О. В., Соломин С. В. Анализ эффективности производства водорода с использованием ветроэнергетических установок и его использование в автономной энергосистеме // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология" (ISJAEE). 2007. № 3 (47). Р. 112–118.
7. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов-1. Стр. 17. URL: <https://studfile.net/preview/8864644/page:17/>.

Выполнение стратегических направлений импортозамещения в топливно-энергетическом комплексе российской Арктики

Вопиловский С. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта, *vopilovskys@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В исследовании представлена взаимосвязь стратегических планов государственных и бизнес структур, учебных центров и производственных предприятий, учреждений науки и промышленности для выстраивания процедур по дальнейшему укреплению технологического развития страны.

Abstract. The study presents the relationship between the strategic plans of government and business structures, training centers and manufacturing enterprises, scientific and industrial institutions for building procedures for further strengthening the technological development of the country.

Ключевые слова: Экономика, Арктика, стратегии, инновации, судостроение, топливно-энергетический комплекс

Key words: Economy, Arctic, strategy, innovation, shipbuilding, fuel and energy complex

Введение

В настоящее время освоение арктического шельфа России находится в фазе промышленного освоения. Осуществляемое сегодня, политико-экономическое давление недружественными странами направленное на сокращение добычи, переработки и отправки углеводородов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) обусловили реализацию технологических проектов по нивелированию процессов импортозависимости, создания отечественных высокотехнологичных изделий/продуктов в рамках достижения технологического суверенитета страны.

Основная часть

Концепция технологического суверенитета формируется и поэтапно внедряется в жизнь страны [1; 2]. Важная роль отводится государству в создании институциональной основы технологического суверенитета, в частности, госуправление определяет ключевые направления.

Вопросы технологического суверенитета для реализации проектов направленных на масштабное освоение углеродных месторождений Арктической зоны РФ заслуживают отдельного внимания из-за неоднородности, сложности, экстремальности проведения всего спектра работ [3].

Важное внимание в вопросах создания технологического суверенитета страны уделяется нормативно-правовой базе, стратегическим планам государственных и бизнес структур реализация которых создает конкурентные преимущества отечественных предприятий и является прочным заделом развития экономики страны [4]. Создание новых и развитие существующих учреждений, центров основным направлением которых является сфера высоких технологий осуществляется с учетом стратегий технологического развития РФ, стратегий пространственного развития РФ, схем территориального и отраслевого планирования, планов в сферах информационных технологий и научно-технической деятельности компаний.

Установление приоритета для отечественной продукции и технологий сложный, дорогостоящий процесс с большим временным лагом. Принятые меры и запущенный механизм господдержки компаниям выпускающим высокотехнологичную продукцию способную заменить зарубежное оборудование/продукты/услуги позволяет с уверенностью говорить о воплощении поставленных целей и задач.

Повышенный интерес в АЗРФ вызывает создание объектов нефтегазовой отрасли, которые являются стратегически важными для страны. Перспективными в АЗРФ считаются проекты компаний ГК "Росатом", ПАО "Новатэк", ПАО "Газпром", реализация которых позволит реализовать намеченные планы.

Нефтегазовый сектор и, в частности, ПАО "Новатэк" испытал внушительный арсенал ограничений еще недавних "партнеров" [5]. США и ЕС ограничили поставки оборудования и технологий для нефтегазового сектора России, а Baker Hughes, Weatherford, SLB (Schlumberger) и Halliburton объявили о приостановке работы. Французские власти и банки отказались от участия в проекте "Арктик СПГ2". Южнокорейская верфь Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) расторгла контракт на строительство трех СПГ-танкеров Arc7 а японские и французские компании замораживают инвестиции для проекта СПГ-2. Тем не менее, ПАО "Новатэк" реализуют новые проекты по собственной технологии.

Заключение

Оценивая реальные возможности, есть четкое понимание, что быстрого и полного импортозамещения добиться не получится, в частности,

по причине того, что в некоторых сферах деятельности придется начинать с нуля. Следовательно, необходимо уделить особое внимание на реверс-инжиниринг³.

Для налаживания производства отечественного высокотехнологичного оборудования для нефтегазовой отрасли решаются вопросы по созданию единого банка технологий, национальной нефтесервисной кооперации, изучается возможность создания консорциума российских предприятий и др. Тем не менее, отечественные производители уже сегодня предлагают свои разработки.

Реализуя стратегические планы развития нефтегазовой отрасли, в частности, "Долгосрочную программу развития производства сжиженного природного газа в Российской Федерации", рассчитанную до 2035 года можно с уверенностью сказать, что заложена основа последующего развития и решение поставленных задач – вопрос времени.

Библиографический список

1. Жданев О. В. Обеспечение технологического суверенитета ТЭК Российской Федерации // Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 1061–1078. DOI: 10.31897/PMI.2022.107.
2. Невзорова А. И., Кучеров В. Г. Концепция технологической инновационной системы: основные положения и возможности // Вопросы экономики. 2022. № 5. С. 99–120. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-5-99-120.
3. Вopilовский С. С. Инновационные процессы в энергетической отрасли арктического региона // Арктика и Север. 2023. № 51. С. 73–88. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.51.73.
4. Вopilовский С. С. Стратегические тренды энергетического развития северных территорий России // Арктика и Север. 2022. № 49. С. 23–37. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.49.23.
5. Wiese F. K., Auad G., Marino E. K., Briscoe M. G. Lessons learned from nine partnerships in marine research // Science of Sustainable Systems. 2022. P. 167–181. DOI: 10.1016/B978-0-323-90427-8.00010-1.

³ Revers-engineering (обратный инжиниринг или обратное проектирование) — процесс разработки конструкторской документации (КД) и/или 3D модели изделия на основе готового образца изделия. То есть КД и/или 3D модель не разрабатывают с нуля, а восстанавливается по готовому изделию, изменяя его размеры и изучая другие его параметры.

Некоторые аспекты обеспечения культуры безопасности на предприятиях топливно-энергетического комплекса

Челтыбашев А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра строительства, энергетики и транспорта
cheltybashevaa@mstu.edu.ru)

Аннотация. Статья посвящена исследованию важности формирования культуры безопасности для современного промышленного производства и, особенно на предприятиях, относящихся к категории потенциально опасных на примере предприятий топливно-энергетического комплекса.

Abstract. The article is devoted to the study of the importance of forming a safety culture for modern industrial production and, especially at enterprises belonging to the category of potentially dangerous ones, using the example of enterprises of the fuel and energy complex.

Ключевые слова: культура безопасности, потенциально опасный объект, показатели травматизма, безопасность труда

Key words: safety culture, potentially dangerous object, injury rates, occupational safety

В связи с последними изменениями в сфере охраны труда, вопросы культуры безопасности стали важны в том числе и для предприятий топливно-энергетического комплекса.

В современных условиях концепция культуры безопасности должна строиться на комплексном и системном подходе. Это достигается с помощью четко выстроенных и интегрированных процессов системы менеджмента в области безопасности труда и охраны здоровья в компании [1; 2].

Рассмотрим состояние культуры безопасности в топливно-энергетическом комплексе России. Как можно увидеть из данных статистической отчетности, изменение количества различного вида производственных травм опубликованных в ежегодных отчетах министерства энергетики Российской Федерации имеет положительную динамику. Для подтверждения данного наблюдения в качестве основных анализируемых показателей возьмем FIFR и LTIFR (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели по травматизму для предприятий топливно-энергетического комплекса за временной период 2018–2022 гг. [4].

Показатель	2018	2019	2020	2021	2022
FIFR	0,062	0,058	0,061	0,057	0,055
LTIFR	0,17	0,15	0,16	0,12	0,098

На рисунке 1 представлены гистограммы по показателям FIFR и LTIFR.

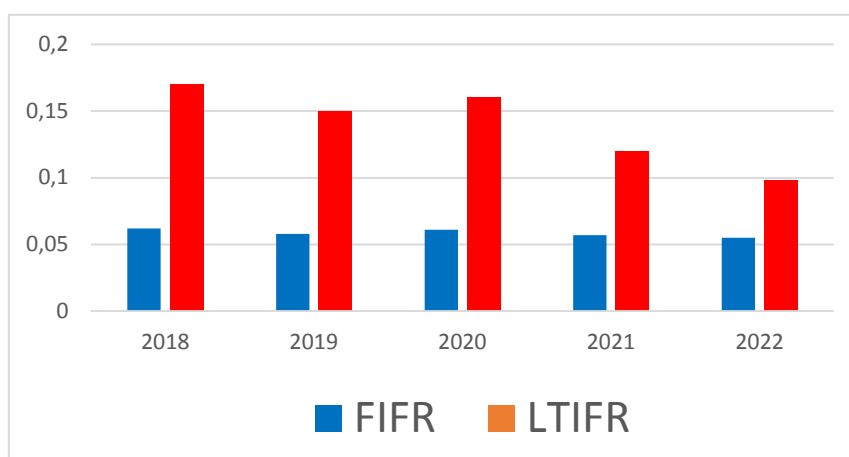


Рисунок 1 – Годовая динамика FIFR и LTIFR на примере предприятий топливно-энергетического комплекса

В результате, на основе анализа приведенных данных мы получили подтверждение того, что используемая компенсационная политика в рамках системы управления охраной труда не позволяет эффективно устранять причины травматизма. В существующих реалиях применение такого подхода не способствует повышению культуры безопасности и не снижает уровень профессионального травматизма [3].

Сравнительный анализ показал, что существующие фактические цели, принципы и методы организации системы мониторинга условий труда и соблюдения регламентных документов в области охраны труда в России, не соответствуют тем целям, задачам и функциям, которая заложена в действующих документах, посвященных системе управления профессиональными рисками работников. Этим Российская система мониторинга и обеспечения соблюдения требований охраны труда отличается от подобной системы, действующей в странах ЕС. Полученные результаты говорят о недостаточной сформированности культуры безопасности на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Библиографический список

1. Карначев И. П. Практическая реализация концепции культуры промышленной безопасности на примере крупнейших горных предприятий / И. П. Карначев, А. А. Челтыбашев, С. Н. Судак // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 3. С. 24–31. DOI 10.23947/2541-9129-2022-3-24-31. EDN GYNXYO.
2. Машин В. А. Формирование и развитие культуры безопасности на атомных станциях // Электрические станции. 2016. № 8. С. 2–9.
3. Челтыбашев А. А. Методические аспекты формирования личности безопасного типа поведения / А. А. Челтыбашев, И. П. Карначев, Э. Б. Сусленкова // Безопасность и охрана труда. 2016. № 4(69). С. 26–29.
4. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions?print=1[Электронный ресурс] (дата обращения: 01.12.2023).

**АРКТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО РОССИИ:
ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И ОТВЕТЫ**

Отражение начального этапа работы треста "Апатит" в материалах газеты "Хибиногорский рабочий"

Анацкий В. В. (*г. Апатиты, ФИЦ "Кольский научный центр РАН",
vlad.anatsky@gmail.com*)

Аннотация. Проанализированы материалы газеты "Хибиногорский рабочий" с целью определения основных тем корреспонденций, посвященных начальному этапу работы треста "Апатит".

Abstract. The Khibinogorsky Rabochy newspaper was analyzed in order to determine the main topics of the materials concerning the initial stage of the Apatit trust functioning.

Ключевые слова: индустриализация, рабкоры, газета "Хибиногорский рабочий", трест "Апатит"

Key words: industrialization, worker correspondents, Khibinogorsky Rabochy newspaper, Apatit trust

Конец 20-х – начало 30-х гг. прошлого века были ознаменованы в нашей стране небывалым по размаху индустриальным строительством и интенсивным ростом сельского хозяйства. Советский Союз в ускоренном темпе решал проблему перехода от аграрной страны к промышленной сверхдержаве. Объемы и темпы преобразований диктовались логикой исторического момента: у высшего руководства страны не было сомнений в том, что лишь преодолев отставание в ряде отраслей хозяйства от мировых лидеров в кратчайший срок, можно сохранить свой суверенитет и не оказаться проигравшими в очередном конфликте [1, с. 29–42].

Одним из перспективнейших регионов СССР, где задачи индустриализации решались наиболее активно, стал Кольский Север. Исследователи отмечают, что "индустриализация кардинально изменила Мурманский край во всех отношениях – хозяйственном, социально-демографическом, этнокультурном и прочих" [2, с. 8]. В частности, 13 ноября 1929 г. приказом Председателя ВСНХ РСФСР С. С. Лобова был организован "трест республиканского значения для разработки и эксплуатации Хибинских апатитов под наименованием "Апатит" [3, с. 59]. Производство минеральных удобрений имело важнейшее значение для обеспечения страны продовольствием [4, с. 143].

А 22 декабря 1930 г. вышел первый номер газеты "Хибиногорский рабочий". Передовица начиналась со слов: "Входит в строй новое орудие

борьбы за генеральную линию партии, за социалистические темпы на хибинских апатитовых разработках – газета. Издание печатного органа в районе развертывания новой отрасли производства, гигантской стройки – есть явление крупнейшей важности для политической, общественной и культурной жизни этого района. Через газету должны включиться новые сотни передовых рабочих в движение за успешное выполнение и перевыполнение плана добычи руды и строительства".

Всего за 1930–1931 гг. вышло 154 номера "Хибиногорского рабочего". С ростом популярности газеты и изменением периодичности выхода с одного раза в пять дней до ежедневного тираж вырос с 1500 экземпляров декабря 1930 г. до 4000 в декабре 1931 г. Основными темами были технологические процессы треста, кадровые и хозяйственные вопросы.

В январе-феврале 1931 г. рудник был в так называемом "прорыве" – по различным причинам ежедневно недопоставлялся значительный (до тысяч тонн) объем апатитовой руды. Газета отреагировала на происходящее с первых же номеров: 15 января 1931 г. при посредничестве газеты было проведено совещание бурщиков и запальщиков⁴. Отдельно стоит отметить два резко критических материала, прямо ставивших бедственное положение с выполнением госзадания по отгрузке руды в вину руководству треста. Это статьи "Мы обвиняем Управление треста"⁵ и "Руководство треста не справляется с поставленными задачами"⁶. Обращает на себя внимание как сам факт критики верхушки управления, так и категоричная тональность формулировок ("Надо покончить с банкротами из управления треста, надо изгнать оттуда оппортунистов").

В марте-апреле основные усилия предприятия были перенаправлены на постройку и пуск обогатительной фабрики и электростанции. С целью ускорения строительства этих важнейших объектов в марте под эгидой редакции прошел рейд рабкоровских бригад⁷. Апрель был со страниц газеты объявлен трестом месяцем штурма⁸.

Остро стоявший вопрос с кадрами для треста был в июне освещен двумя большими материалами: "Не допустим срыва учебного года"⁹ и "Говорили... Согласовывали... А политехнической школы нет"¹⁰.

⁴ Хибиногорский рабочий. 1931. 20 января.

⁵ Хибиногорский рабочий. 1931. 25 января.

⁶ Хибиногорский рабочий. 1931. 27 января.

⁷ Хибиногорский рабочий. 1931. 30 марта.

⁸ Хибиногорский рабочий. 1931. 2 апреля.

⁹ Хибиногорский рабочий. 1931. 10 июня.

В сентябре в "Хибиногорском рабочем" был опубликован рапорт строителей "Победа одержана! Фабрика пущена!"¹¹. Появилась рубрика "По следам заметок" для отслеживания результатов критики: газета всегда остро реагировала на факты злоупотреблений служебным положением, головотяпства и пр., и неоднократно обращалась к организациям города с требованием не оставлять обращения граждан и редакции без ответа¹².

В ноябре-декабре организация работы на рудниках в зимний период вновь стала актуальной темой для треста и, следовательно, для газеты. Производственные проблемы предприятия все чаще и чаще связывались с механическими мастерскими, которые нещадно критиковали ("Порок сердца гор"¹³, "Беспризорная кузница"¹⁴, "Протрезвитесь"¹⁵ и т. д.).

Начальный этап работы треста "Апатит" был крайне интенсивным и сложным, учитывая практически полное отсутствие инфраструктуры и опыта осуществления подобных проектов. Газета "Хибиногорский рабочий" способствовала своевременному привлечению внимания общественности к решению значимых для треста вопросов.

Библиографический список

1. Сталин И. В. Сочинения. Т. 13. М. : Гос. изд. полит. лит., 1951. 424 с.
2. Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: взгляд историков и антропологов / под общ. ред. О. В. Змеевой. М. : Наука, 2022. 366 с.
3. Кировск в документах и фактах 1920–1945 гг. : хрестоматия / сост.: С. М. Салимова Т. И. Подгорбунская Т. В. Пивоварова М. Д. Петрова. Мурманск : БАРЕНЦ-ПРЕСС, 2023. 388 с.: ил.
4. Шабалина О. В., Казакова К. С. "Общественное питание – на службу промфинплана треста "Апатит"" : из истории становления и развития новой отрасли социалистической экономики в 1930–1935-е годы // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. № 4. С. 140–156. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2021.74.011.

¹⁰ Хибиногорский рабочий. 1931. 13 июня.

¹¹ Хибиногорский рабочий. 1931. 8 сентября.

¹² Хибиногорский рабочий. 1931. 30 сентября.

¹³ Хибиногорский рабочий. 1931. 11 ноября.

¹⁴ Хибиногорский рабочий. 1931. 14 ноября.

¹⁵ Хибиногорский рабочий. 1931. 15 ноября.

Льготы для переселенцев на Кольский Север (вторая половина XIX – первая треть XX вв.)

Бардилева Ю. П. (*г. Мурманск; ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет"; кафедра истории; bardileva_murman@mail.ru*)

Аннотация. Выявлены основные тенденции в эволюции законодательства о льготах для переселенцев на Кольский Север, в формировании комплекса мер социальной защиты северян в период активной колонизации Мурманского берега.

Abstract. The main trends in the evolution of legislation on benefits for migrants to the Kola North, in the formation of a system of social protection measures for Northerners during the period of active colonization of the Murmansk coast are revealed.

Ключевые слова: Кольский Север, льготы, социальные гарантии, переселенцы
Key words: Kola North, benefits, social guarantees, migrants

К обсуждению вопроса о формировании пакета льгот для переселенцев на Мурманский берег Кольского Севера с конца 1850-х гг. привлекались архангельские губернаторы, чиновники Архангельской палаты государственных имуществ, свое мнение высказывали уездные полицейские надзиратели и исправники, участники комиссий и экспедиций, создаваемых для исследования и описания края. Результаты работы нашли свое отражение в таких правовых документах, как: Положение Комитета Министров "О льготах для поселенцев Мурманского берега, в Архангельской губернии" (22 ноября 1868 г.) и Положение Министерства финансов "О льготах, предоставленных переселенцам на Мурманский берег" (14 мая 1876 г.). В Положении 1876 г. переселенцы впервые стали официально именоваться колонистами. Бесплатный отпуск леса был заменен на безвозвратное денежное пособие, предназначенное для покупки стройматериалов на дом или промысловое судно. В отличие от Положения 1868 г. была подчеркнута обязанность иностранцев принимать российское подданство при переселении на Мурман, предоставляя при этом удостоверение о благонадежности со своего прежнего местожительства [4, с. 48–61]. В 1880-е гг. работа по совершенствованию порядка предоставления льгот и расширению перечня мер социальной защиты для переселявшихся на Крайний Север. Предлагалось увеличить ссуду для колонистов, организовать постоянную медицинскую службу, доставку лекарств и врачей, регулярное пароходное движение между Мурманом и Архангельском и т. п. К сере-

дине 1880-х гг. был составлен проект Положения о Мурманском крае, в котором в качестве мер оживления колонизации и закрепления населения упоминались право беспошлинной торговли на Мурмане (исключая, торговлю спиртными напитками), открытие льготных хлебных магазинов (прим. – складов), закрепление за колонистами податных льгот и льгот по воинской службе, передача в пользование колонистам до 1 десятины земли, предоставление им права на охоту и рыбные промыслы в районе постоянного проживания, ежегодное выделение 10 000 руб. для нужд колонизации и др. [4, с. 62–70].

Первая мировая война резко изменила значение Кольского Севера для России. Привлечение рабочих и инженеров для строительства незамерзающего порта на Мурманском побережье и железной дороги, связывающей этот порт с центральной частью России, создание Флотилии Северного Ледовитого океана, требовало усиленного внимания к нуждам вновь прибывавших на Кольский Север. Размышляя о заселении края, министр путей сообщения А. Ф. Трепов отмечал, что, прежде всего, надо решить вопрос с размещением прибывающих на Мурман, со строительством жилья, "...образовать для них склады предметов продовольствия, хозяйства и одежды. Наконец, в связи с ожидаемым заселением края, надлежит озаботиться, – в дружном содействии с просвещенным пастырем, преосвященным Нафанаилом, – постройкой церкви и устройством школ..." [1, л. 15]. Для привлечения населения на Север предполагалось предоставить приезжающим ряд льгот. Например, инженер, наблюдавший за сооружением Кольской базы, полковник Добров в октябре 1916 г. предлагал желающим строиться отвод участков на первые три года безвозмездно, беспроцентную ссуду с обязательным ее погашением в течение 10 лет [3, л. 1]; морской министр И. К. Григорович в январе 1917 г. лично подписал приказ о выделении специальных средств для приобретения теплой одежды приезжающим на Север, а для улучшения положения работающих на Севере устанавливались различные надбавки к жалованью за переработку сверх норм рабочего времени [2, л. 102, 111]. После февральского этапа революции 1917 г. Мурманский Совет и профсоюзы увеличили размер продпайка для вольнонаемных, ратников ополчения, матросов и солдат. Военный Совет и Соединенное совещание делегатов армии и флота ввели климатическую прибавку к жалованью, предоставили отпуска старослужащим солдатам и матросам. Позже, 1 июля 1919 г. Временное правительство Северной области также ввело немалые льготы: прибавка к со-

держанию, пособия на воспитание детей и семействам лиц, умерших на службе; северянам трудовой стаж исчислялся по схеме два дня службы за три [5, с. 61]. В первые десятилетия новой, советской, власти был продолжен поиск способов повышения привлекательности Севера для приезжих, решавших проблему кадрового голода в условиях интенсивного освоения региона в период индустриализации: двойные оклады для особо ценных специалистов, полярные надбавки к жалованью, льготное исчисление стажа работы, оплата проезда в отпуск и увеличение его длительности до 3 месяцев ежегодно, что юридически закреплялось в Постановлении ЦИК и СНК СССР от 07 апреля 1932 г.¹⁶ Несмотря на имевшиеся проблемы, результативность данных мер отчетливо прослеживается в динамике увеличения численности населения Кольского Севера: 1897 г. – 9,3 тыс. чел., 1913 г. – 10,8 тыс. чел., 1920 г. – 19,1 тыс. чел., 1926 г. – 32,2 тыс. чел., 1933 г. – 112 тыс. чел., 1939 г. – 291,2 тыс. чел.¹⁷

Библиографический список

1. Российский государственный архив Военно-морского флота (РГА ВМФ). Ф. 23. Оп. 1. Д.101.
2. РГА ВМФ. Ф. 320. Оп. 1. Д. 8.
3. РГА ВМФ. Ф. 320. Оп. 1. Д. 12.
4. Орехова Е. А. Колонизация Мурманского берега Кольского полуострова во второй половине XIX – первой трети XX вв. : дисс. на соискание ученой степени канд. ист. наук / Специальность 07.00.02 Отечественная история. СПб., 2009. 311 с.
5. Ушаков И. Ф. Белый Мурманск. 1917–1918 // Белый Мурман : сборник статей. Мурманск : МГПУ, 2003. С. 15–99.

¹⁶ Северные надбавки: история и современность / Инвестиционный портал Арктической зоны России “Arctic Russia” // <https://arctic-russia.ru/article/severnye-nadbavki-istoriya-i-sovremennost/> (дата обращения: 10.11.2023); Новости архива / Государственный архив Мурманской области. Официальный сайт // <https://www.murmanarchiv.ru/index.php/news/34-publications/327--1-r> дата обращения: 10.11.2023).

¹⁷ Демографическое развитие и этнические процессы / Кольская энциклопедия. Т. 1. // https://ke-culture.gov-murman.ru/murmanskaya_oblast/5238/?ysclid=lqmknwaxif125499841 (дата обращения: 11.11.2023); Новости архива / Государственный архив Мурманской области. Официальный сайт // <https://www.murmanarchiv.ru/index.php/news/34-publications/327--1-r>.

Татары-переселенцы из Старокулаткинского района Ульяновской области на Крайнем Севере (на примере Мурманской области)

Биккиняева К. Р. (г. Казань, ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет, *rail.bik@bk.ru*)

Аннотация. В статье рассматривается история семей, имеющих татарские корни, переселившихся в разный период времени из Поволжья Старокулаткинского района Ульяновской области в Мурманск. Материалом послужили устные воспоминания информантов – представителей семей с татарской родословной, чьи родители приехали в Заполярье в 1930-х гг.

Abstract. The article examines the history of families with Tatar roots who migrated at different times from the Volga region of the Starokulatinsky district of the Ulyanovsk region to Murmansk. The material was the oral memoirs of informants – representatives of families with Tatar ancestry, whose parents came to the Arctic in the 1930s.

Ключевые слова: татары, этнический состав Мурманска, переселенцы, миграция, Старокулаткинский район

Key words: Tatars, ethnic composition of Murmansk, migrants, migration, Starokulatinsky district

Миграционные процессы, происходившие на всем протяжении исторического развития Российского государства, затрагивали в той или иной мере почти все народы, проживавшие на ее территории.

Одним из исторических феноменов можно без преувеличения назвать расселение по территории России поволжских татар. В настоящее время помимо Республики Татарстан многочисленные группы татарского населения проживают на территории Среднего и Нижнего Поволжья и в Приаралье.

Также известным фактом является, что именно в Среднем Поволжье поволжские татары сформировались как этническая общность. За пределы данной территории татары расселялись в разное время.

Переселение татар Старокулаткинского района Ульяновской области на Кольский полуостров, происходившее волнообразно в разные исторические периоды и происходило этнокультурное развитие и взаимодействие с населением Кольского края.

Переселение татар в инокультурную среду оказало большое влияние на их этническое самосознание и идентичность. Большинство татар, пере-

селившихся на территорию Мурманской области, пытались сохранить этническую самобытность, религию.

Одним из первых переселенцев был Исхак Сулейманович Ишмухамедов родился 1 мая 1898 года в селе Вязовой-Гай Старокулаткинского района. В 20-м году закончил татарское отделение Саратовского пединститута, а через год семья, спасаясь от голода, переехала сначала в Александровск (ныне Полярный), затем в Мурманск, где Ишмухамедов и стал организатором мусульманской школы [1]. Из воспоминания племянницы: "В двадцатые годы в нашем крае работало 30 школ в том числе китайские, финские, мусульманские. Исхака абы избрали делегатом на первый съезд работников просвещения Мурманской губернии. Исхак Сулейманович, был человеком, который много делал для развития школ национальных меньшинств..." [3].

Обо всем этом рассказала Гафарова Фявзия Аллямовна, известная Мурманчанам, как Фиала Александровна, заслуженный учитель, отличник народного просвещения, ветеран педагогического труда, ветеран Великой Отечественной войны – ее общий трудовой стаж составляет более 50 лет. Она является одним из авторов-составителей "Педагогической энциклопедии Мурманской области. XX век" [5].

Из воспоминаний Фявзии Аллямовны: "Вот спуск от 1-ой школы к площади 5 Углов. Здесь был похоронен мой дедушка Сулейман Ишмухамедов. Это он привез в 1921 году свою дочку (будущую маму мою) и сына в Заполярье, спасаясь от голода в Поволжье. А если пройти за нынешний "Детский мир", то там, опять же в довоенное время мама жила в одной из деревянных пятиэтажек, где она была старшей из пятерых детей. Каким счастливым вспоминается ей это время! Это сейчас коммуналки кажутся невыносимыми для проживания, а в те времена в каждой квартире жили по несколько семей, деля поровну и радость, и горе. Кстати, Гафаровы делили квартиру еще с двумя многодетными семьями и жили очень дружно. Праздники, свадьбы, дни рождения отмечали все вместе" [4].

Представитель следующей семьи Сулякаев Измаил Аюпович и Сулякаева (Касюмова) Бибижян Мобиновна. Из воспоминаний дочери: "Отец родился 13 марта 1902 года в селе Новая Кулатка Ульяновской области. Когда в Кулатке началась коллективизация у моего деда остался один сын (мой папа), старший сын погиб в революцию под Хвалынском (город недалеко от Старой Кулатки). Семья была очень обеспечена, работали в по-

лях, была своя мельница и маслобойня, власти в начале нас не тронули, потому что не было наемных рабочих, но потом все отобрали, дедушка уехал в Среднюю Азию, а отец в Мурманск. Это было в 1929 году, жили в бараках на "Жилстрое". Комната в 15 метров, было очень холодно. У родителей одним за одним умерло 4 детей. Это происходило, когда дети начинали ходить, пол холодный, заболевали и умирали. Мама была образованным человеком, в Кулатке преподавала арабский язык при мечети. После переезда на север, когда ей исполнилось 24 года за, один год выпали все зубы из-за цинги. Самым поздним родился брат, до этого были только девочки. На это событие из Средней Азии приехал в гости мой дедушка, посмотреть на внука. Отец сильно уговаривал его остаться на севере, но для дедушки встал остро вопрос о соблюдении религиозной практики (читать намаз, держать пост, дозволенная пища). Жили мы, татары очень дружно, всегда собирались по любому поводу, когда кто-то уезжал в отпуск, провожать на вокзал приходило до 40-ка человек".

В конце хотелось процитировать слова Алексея Алексеевича Киселева, историка, североведа, автора многих книг по истории Заполярья, уроженца Ульяновской области, прибывшего в 4 летнем возрасте в 1930 в Мурманскую область: "...пожалуй, ни одна национальная группа населения Кольского полуострова (а в области проживает более 120 национальностей) не проявляет себя столь активно, как татары..." [2].

Библиографический список

1. Государственный архив Мурманской области (ГАМО). Ф. Р-1342. Оп. 1. Д. 18.
2. Киселев А. А. Очерки этнической истории Кольского Севера. Мурманск: МГПУ, 2009. 145 с.
3. Лопатко Л. У истины один враг – невежество // Мурманский вестник. 2008. 15 июля.
4. Гафарова Ф. Без оглядки на затраченные силы // Мурманский вестник. 2009. 12 декабря.
5. Педагогическая энциклопедия Мурманской области, XX век. История в лицах / [сост. В. П. Манухин, В. Ф. Подгорный, Ф. А. Гафарова]. Мурманск: НИЦ "ПАЗОРИ", 2001. 286 с.

Проблемы высшего социально-гуманитарного образования и развитие арктического региона

Воронин А. В.¹, Гайнутдинов Р. К.², Самородов В. Н.³, Денисова И. А.⁴

(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",

¹кафедра истории, crowss57@yandex.ru, ²кафедра теории и истории

государства и права, rohjola@mail.ru, ³кафедра философии и социальных

наук, v_samorodov@mail.ru, ⁴г. Алматы, Казахский национальный

женский педагогический университет, кафедра специальной педагогики,

irenadenisova@mail.ru)

Аннотация. Определение места социально-гуманитарного образования в системе высшей школы в арктическом регионе Российской Федерации проводится в статье на основе анализа актуальных проблем современной российской высшей школы в целом. Авторы пытаются обосновать важность усиления роли этого блока в высшем образовании региона.

Abstract. The article determines the place of social and humanitarian education in the system of higher education in the Arctic region of the Russian Federation on the basis of an analysis of current problems of modern Russian higher education as a whole. The authors try to substantiate the importance of strengthening the role of this bloc in higher education in the region.

Ключевые слова: высшая школа, социально-гуманитарные дисциплины, Арктика

Key words: Higher school, Social and humanitarian disciplines, Arctic

Разговоры о необходимости реформирования высшего образования России имеют весьма давнюю историю и, видимо, вполне справедливы. Нынешняя система действительно не отвечает вызовам времени [3, 32]. Однако в процессе обсуждений, как правило, внимание сосредотачивается на технологической стороне перемен [1–3], а вот содержание обучения, обучающийся и обучающий остаются в стороне. Отсюда – явное усиление дегуманизации образования, что выражается, в частности, в сокращении числа гуманитарных вузов и факультетов, уменьшении количества специальностей гуманитарного профиля, гуманитарных и социальных дисциплин в учебных планах и времени на их освоение, преподавательских ставок и многом другом. Хотя, в последние годы сделано несколько попыток изменить ситуацию (увеличен объем времени на преподавание курса "История", введен курс "Основы российской государственности"), но они носят бессистемный характер и не меняют положения дел в целом.

Особенно сложно эти процессы идут в регионах российской Арктики. Условия жизни для человека здесь крайне неблагоприятны и требуют более существенных, чем в других регионах, усилий для поддержания приемлемого уровня комфорта. Но геополитически Россия заинтересована в присутствии здесь некоторой части населения, поскольку эти регионы обладают существенными природными ресурсами [4].

При этом освоение региона не просто затратно, но и не обеспечивает определенного результата, что резко снижает возможности использования частной инициативы. Поэтому успешное развитие Арктики может быть проведено преимущественно государством, примером чего является период 1930-х – 1980-х гг. в СССР [4]. Оно может формировать и формирует механизмы компенсации, которые позволяют создать населению те стандарты жизни, что обеспечивают преимущество перед другими регионами.

И одним из существенных преимуществ может быть возможность более легкого доступа к образованию, прежде всего, – к высшему. Тем самым, политика государства в арктической зоне может – и должна – обеспечивать формирование системы льгот для высшей школы. Несомненно, льготы затратны. Однако ввиду слабой заселенности северных территорий количество вузов здесь незначительно, а соответственно, и затраты не столь велики, к тому же, компенсации могут иметь неденежную форму.

Нам кажется, что одной из весьма эффективных мер сохранения населения должно быть обеспечение для всех жителей этих территорий всеобъемлющего доступа к высшему образованию. Это было бы хорошо и в рамках всей России, однако, осознавая сложность реализации такой идеи в целом, считаем возможным, создать в Арктике – в качестве пилотного проекта – зону опережающего развития высшей школы.

Не менее важно, и тоже неплохо бы и для всей России, уменьшить норматив соотношения вузовских преподавателей и студентов. Нынешние нормативы ведут к сокращению числа преподавателей, росту их учебной нагрузки, и как итог – к снижению качества работы. Это особенно касается технических специальностей, где в связи с трудностями учебного процесса высок отсев студентов, а потому стремление не допустить их отчисления вынуждает снижать планку требований к уровню подготовки. Поэтому в "арктических" вузах было бы неплохо уменьшить это соотношение.

Процесс обучения специалистов в вузах Арктики должен строиться с учетом той природно-климатической среды, в которой будет осуществ-

ляться их будущая профессиональная деятельность. Важно понимать, что сложные условия Крайнего Севера предъявляют требования не столько к технической стороне деятельности, сколько к способности человека приспособиться к этой среде, обеспечив умение жить и действовать в коллективе, поскольку именно коллективные формы взаимодействия позволяют здесь добиваться успеха. Как раз такие качества вырабатываются социально-гуманитарными дисциплинами, поскольку они изучают процессы взаимодействия Человека и Общества. А значит, роль и место социально-гуманитарного образования в высшей школе, обеспечивающей подготовку кадров для Арктики, должно, не только не уменьшаться, а в противоположность существующим тенденциям, – возрасти, и значительно.

Тем самым, увеличение места и роли социально-гуманитарного образования в вузах может существенно укрепить всю систему подготовки специалистов для Арктики, особенно, в свете с очевидностью грядущего изменения процессов движения высшей школы в направлении усиления процессов регионализации.

Библиографический список

1. Дядик Н. В., Чапаргина А. Н. Цифровизация в образовании и территориальная удаленность в российской Арктике: проблемы и перспективы // Арктика и Север. 2021. № 43. С. 144–160.
2. Сеница А. Л. Развитие системы образования как фактор демографического развития регионов Крайнего Севера // Арктика и Север. 2019. № 37. С. 22–50.
3. Тестов В. А. Содержание современного образования: выбор пути. Образование и наука. 2017. № 8. С. 29–46.
4. Trebukh A. D. et al. Arctic military security: geopolitical interaction in "the United States-Russia-Norway" triangle. 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 539 012015 DOI 10.1088/1755-1315/539/1/012015

Проблемы выбора перспективных направлений развития рыболовства и зверобойных промыслов в Белом и Баренцевом морях в начале 1920-х гг.

Давыдов Р. А.^{1,2} (г. Архангельск, ¹ФГБУН "Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения РАН"; ²ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова", nordhistory@mail.ru)

Аннотация. В феврале 1920 г. на Европейском Севере России установилась советская власть; организацией изучения, охраны и эксплуатации ресурсов Белого и Баренцева морей пришлось заниматься заново. В 1920–1921 гг. административное регулирование промыслов менялось вместе государственной политикой – от военного коммунизма к НЭПу. В межведомственной переписке и прессе обсуждалось, что более перспективно: государственная или кооперативная организация; траловый или традиционный (т.н. "кустарный") лов рыбы; поддержка местных отечественных зверобойных промыслов или иностранных концессий.

Abstract. In February 1920, Soviet power was established in the European North of Russia; the organization of the study, protection and exploitation of the resources of the White and Barents Seas had to be dealt with anew. In 1920-1921, the administrative regulation of fisheries changed along with state policy – from War Communism to the New Economic Policy. Interdepartmental correspondence and the press discussed which is more promising: a state or cooperative organization; trawling or traditional (so-called "artisanal") fishing; support for local domestic sea hunting industries or foreign concessions.

Ключевые слова: рыболовство, зверобойные промыслы, Белое море, Баренцево море, военный коммунизм, НЭП

Key words: fishing, sea hunting, the White Sea, the Barents Sea, War Communism, New Economic Policy

Рыболовство и зверобойные промыслы в Белом и Баренцевом морях, а также разнообразные виды деятельности, связанные с ними (обработка и реализация продукции промыслов; изготовление и ремонт снастей, оборудования, тары; судостроение, судоремонт и пр.) на протяжении веков играли важную роль в социально-экономическом развитии территорий, омываемых этими морями. Для значительной части населения этих территорий рыболовство и "зверобойка" являлись основным видом хозяйственной деятельности и источником дохода. Они определяли благосостояние, бытовые и культурные традиции людей.

В феврале 1920 г. на Европейском Севере России была установлена советская власть. Новые администраторы столкнулись с необходимостью организации заново 1) изучения, 2) охраны и 3) эксплуатации ресурсов Белого и Баренцева морей. Правовой основой стала серия декретов Совета народных комиссаров РСФСР, подписанных его председателем – В. Ульяновым (Лениным).

1) *Изучением* ресурсов не только Белого и Баренцева морей, но вообще "Северного Ледовитого океана с его морями, устьями рек, островами и прилегающими к нему побережьями Европы и Азии" должен был заняться Плавающий Морской научный институт (Плаvmорнин). Декрет об его учреждении был подписан 10 марта 1921 г. [3].

2) 24 мая 1921 г. был подписан и с 1 июня того же года вступил в силу "Декрет об *охране* рыбных и звериных угодий в Северном Ледовитом океане и Белом море", определявший границы водных пространств, в которых действовало "право РСФСР на исключительную эксплуатацию рыбных и звериных угодий" [2].

3) Применительно к широкому кругу вопросов собственно *эксплуатации* этих ресурсов, назвать какой-либо один-единственный декрет не представляется возможным. В 1920–1921 гг. правовое регулирование и практическое администрирование промыслов в Белом и Баренцевом морях резко и радикально изменялось вместе с внутренней партийно-государственной политикой. С февраля 1920 г. до марта 1921 г. (до X съезда РКП(б)) – это была политика военного коммунизма; после марта 1921 г. – Новая экономическая политика. Местные деятели от кооперации в области рыболовства и зверобойных промыслов приветствовали изменения в партийно-государственном курсе. Они недобрым словом вспоминали национализацию кооперативного и частного имущества в 1920 г., последовавшую за тем государственную монополизацию эксплуатации промысловых угодий; зато отмену ее в 1921 г. называли "раскрепощением", хотя бы в отношении отдельных промысловых районов [1, л. 4].

В начале 1920-х гг. представителями заинтересованной общественности довольно активно обсуждали перспективы развития рыболовства и зверобойных промыслов в Белом и Баренцевом морях. Мнения и рекомендации были далеко не однозначные, нередко взаимоисключающие, что нередко было обусловлено конфликтом интересов различных государственных ведомств, а также государственных и кооперативных организа-

ций. Сохранившейся в архивах межведомственная переписка и публикации преимущественно местной периодической печати дают общее представление о них. Принципиальные разногласия по поводу будущего развития промыслов можно свести к следующим положениям о том, что является более приоритетным, перспективным и выгодным как для самих промышленников и их организаций, так и для региона и страны в целом:

- Государственная или кооперативная организация?
- Траловый или традиционный (т.н. "кустарный") лов рыбы?
- Поддержка местных отечественных зверобойных промыслов или иностранных концессий?

Несмотря на то, что существует довольно значительная по объему историография по советскому рыболовству и зверобойным промыслам в Белом и Баренцевом морях, опыт начала 1920-х гг. нуждается в дальнейшем изучении по указанным выше направлениям с привлечением новых, ранее не публиковавшихся источников.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-20061, <https://rscf.ru/project/22-18-20061/>.

Библиографический список

1. Государственный архив Архангельской области (ГААО). Ф. р-661. Оп. 2. Д. 1.
2. Декрет об охране рыбных и звериных угодий в Северном Ледовитом океане и Белом море // Декреты Советской власти. Т. 15. М. : Госполитиздат, 1999. С. 168–169.
3. Декрет об учреждении Плавучего Морского научного института для изучения Северного Ледовитого океана с его морями, устьями рек, островами и прилегающими к нему побережьями Европы и Азии // Декреты Советской власти. Т. 13: 1 февраля – 31 марта 1921 г. М.: Госполитиздат, 1989. С. 194–196.

Методический потенциал регионального материала при изучении истории первобытного общества в основной школе

Кузь В. В. (*г. Мурманск; ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет"; кафедра истории; murman-city@yandex.ru*)

Аннотация: Выявлена специфика истории первобытности на уровне основного общего образования. Обоснована целесообразность внедрения в школьный курс истории первобытности регионального материала в форме проектной деятельности учащихся.

Abstract: The specificity of prehistory at the level of basic general education is revealed. The expediency of introducing regional material into the school course of prehistory in the form of students' project activities was substantiated.

Ключевые слова: методика преподавания всеобщей истории, история первобытности в школьном курсе

Key words: methods of teaching Universal history, prehistory in the school course

Первые два десятилетия XXI века стали временем масштабной трансформации исторического образования в России; содержание и организация исторического образования на всех его уровнях остаются "на острие" внимания и в центре общественных дискуссий различного формата. При этом исследователи единодушно отмечают, что все эти процессы практически не коснулись школьного курса всеобщей истории [1, с. 24]. О мировоззренческом и образовательном потенциале курса всеобщей истории в школе в научно-методической литературе сказано достаточно подробно [2; 4], однако следует признать, что в результате всех трансформаций всеобщая история стала в общем-то второстепенным курсом, который изучается по остаточному принципу.

Как известно, изучение всеобщей истории в школе начинается с краткой характеристики истории первобытного общества, на которую отводится 4 часа [5, с. 61]. Как представляется, школьное изучение истории первобытности сталкивается, как минимум, с тремя вызовами. Во-первых, это принципиальные отличия материала от содержания других периодов отечественной или всемирной истории: материал истории первобытности отличается своим безличным характером, обилием сложной терминологии и, самое главное, огромным мировоззренческим значением, т.к. изучает вопросы происхождения человека, возникновения культуры и социальных

институтов. Во-вторых, материал истории первобытности в 5 классе практически лишен возможностей для межпредметного взаимодействия. Наконец, в-третьих, уровень сложности материала школьной истории первобытности серьезно не соответствует когнитивным возможностям учащихся 5 класса. Это несоответствие становится особенно заметным в условиях резкого роста объема новых научных знаний в области преистории на рубеже XX–XXI вв. Добавим также, что в условиях линейной системы школьного исторического образования исключается возможность повторения – пусть и в обобщенном виде – в старших классах материала, изученного в основной школе. В результате первобытность остается в памяти учащихся как бесконечно далекий от современности период, оторванный от реалий нашего времени, абсолютно лишенный практической значимости, не вызывающий никаких эмоций и потому представляемый очень смутно.

Научно-педагогическое сообщество неоднократно обращалось к попыткам решения этой проблемы, предлагая различные средства повышения эффективности изучения преистории в школе, модернизации ее методического и технологического обеспечения. Как нам представляется, наиболее оптимальным способом повышения значимости истории первобытности в системе школьного исторического образования может стать внедрение в ее изучение регионального материала. Уже само по себе привлечение регионального материала способно сделать историю первобытного общества более близкой к реальности, менее отвлеченной и абстрактной, каковой она является в сознании учащихся. В условиях крайней ограниченности учебного времени предлагается выносить региональный контекст истории первобытности на внеурочную учебно-исследовательскую деятельность, формой которой является проектная работа учащихся. Содержанием проектной деятельности в области первобытной истории должна стать творческая реконструкция прошлого.

Как известно, реконструктивная деятельность затрагивает эмоциональную сферу учащихся, чего нельзя сказать об основном учебном материале по истории первобытности. При этом воображение и чувственное восприятие материала играет огромную роль при изучении истории у младших подростков [3, с. 4–5]. Именно оно может вовлечь учащихся в творческо-поисковую деятельность. Наиболее оптимальной для содержания именно проектной деятельности в области преистории нам представляется практическая реконструкция. Она предполагает создание учащимися какого-то относительно нового продукта, который является

результатом их самостоятельной групповой или индивидуальной работы. Можно предложить три наиболее оптимальных варианта творческой реконструкции в форме проектной деятельности: создание веб-квеста, виртуального тура или настольной игры. Все они могут быть объединены как единой темой (например, жизнь первых поселенцев Кольского Севера в VII–V тыс. до н. э.), так и посвящены разным темам.

Выводы. Удельный вес истории первобытного общества является наименее значимым во всем материале школьной всеобщей истории, и поэтому его материал минимально представлен как в остаточных знаниях, так и в общей картине исторического мировоззрения учащихся, что не соответствует мировоззренческому значению этой области исторического знания. Решить эту проблему можно путем максимального сближения Истории первобытного общества с материалом Истории России и, тем самым, повысить значение этого курса в школьном историческом образовании. Оптимальным способом достижения этой цели является внедрение в изучение преистории регионального материала в форме проектной деятельности учащихся. Ее наиболее приемлемой формой представляется творческая реконструкция истории первобытности в форме разработки учащимися под руководством педагога практико-ориентированных учебных проектов.

Библиографический список

1. Алексашкина Л. Н. Курс всеобщей истории в школе: актуальные проблемы и перспективы // Преподавание истории и обществознания в школе. 2021. № 7. С. 23–32.
2. Алексашкина Л. Н. О мировоззренческом и познавательном потенциале школьного курса всеобщей истории // Преподавание истории в школе. 2013. № 4. С. 16–22.
3. Ванина Э. В., Лазукова Н. Н., Камелин К. А., Иванов О. В. Всеобщая история: История Древнего мира: 5 класс. Методическое пособие. М. : Вентана-Граф, 2018. 351 с.
4. Ковалев А. В. Значение и место всеобщей истории в школьном курсе истории // Преподавание истории в школе. 2023. № 4. С. 41–43.
5. Федеральная рабочая программа основного общего образования. История (для 5–9 классов образовательных организаций). М. : Ин-т стратегии развития образования, 2022. 224 с.

Анализ текстов по региональной тематике как способ формирования критического мышления студентов Мурманского арктического университета в процессе изучения курса "Основы российской государственности"

Нефедова О. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра истории, ovk91@yandex.ru)

Аннотация. В статье предлагается ряд методов и приемов формирования критического мышления студентов в процессе изучения нового для современного высшего образования курса "Основы российской государственности". В соответствии с концепцией курса, уделяющей серьезное внимание региональной составляющей, предлагаем рассмотреть некоторые подходы к анализу текстов по теме "Арктика как геополитический регион".

Abstract. The article proposes some methods and techniques for forming critical thinking of students in the process of studying the new course "Fundamentals of Russian Statehood" for modern higher education. In accordance with the concept of the course, which pays serious attention to the regional component, we propose to consider some approaches to the analysis of texts on the topic "Arctic as a geopolitical region".

Ключевые слова: гражданственность, критическое мышление, анализ текстов, проблемные вопросы, социально-культурное взаимодействие в Арктике, экономические и политические вызовы в Арктическом регионе

Key words: citizenship, critical thinking, text analysis, problematic issues, socio-cultural interaction in the Arctic, economic and political challenges in the Arctic region

В проекте концепции учебно-методического комплекса по новому курсу "Основы российской государственности"¹⁸ сказано о важности формирования у студентов вузов гражданских компетенций и традиционных российских ценностей. Условием успеха в процессе духовно-нравственного становления личности студента – гражданина и патриота, понимающего специфику исторического пути российского государства, является, на наш взгляд, осмысление успеха страны на пути прогресса и общественно-политической стабильности. Современная геополитическая ситуация и значительный поток противоречивой информации ставит перед высшим

¹⁸ Основы Российской государственности. Проект концепции УМК / Письмо Министерства науки и высшего образования от 21.04.2023 № МН-11/1516-ПК "О направлении проекта концепции модуля"

образованием значимую задачу: способствовать формированию чувства гражданственности посредством развития критического мышления и способности самостоятельного суждения о происходящих в стране и мире явлениях и процессах.

Региональная составляющая гуманитарного знания, думается, может стать важным фактором формирования гражданской идентичности – важного элемента ценностно-поведенческого содержания структуры личности. В соответствии с концептуальными приоритетами преподаватели кафедры истории МАУ во втором разделе рабочей программы по "Основам российской государственности" предложили включить в программу темы о государственных и национальных проектах развития Мурманской области и молодежной политике (Б1.О.01.08 Основы российской государственности. Рабочая программа дисциплины (модуля)).

Еще до появления "концепции" нового курса об особой ценности мировоззренческой и гуманитарно-просветительской составляющей академической подготовки сказал ученый, около 20 лет занимавшийся вопросами развития Арктики и проблем геополитики в Арктическом регионе, доктор исторических наук Александр Константинович Порцель: "Деятельность тех или иных поколений протекает при тех обстоятельствах, которые созданы не ими самими, а даны им и перешли из прошлого. Любое поколение может радикально изменить существующие общественные отношения. Но действовать оно может, только опираясь на историческое наследие, на тот материальный и духовный потенциал, который достался им от предшествующих эпох" [5, с. 5]. Фрагменты его научных работ, на наш взгляд, наряду с другими текстами по региональной тематике дают реальные возможности решать поставленные "концепцией" цель и задачи нового курса.

Обладание критическим мышлением как умением адекватно и аргументированно оценивать получаемую информацию, формулировать сомнения в ее точности и объективности представляется нам весьма важным. Существует множество эффективных методов формирования критического мышления, умения выстраивать независимое суждение, остановимся на одном из них – анализе источников. В монографии "Шпицберген: политика, экономика, общество (XX в. – начало XXI в.)" А. К. Порцель уделил серьезное внимание российскому присутствию на Шпицбергене и в прилегающей акватории, а также изменению подходов к оценке его значимости. В частности, он сказал о необходимости специальной подготовки кадров.

Эти специалисты, по его мнению, "должны быть подготовлены для работы в разных сферах (экономике, мореплавании, юриспруденции, социальной сфере, научной деятельности, туризме и т.д.); им необходимо знать особенности своей работы именно в условиях Шпицбергена, для чего следует изучить накопленный здесь опыт российского присутствия, чтобы эффективно взаимодействовать с норвежцами и представителями других участников Парижского договора (1920)..., а в случае необходимости – и эффективно противодействовать им" [5, с. 223].

В условиях все большего внимания к Мурманской области со стороны федеральной власти, геополитических трудностей выстраивания взаимоотношений с соседними странами важно привлекать внимание студентов к значимости арктической зоны: "Арктическая зона важна, и много раз говорили об этом применительно к различным ситуациям, важна для страны стратегически. Здесь и вопросы оборонного характера, и ресурсной базы"¹⁹. Поэтому несколько занятий предлагаем провести в форме практикумов по анализу соответствующих источников, например, с использованием кейс-технологии.

В практикуме с использованием кейса предусматриваем проблемный вопрос и ряд подвопросов, которые необходимо решить для реализации стратегической цели на занятии. Если в школьном обучении проблему чаще всего формулирует учитель, то в вузе ее вполне способны предложить сами студенты, ознакомившись с вводным текстом кейса о том, например, что "международно-правовой статус Шпицбергена сложился постепенно в течение нескольких столетий как вариант компромисса между интересами ряда великих держав. Он показывает уникальный образец взаимного учета интересов и взаимных уступок в первую очередь со стороны России и Норвегии как наиболее заинтересованных сторон" [4, с. 21]. В зависимости от предложенных проблем аспекты обсуждения могут быть самыми разными: от вопросов социально-культурного взаимодействия в Арктике до угроз военно-политического противостояния в регионе. Соответственно для решения проблемной задачи будет определяться наполнение кейса необходимым содержанием.

¹⁹ Путин заявил о стратегической важности Арктической зоны для России | Новости политики | Известия | 20.07.2023. URL: <https://iz.ru/1547248/2023-07-20/putin-zaiavilo-strategicheskoi-vazhnosti-arkticheskoi-zony-dlia-rossii> (дата обращения: 06.12.2023).

Так, если обучающиеся предложат выявить и охарактеризовать проявление такого аспекта как учет интересов и взаимных уступок со стороны России и Норвегии как наиболее заинтересованных сторон, то в кейсе необходимо будут присутствовать материалы об особом правовом статусе Шпицбергена как уникальном прецеденте в международных отношениях, сложившихся на основе Парижского договора 1920-го года. Соответственно, необходимо изучить фрагменты этого документа, который обеспечил участникам не только право простого присутствия на архипелаге, находящемся под суверенитетом Норвегии, но и право экономической и научной деятельности [5, с. 240].

Если студенты сформулируют проблему экономических интересов России в Арктике, то есть возможность предложить фрагменты экономических российских/советских и иностранных исследований для сравнения. Например, в исследовании Белова М. И. "Научное и хозяйственное освоение Советского Севера, 1933–1945 гг." находим полемику ученых из разных стран по поводу освоения Северного морского пути [1, с. 10–11], которую можно обсудить и с точки зрения современности. Очевидно, что необходимо рассмотреть и основные направления современной политики Российской Федерации в их развитии, предложив для анализа фрагменты нормативных документов, таких, например, как Указ Президента РФ Б.Н. Ельцина "О концепции политики РФ на норвежском архипелаге Шпицберген" (от 31 декабря 1997 г.) и Указ Президента РФ В. В. Путина об "Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 г.", который вносит изменения в Указ 1997 г.

Проблема политических отношений в Арктике с точки зрения военно-стратегических вызовов может быть обеспечена материалом значительного числа научных публикаций по проблеме межгосударственного сотрудничества в регионе в XXI веке, например, статьей П.А. Гудева "Новые риски и возможности межгосударственного сотрудничества в Арктике" [3] и нормативными документами, такими как Указ Президента РФ от 26.10.2020 г. о "Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г."

Необходимо учитывать, что применение кейс-технологии требует значительных временных ресурсов и для подготовки необходимых материалов, и для обсуждения проблем на занятиях. Так, для обсуждения со студентами возможных проблем и их формулировки необходимо прове-

дение вводного занятия, затем – предоставление студентам времени для самостоятельной работы и подбора соответствующего кейса преподавателем, только после этого возможно занятие собственно в рамках кейс-технологии. Если ресурс времени ограничен, могут быть предложены и другие формы работы с региональными текстами.

Так, эффективными методами считаем ответы на составленные преподавателем вопросы о виде исторического источника, его репрезентативности, примерной дате появления с аргументацией своей точки зрения. Более сложным для студентов заданием является самостоятельное составление вопросов по документу, т.к. умение задавать вопросы является важным критерием глубокого понимания текста и требует творческого мышления и неординарного подхода. Важными для развития логического и критического мышления студентов являются вопросы об исторической ценности, достоверности информации с подбором соответствующих аргументов из самого документа и других необходимых для осмысления источников. Задания с пропуском отдельных элементов и необходимостью восстановить информацию способствуют не только развитию логики, но и оперативной памяти.

Хорошо работающим методом считаем создание сравнительной таблицы по заранее составленным преподавателем параметрам или созданным совместно со студентами на занятии вопросам, линиям сравнения. Например, сравнительный анализ документов разного вида, стиля и времени создания (приложение).

Для формирования критического мышления необходима система понятных, логически выстроенных учебных действий. Так при анализе источника информации наиболее эффективен, на наш взгляд формат работы по алгоритму. Алгоритмы могут быть весьма многообразны, предложенные преподавателем или разработанные вместе со студентами. Мы использовали один из них (первая графа таблицы 1 в приложении).

Каждая позиция алгоритма должна быть понятна студентам, поэтому обязательно коллективное обсуждение порядка работы или объяснение и комментарии преподавателя. Так, например, объясняем, что при анализе исторической обстановки факты можно рассматривать в двух направлениях: как отражение событий, о которых идет речь в документе, или отражение времени создания документов. Для этого следует определить в документе даты, события и явления, а также выявить географические

ориентиры и статистические данные и т.п. Это является и основой краткого конспектирования документа. Следует обратить внимание студентов на то, что факты могут быть как правдивыми, так сомнительными и откровенно вымышленными. Особенно важно при анализе умение отличать факты от субъективных мнений и суждений.

Учащиеся всех специальностей, а не только гуманитарных, должны понимать, что существует множество видов документов: научные работы, статьи из периодической печати (газет и журналов), письма, речи политических деятелей, юридические документы, статистика, литературные произведения, архивные документы и т. п., а кроме этого разбираться, что представляет из себя источник – первичный или вторичный документ. Эта часть алгоритма направлена на умение критически оценивать характер информации в документе, степень ее точности и объективности.

Выявление адресата, к кому обращен данный документ и на кого он рассчитан, может помочь при рассмотрении его целей и задач, как официальных (формальных), так и реальных. Определение эмоционального фона также может охарактеризовать степень объективности информации источника.

Привлечение внимания студентов к необходимости сравнивать различные источники информации, выявляя их репрезентативность, как ничто другое, на наш взгляд, развивает способность критически мыслить, особенно при сравнении документов, рассматривающих одну проблему с разных точек зрения, позиций.

Умение выделить проблему представляется значимым, т.к. оно позволяет развивать абстрактное мышление, наряду с анализом материала, выходить на уровень его синтеза. Очевидно, что совершенно необходимой является работа с понятиями в процессе обучения. Понятия и термины предлагаем разделить на знакомые и незнакомые, дать краткие определения знакомым понятиям, а также, если это возможно, установить иерархию понятий, например, от родовых к видовым.

Для критического анализа важно понимать, в какой системе ценностей создан тот или иной документ, поэтому студентам, особенно не гуманитариям, напоминаем, что среди ценностных систем могут быть выделены либеральные, коммунистические, социал-демократические, религиозные, консервативные, националистические, гуманистические, милитаристские и т. д.

В зависимости от цели и задач, которые ставит перед занятием преподаватель, он может предлагать документ с выходными данными сразу или предложить их в конце работы, если они содержат информацию, которую

студенты должны определить самостоятельно, например, примерную дату выхода текста или его характер и стиль.

Сравнительная таблица, полученная в результате анализа документов, позволит охарактеризовать, дать критическую оценку содержания анализируемого материала, выявить специфические особенности и возможности для решения исследовательских задач.

Формирование критического мышления в формате алгоритма направлено на организацию интеллектуальной работы, постоянную проверку фактов и утверждений, что является условием саморазвития в целом. Учебная работа на основе текстов по региональной тематике не только формирует умение анализировать факты, рассматривать существующие точки зрения и интерпретации, но и понимать суть происходящих процессов в исторической ретроспективе. Становление критического мышления на основе работы с текстами по региональной тематике сопровождается осознанием мотивов действий государственной власти, а значит формированием гражданской ответственности и российской идентичности, в том числе идентичности жителя Мурманской области. Предложенные методы и приемы обучения направлены также на формирование мотивации студентов на научно-исследовательскую деятельность, восприятие работы с источниками как обязательное привычное учебное действие, а полемика, высказывание идей и собственных взглядов на обсуждаемые проблемы станет нормой для большинства.

Библиографический список

1. Белов М. И. Научное и хозяйственное освоение Советского Севера, 1933-1945 гг. – (История открытия и освоения Северного морского пути. Том IV) – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 616 с.
2. Бурков К.Л. Посмотрите на карту Советской Арктики // Полярная правда. № 17 (2792). 21 января 1936.
3. Гудев П. А. Новые риски и возможности межгосударственного сотрудничества в Арктике // Арктика и Север. 2019. № 36 (Политические процессы и институты). С. 61–62. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.36.57.
4. Порцель А. К. Социально-экономическая деятельность СССР/России на Шпицбергене в условиях его особого международного статуса (1920–2010 гг.) : автореферат дис. докт. исторических наук. М., 2020. 26 с.
5. Порцель А. К. Шпицберген: политика, экономика, общество (XX в. – начало XXI в.) / А.К. Порцель. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2022. 272 с.

Таблица 1 – Анализ текстов об Арктике

	Документ 1. Фрагмент статьи из газеты "Полярная правда" [2, с. 5]	Документ 2. Фрагмент введения к монографии [1, с. 10–11]
1. Историческая обстановка, факты	1553–1936 1) Гибель в 1553 г. Гуго Виллугби (Willoughby) в устье реки Варсины (Варзины) недалеко от Мурманска – "первого из англичан, рискнувшего на трех кораблях выйти на север" 2) Походы "Сибирякова", "Красина", "Литке", первая проводка судов в устье Лены, поход "Челюскина", "сквозные рейсы судов с запада на восток и с востока на запад", рейс "Садко" в первой половине 1930-х	1935–1963 1) Публикация статей об Арктике советских авторов 1930-1940-х гг. – Визе В. Ю. Моря "Советской Арктики" (1948) – Гаккель Я. Я. "За четверть века" (1945) – Зубов Н. Н. "В центре Арктики" (1948) и др. 2) Обсуждение значения севморпути иностранными авторами – Армстронг Т. Е. "Северный морской путь" (1960) – Свендсен А. "Северный морской путь. Его значение для морского транспорта и внутреннего судоходства" (1963)
2. Вид документа	Публицистика	Научная статья (введение к монографии)
3. Адресат	Читатели газеты, агитаторы и пропагандисты	Научная общественность, партийные и советские деятели
4. Уровень эмоциональности.	Торжественный, возвышенный стиль	Сухой научный стиль
5. Возможные сравнения с другими документами (репрезентативность)	Сравнение с научными статьями, нормативными документами разных исторических периодов	Сравнение с публицистикой (материалами советских или иностранных газет), нормативными документами разных исторических периодов
6. Основные понятия	Пятилетки Полное (победоносное) покорение Арктики Севморпуть Транспортные грузоперевозки Практическое освоение Севера	Морские магистрали мира Мировое судоходство Тенденциозный характер статей
7. Затронутые проблемы	Исследование и освоение Арктики в досоветское и советское время	Идеологическое противостояние советских и иностранных ученых – исследователей Арктики
8. Выходные данные источников	Бурков, Марков и др. (работники севморпути, капитаны ледоколов и зверобойных судов) Посмотрите на карту Советской Арктики // Полярная правда. № 17 (2792) 21 января 1936. – С. 5.	Белов, М. И. Введение // Научное и хозяйственное освоение Советского Севера, 1933-1945 гг. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – С. 10 (616 с.)

**БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ
И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ**

Морфологические отклонения в развитии хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в районе воздействия АО "Кольская горно-металлургическая компания"

Александрова Е. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экологии и техносферной безопасности, aleksandrova.eu@mauniver.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты фитоиндикационной оценки состояния ели сибирской, произрастающей вблизи промышленного комбината "Североникель" (Мурманская область, лето 2023). Показано, что хроническое загрязнение лесных сообществ оказывает негативное влияние на рост, развитие и состояние деревьев.

Abstract. The estimation of a condition of Siberian spruce located around the industrial enterprise Severonikel (Murmansk Region, summer 2023) is given on the basis of phytoindication methods in the article. It is show that the chronic pollution of forest communities has a detrimental effect on the growth, development and condition of trees.

Ключевые слова: ель сибирская, фитоиндикация, техногенное загрязнение, морфометрические характеристики

Key words: Siberian spruce, phytoindication, technogenic pollution, morphometric characteristics

Развитие горнодобывающей промышленности, сопровождающееся высокой степенью техногенного загрязнения, обуславливает увеличение сбоев в гомеостатических механизмах фитоценозов. При этом арктические экосистемы подвергаются разрушительному воздействию в большей степени. Это обусловлено природно-климатическими условиями, которые определяют специфику экосистем: их уязвимость, снижение устойчивости к воздействию поллютантов, замедление самоочищения. В связи с этим актуальность приобретает систематическая оценка качественного состояния арктических фитоценозов в условиях техногенного загрязнения [1].

Цель исследования: изучить морфологические отклонения в развитии хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в районе промышленной площадки КГМК (г. Мончегорск).

В рамках исследования было заложено 5 пробных площадей на различном удалении от источника техногенного воздействия (рисунок 1).

Координаты пробных площадей: ПП-1 67.972651, 32.880231; ПП-2 67.992235, 32.908234; ПП-3 68.010916, 32.935182; ПП-4 68.025921,

32.976436; ПП-5 68.0555, 33.058845. Для сравнения была выбрана контрольная площадь: ПП-6 (фон) 68.5546,3 33.0434,2. Отбор проб хвои проводился в июне 2023 г.



Рисунок 1 – Размещение пробных площадей

В ходе общей визуальной оценки древостоя для контрольной пробы (ПП-6, участок лесной зоны в районе горы Горелая, г. Мурманск) отмечено здоровое состояние и яркий цвет хвои, видимых повреждений не обнаружено. Территории с высокой антропогенной нагрузкой (ПП-1-5) имеют значительные отклонения в развитии деревьев: далеко не все побеги имеют охвоенность, крона не симметрична и сильно изрежена, яркая и здоровая хвоя присутствует только на нижних побегах.

Для проведения исследования использовались методики состояния окружающей среды по повреждению хвои [2; 3], оценки различий в площади поверхности хвои [4].

Для каждой из 20 проб (1000 хвоинок) были проведены замеры длины и ширины хвои, визуальная оценка класса повреждения, усыхания и процента повреждения хвои, рассчитана общая поверхность хвои.

В таблице 1 представлены результаты оценки хвои ели сибирской на исследуемых площадях в 2023 г.

Таблица 1 – Значение показателей оценки хвои ели сибирской в 2023 г.

Показатель	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-5	фон
Ширина хвои, мм	0,88±0,08	0,9±0	0,9±0,03	0,92±0,07	0,92±0,09	0,98±0
Длина хвои, мм	9,1±2,15	9,02±2,21	9,85±2,3	12,68±1,96	10,56±2,19	12,24±1,7
Класс повреждения	1,92±0,65	2,38±0,78	2,03±0,73	1,71±0,68	1,76±0,71	1,0±0
Класс усыхания	1,28±0,73	2,03±1,23	1,34±0,72	1,18±0,59	1,19±0,56	1,0±0
Поверхность хвои	23,55±6,0	23,18±5,68	25,37±6,04	32,41±5,79	27,07±6,54	31,46±4,39
Повреждение хвои, %	12 %	37 %	15 %	10 %	11 %	0 %

Для оценки достоверности результатов использовался однофакторный дисперсионный анализ (STATISTICA.ANOVA, тест Шапиро-Уилка, критерий Колмогорова-Смирнова), уровень значимости определялся при $p = 0.01$. В большинстве случаев различия между дисперсиями групп достоверны. Коэффициент вариации менее 33 % (выборки однородные).

Проведена оценка состояния окружающей среды вблизи источника воздействия: наибольшая часть исследуемых объектов (ПП-1, ПП-4, ПП-5) относятся к зоне относительного экологического благополучия (2 класс состояния среды), на ПП-2-3 наблюдается усиление антропогенного воздействия (зона повышенного экологического риска, 3 класс состояния окружающей среды). ПП-6 (фон) – 1 класс состояния (экологически безопасная зона) – 100 % хвои без пятен, усыхание отсутствует.

Необходимо отметить, что положительные результаты для ПП-1 условны и связаны с невозможностью отбора хвои на необходимой высоте (отбор проводили в нижней части деревьев, вблизи почвы, т.к. на остальной части побегов хвоя отсутствовала).

Библиографический список

1. Александрова Е. Ю., Воронов В. В. Морфометрические характеристики хвои ели сибирской в зоне воздействия комбината "Североникель" // Современная наука : актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, 2020. № 5. С. 7–12.
2. Мелехова О. П., Егорова Е. И. и др. Биологический контроль окружающей среды : биоиндикация и биотестирование. М. : Академия, 2007. 288 с.
3. Оказова З. П, Кусова Н. Х. и др. Способ оценки состояния окружающей среды // Патент RU 2564916 С2. Заявка : 2013141861/15, 12.09.2013. Дата публикации : 10.10.2015. Бюлл. 28.
4. Уткин А. И., Ермолова Л.С. Площадь поверхности лесных растений. Сущность. Параметры. Использование. М. : Наука, 2008. 292 с.

Биоразнообразие орнитофауны г. Полярного Мурманской области летом 2023 года

Басангова Д. Д., Харламова М. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский арктический университет", кафедра биологии
и биоресурсов, *dbasangova78@gmail.com, mnkharlamova@yandex.ru*)

Аннотация. Проведено изучение биоразнообразия авифауны г. Полярный Мурманской области. За период наблюдений 2023 г. было зарегистрировано 34 вида (14 – гнездящихся), представители 6 отрядов и 17 семейств. Определены доминирующие виды.

Abstract. The biodiversity of the avifauna of the Polyarny city (Murmansk region) was studied. During the observation period of 2023 34 species were recorded (14 breeding), representatives of 6 orders and 17 families. The dominant species have been identified.

Ключевые слова: городская авифауна, биоразнообразие, Мурманская область
Key words: urban avifauna, biodiversity, Murmansk region

Целью нашего исследования было изучение орнитофауны г. Полярный. В рамках задач определяли биоразнообразие птиц, проводили количественный учет представителей авифауны, попытались выявить доминирующие виды в летний период и установить характер пребывания (гнездование) птиц на данной территории. Исследования проводились с 17 июня по 25 августа 2023 г. на территории города и в его окрестностях (бухта Кислая, Горячие ручьи и др.). Протяженность маршрута составила 15,5 км. Использовали бинокль с 10-кратным увеличением и приложение BirdNET для определения птиц по голосам, проводили фотосъемку. Доминирование видов определялось по формуле (1):

$$D_i = N_i/N_s \times 100 \%, \quad (1)$$

где N_i – число особей вида;

N_s – общее число особей в биоценозе [1]. Названия и систематика птиц приведены в соответствии со Списком птиц Российской Федерации [2].

В 2023 г. было встречено 34 вида, в частности чернозобая гагара, круглоносый плавунчик, береговая ласточка, горихвостка и др. – всего 12 видов, новых по сравнению с 2022 г. [3]. Биоразнообразие птиц Полярного было представлено 6 отрядами и 17 семействами, самым многочисленным из которых были Утиные (6 видов). В таблице 1 – информация по доминированию видов, встреченных в районе оз. Боковое и бухте Кислой.

Согласно А. П. Кузьякину [4], доминантами по обилию считаются виды, участие которых в суммарном орнитонаселении составляет 10 % и более.

Таблица 1 – Результаты подсчета доминирования видов в двух биотопах, %

№	Виды птиц	Доминирование вида, %	
		Оз. Боковое	Бухта Кислая
1	Чернозобая гагара <i>Gavia arctica</i>	1	–
2	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	6	3
3	Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i>	14	–
4	Морская чернеть <i>Aythya marila</i>	4	–
5	Гоголь <i>Vicephala clangula</i>	3	–
6	Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	–	31
7	Большой крохаль <i>Mergus merganser</i>	–	1
8	Галстучник <i>Charadrius hiaticula</i>	–	1
9	Кулик-сорока <i>Haematopus ostralegus</i>	–	2
10	Турухтан <i>Phylomachus pugnax</i>	–	1
11	Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	–	18
12	Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	20	17
13	Морская чайка <i>Larus marinus</i>	–	1
14	Сизая чайка <i>Larus canus</i>	–	19
15	Полярная крачка <i>Sterna paradisaea</i>	3	–
16	Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i>	49	1
17	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i>	–	1
18	Сорока <i>Pica pica</i>	–	1
19	Серая ворона <i>Corvus cornix</i>	–	1
20	Домовый воробей <i>Passer domesticus</i>	–	2

В обоих биотопах доминировала серебристая чайка (20 и 17 %). На оз. Боковом доминирующими видами также были береговая ласточка и хохлатая чернеть, в губе Кислой – обыкновенная гага, озерная и сизая чайки. В 2023 г. было выявлено гнездование 14 видов птиц (в 2022 г. – только 9 видов): кряквы, хохлатой и морской чернетей, обыкновенной гаги, турухтана, озерной и серебристой чаек, сизого голубя, серой вороны, рябинника, домового воробья, зеленушки, обыкновенной чечетки, вьюрка [3]. На рисунке 1 представлено изменение численности кряквы летом 2023 г. Следует отметить преобладание самцов (26 особей), максимальная численность самок была 19 июня 2023 г. – 14 особей. Выводок из 3-х пуховичков был замечен 5 июля 2023 г.

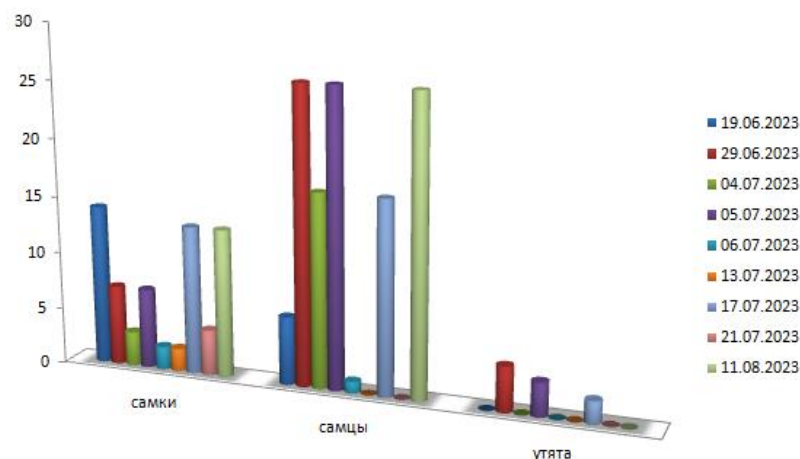


Рисунок 1 – динамика численности кряквы летом 2023 г. по группам

По итогам работы были сделаны следующие выводы: за период наблюдений 2023 г. было зарегистрировано 34 вида (14 гнездящихся), относящихся к 6 отрядам (*Gaviiformes*, *Anseriformes*, *Charadriiformes*, *Piciformes*, *Columbiformes*, *Passeriformes*) и 17 семействам; доминирующими были 7 видов; самые высокие коэффициенты доминирования отмечены для обыкновенной гаги в бухте Кислой и береговой ласточки (биотоп оз. Боковое) 31 и 49 % соответственно.

Библиографический список

1. Нумеров А. Д. [и др.]. Полевые исследования наземных позвоночных. Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2010. 301 с.
2. Коблик Е. А. [и др.]. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 256 с.
3. Басангова Д. Д., Харламова М. Н. Авифауна города Полярный (Мурманская область) в 2022–2023 гг. // Проблемы Арктического региона: тезисы докладов XX Международной научной конференции студентов и аспирантов. Мурманск, 2023. С. 24–26.
4. Кузьякин А. П. Зоогеография СССР. М.: Ученые записки МОПИ им. Н. К. Крупской, 1962. 182 с. УДК 57. 04

Поливариантность реакций арктических растений на низкие температуры окружающей среды

Василевская Н. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, *n.v.vasilevskaya@gmail.com*)

Аннотация. В статье рассматривается поливариантность развития арктических растений в условиях холодного климата на молекулярно-генетическом уровне. Представлен краткий обзор исследований, показано, что существует не один, а множество способов реакций растений высоких широт на низкие температуры, которые детерминированы генетически.

Abstract. In the article considered the ipolyvariance of development of Arctic plants in cold climate at the molecular genetic level. A brief review of modern research is presented, and show that there is not one, but many ways of the Arctic plants responses to low temperatures, which are determined genetically.

Ключевые слова: Арктика, растения, поливариантность, геном

Keywords: Arctic, plants, polyvariance, genome

Феномен поливариантности развития растений изучался в условиях горно-тундровых сообществ Европейской Субарктики [1]. Для многих видов выявлено сокращение онтогенеза, отсутствие ряда возрастных состояний в онтогенетических спектрах ценопопуляций, поливариантность размножения, варьирование цикличности развития монокарпических и поликарпических побегов [2]. В последние десятилетия изучается поливариантность развития растений Арктики на молекулярно-генетическом уровне [3–5]. Известно, что способность выживать в условиях отрицательных температур связана с приобретением растениями морозоустойчивости [6] и сохранением целостности клеточных мембран во избежание осмотического стресса. Морозостойкость приобретается посредством увеличения содержания сахара в клетках, изменения липидного состава мембран, синтеза белков – антифризов [7]. О молекулярных механизмах адаптации арктических растений к холоду известно мало, но такие исследования проводятся в последние годы [3–6; 8; 9]. Геномы экстремофильных растений имеют одну очень важную особенность – большое количество дубликаций генов, которые увеличивают экспрессию генов и могут улучшить устойчивость к стрессу окружающей среды. Дополнительные копии могут накапливать генетические изменения и приобретать новые функции или модели

экспрессии, которые повышают пластичность генома [10]. Ключевые гены ответа на холод и низкий уровень освещенности конвергентно поддерживают дупликационные копии в разных линиях. Многие из них подавляются стрессорами окружающей среды, однако большинство генов реакции на стресс демонстрируют сходные изменения экспрессии [10]. В стрессовых реакциях арктических растений важную роль играют гены, участвующие в передаче сигналов на стресс, окислительно-восстановительном гомеостазе, фоточувствительности, мейозе [3]. Исследования генома *Draba nivalis* (*Brassicaceae*) показали, что его реакции на стресс поливариантны [3]. В геноме *Eriophorum vaginatum* идентифицированы факторы транскрипции, принадлежащие к семействам генов, определяющих реакции на стресс. Есть ли у полярных видов особая реакция на холод, отличная от близкородственных видов умеренных широт? Генетические исследования арктических *Brassicaceae* показали, что холодовая реакция *Cardamine bellidifolia*, *Cochlearia groenlandica* и *Draba nivalis* весьма специфична для каждого из этих видов [4; 5]. Большинство холодоиндуцированных генов уникальны для каждого из видов, при этом число генов, общих для трех арктических видов и умеренного *Arabidopsis thaliana*, превышает число общих генов этих арктических видов. Это позволяет предположить, что холодовая реакция арктических *Brassicaceae* во многом развивалась независимо, но некоторые компоненты, вероятно, сохранились во всем семействе [5]. *C. bellidifolia*, *C. groenlandica* и *D. nivalis* используют разные гены, которые принадлежат к сходным путям реакции на стресс, что позволяет предположить, что эти виды представляют собой независимые линии адаптации к арктическому климату. Эволюция реакции на холод у арктических линий *Brassicaceae* в основном следовала независимым генетическим траекториям, но с некоторыми консервативными компонентами [4]. Эти исследования свидетельствуют о том, что существует не один, а множество способов реакции арктических растений на низкие температуры, эти реакции поливариантны и детерминированы генетически.

Библиографический список

1. Василевская Н. В. Поливариантность онтогенетических процессов растений в условиях высоких широт / Н. В. Василевская. Мурманск : МГПУ. 2007. 230 с.
2. Седова Е. А. Поливариантность онтогенетических процессов у *Cassiope*

tetragona (L.) D. Don. (*Ericaceae* Juss) в горных тундрах Хибин // Вестник Московского университета / Е. А. Седова, Н. В. Василевская. Сер. 16: Биология. 2005. № 4. С. 37–43

3. Nowak M.D. The genome of *Draba nivalis* shows signatures of adaptation to the extreme environmental stresses of the Arctic / M.D. Nowak, S. Birkeland, K. Mandakova, A.L.S. Gustafsson, A. Gizaw, A. S. Schroder-Nielsen et al. // Molecular Ecology Resources. 2021. Vol. 21. P. 661–676. DOI: 10.1111/1755-0998.13280

4. Birkeland S. What can cold-induced transcriptomes of Arctic Brassicaceae tell us about the evolution of cold tolerance? / S. Birkeland, T. Slotte, A. K. Brysting, A.L.S. Gustafsson, T. R. Hvidsten, C. Brochmann, M. D. Nowak // Molecular Ecology. 2022. Vol. 16. P. 4271–4275. DOI: 10.1111/mec.16581

5. Birkeland S. Tracing Molecular Patterns of Adaptation in Arctic Brassicaceae. Ph D Thesis. University of Oslo. 2022.

6. Schubert M. Evolution of cold acclimation and its role in niche transition in the temperate grass subfamily Pooideae / M. Schubert, L. Grønvold, S.R. Sandve, T.R. Hvidsten, S. Fjellhei // Plant Physiology. 2019. Vol. 180. P. 404–419. DOI: 10.1104/pp.18.01448.

7. Janská A. Cold stress and acclimation: What is important for metabolic adjustment? / A. Janská A., P. Marsík, S. Zelenková, J. Ovesná // Plant Biology (Stuttgart). 2010. Vol. 12. P. 395–405. DOI: 10.1111/j.1438-8677.2009.00299.x.

8. Wullschleger S.D. Genomics in a changing Arctic: Critical questions await the molecular ecologist / S. D. Wullschleger, A.L Breen, C.M. Iversen, M.S Olson, T.Näsholm [et al.] // Molecular Ecology. 2015. Vol. 24. P. 2301–2309. DOI: 10.1111/mec.13166.

9. Colella J.P. Conservation genomics in a changing Arctic / J.P. Colella, S.L Talbot, C. Brochmann, E B. Taylor, E P. Hoberg, J.A. Cook // Trends in Ecology and Evolution. 2020. Vol. 35. P. 149–162. DOI: 10.1016/j.tree.2019.09.008.

10. Xu S. Genomic convergence in the adaptation to extreme environments / S. Xu J. Wang, Z. Guo, Z. He, S. Shi // Plant Communications. 2020. Vol. 1. 100117. DOI: 10.1016/j.xplc.2020.100117.

Реакции литоральных популяций рачков-балянусов *Semibalanus balanoides* некоторых губ Восточного Мурмана и Кольского залива на текущие изменения климата

Гудимов А. В., (г. Мурманск, ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", лаборатория зообентоса, alexgud@mail.ru)

Аннотация. Актуальные методы ранней биоиндикации изменения климата в Арктике не разработаны. Скорость реакции популяций (в течение 1–3 лет) литоральных балянусов *Semibalanus balanoides* на потепление климата в Арктике зависит от локальных условий их обитания в отношении степени весеннего падения солености воды.

Abstract. Urgent methods for early bioindication of climate changes in the Arctic have not been developed yet. The early population response (within 1–3 years) of the littoral barnacle *Semibalanus balanoides* to the climate warming in the Arctic depends on their living condition in line with the local spring fall in salinity.

Ключевые слова: ранняя биоиндикация, изменения климата, арктические моря, балянусы, эстуарий, краевые биотопы, критическая соленость

Key words: early bioindication, climate changes, arctic seas, barnacle, estuary, marginal conditions, critical salinity

Глобальное потепление климата рассматривают, прежде всего, как ускорение роста среднегодовой температуры воздуха у поверхности суши и океана, продолжающееся на протяжении последнего столетия. Неоднозначность немногочисленных оценок влияния климата на флору и фауну арктических морей делает особенно актуальным биомониторинг трендов климатических изменений морских экосистем.

При этом надо иметь в виду, что стандартный подход к биомониторингу сообществ это всегда запоздалый, сложный и неоднозначный анализ давно произошедших, накопленных за несколько лет изменений. Достоверное выявление влияния текущих колебаний климата на биоту морских экосистем крайне проблематично, особенно на ранних этапах биологических изменений. Биоиндикаторы ранних климатических изменений в морях Арктики не исследованы.

Поэтому главный вопрос заключается в том, как обнаружить биологические последствия климатических изменений своевременно, в относительно короткий срок (1–3 года), и как определить, что они вызваны именно климатом.

Целью наших исследований был поиск видов-биоиндикаторов ранних

климатических изменений и разработка метода биоиндикации влияния климата на экосистему по изменению литоральных сообществ и популяций, поскольку они испытывают наибольшее воздействие экологических факторов. Среди организмов литорали наиболее уязвимы к внешним воздействиям седентарные донные беспозвоночные эпифауны, подвергающиеся прямому и длительному воздействию целого комплекса атмосферных факторов во время полусуточных отливов Баренцева моря.

К таким эпибионтам, доступным для круглогодичного исследования в полевых условиях относится усоногий рак-балянус *Semibalanus balanoides* (Crustacea, Cirripedia) – массовый вид донной фауны литорали северных морей. Однако, оказалось, что экология балянусов арктических морей совершенно не исследована, влияние факторов среды на популяционную динамику и выживание *S. balanoides*, как и влияние климата на литоральные организмы, не изучено.

Исследования экологии *S. balanoides* были начаты в 2003 г. [1] в Кольском заливе, а позднее, и в губах Восточного Мурмана, и проводятся по настоящее время. Во время экспедиционных выездов производится подсчет балянусов в пробах (рамках) на месте, измеряется соленость воды.

Было обнаружено, что на всех участках Мурманского побережья численность рачков значительно изменяется не только по горизонтам литорали, но и вдоль одного горизонта, образуя в эстуарных районах ярко выраженный экоклин – градиентное (клинальное) распределение (рисунок 1), соответствующее среднему градиенту солености. В эстуариях рек и ручьев численность и неравномерность распределения рачков вдоль экоклина были наибольшими в среднем горизонте литорали. Например, в акватории Териберской губы на участке "Мотобухты" (губа Лодейная) по берегам небольшого пресноводного ручья плотность балянусов в редких поселениях среднего горизонта не превышала 200 экз/м² (зеленая точка 1 на рисунке 2), а уже в 20 м от русла ручья достигала в отдельных скоплениях на камнях максимальной плотности 27000–28000 экз /м² (2 на рисунке 2).

Мористее, 50–100 м дальше от устья ручья и эстуария, плотность популяции уменьшалась до 5000–8000 экз/м², как и ее вариабельность.

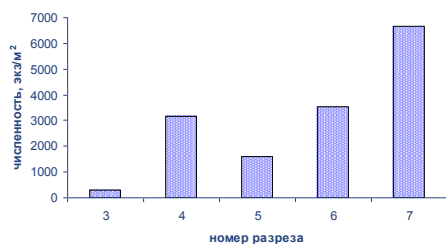


Рисунок 1 – Распределение баянусов в экоклине по разрезам литорали (нумерация – от реки к морю) в эстуарии Кольского залива

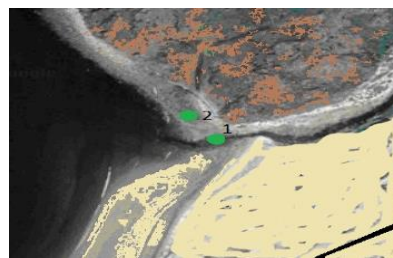


Рисунок 2 – Станции мониторинга (зеленые кружки, 1 и 2) в эстуарии ручья губы Лодейная ("Мотобухта", Териберская губа)

Влияние потепления климата на эстуарный зообентос опосредовано, прежде всего, через изменение главного фактора эстуария – сезонные колебания солености воды. Установлено, что за период с 2005 по 2023 гг. в краевых участках эстуарных популяций, в которых соленость весной опускалась до критических значений ($< 5\text{‰}$) произошло значительное (в 2–10–100 раз) падение численности баянусов. В то время как в типично морских литоральных биотопах Мурмана, имеющих нормальную соленость (25–32 ‰), уменьшения численности за этот период интенсивного потепления климата не произошло. Аномальное возрастание весенне-летнего опреснения в эстуариях Мурманского побережья, начиная с 2005 г., связано с увеличением годового и, особенно, паводкового стока рек (на 15–20 % с 2009 г) при снеготаянии, статистически достоверного для Кольского полуострова в последние годы [2].

Таким образом, реакция баянусов на изменение факторов среды, обусловленные колебаниями климата (соленость воды, температура воздуха) зависит от условий их обитания.

Библиографический список

1. Свитина В.С., Гудимов А. В. Многолетние колебания численности популяции усоногих раков *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) на эстуарной литорали кута Кольского залива // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20, № 2. С. 352–362. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2017-20-2-352-362>. EDN: ZCHVMR.
2. Фролова Н. Л., Магрицкий Д. В., Киреева М. Б., Григорьева В. Ю., [и др.]. Сток рек России при происходящих и прогнозируемых изменениях климата: обзор публикаций. 1. Оценка изменений водного режима рек России по данным наблюдений // Водные ресурсы. 2022. Т. 49. С. 251–269.

Паразитофауна лососевых рыб (SALMONIDAE) в предприятиях аквакультуры Мурманской области

Иваницкая О. А.^{1,2}, Кравец П. П.², Тюкина О. С.² (г. Мурманск, ¹ГОбВУ "Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных",
²ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
golovkinaolga1303@yandex.ru)

Аннотация. В работе представлен обзор зараженности паразитами лососевых рыб в предприятиях аквакультуры Мурманской области в 2023 г. Зарегистрированы преимущественно смешанные инвазии, протекающие без гибели рыб.

Abstract. This paper presents an overview of parasite infestation of salmon fish in fish farming of the Murmansk region in 2023. Mainly mixed invasions have been recorded, occurring without the death of fish.

Ключевые слова: рыбоводное хозяйство, Мурманская область, лососевые рыбы, зараженность паразитами, эпизоотологический мониторинг

Key words: fish farming, Murmansk region, salmon fish, parasite infestation, epizootological monitoring

Паразиты рыб имеют широкое распространение в водоемах России и могут наносить значительный экономический ущерб предприятиям аквакультуры. Это обусловлено гибелью зараженных рыб, снижением темпов роста, плодовитости, утраты племенной стоимости, ухудшения товарных качеств, вынужденного убоя [1–4]. Целью настоящего исследования является изучение видового состава паразитов лососевых рыб в предприятиях аквакультуры Мурманской области и их возможного влияния на производство объектов и продукции аквакультуры.

Работа выполнена в 2023 г. в рамках планового эпизоотологического мониторинга государственной ветеринарной службы Мурманской области. Сбор материала для исследования проводился в предприятиях аквакультуры региона на акватории Нижнетуломского водохранилища, р. Ура, р. Умба, оз. Имандра, оз. Нялъявр, оз. Алла-Аккаярви, некоторых губах Баренцева моря. Объектом исследования являлись разновозрастные лососевые рыбы (атлантический лосось, радужная форель, кумжа). В рамках данной работы общепринятым методом было исследовано 1 280 экз. рыб. В качестве пока-

зателей зараженности рыб использовали экстенсивность инвазии (ЭИ) – доля зараженных рыб в исследуемой выборке (в %) и интенсивность инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное число паразитов в одной зараженной особи рыбы [5–7].

В 2023 году деятельность в области аквакультуры лососевых на территории Мурманской области осуществляли 19 предприятий, включающих в себя 38 территориально обособленных объектов различного типа: мальковые заводы, морских и пресноводных садковые фермы и др.

Паразитофауна лососевых рыб в предприятиях аквакультуры Мурманской области представлена разнообразными возбудителями из групп протозоозов, гельминтозов, crustaceозов. Большинство из регистрируемых паразитов являются естественными представителями фауны того или иного водоема [4; 8].

В рамках проведенного исследования из представителей протозоозов были обнаружены: жгутиконосцы *Ichthiobodo necator* (*Costia necatrix*), инфузории р. *Trichodina* sp., р. *Capriniana* sp., р. *Apiosoma* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, из гельминтозов: моногенетические сосальщики р. *Gyrodactylus* sp., *Discocotyle sagittate*, метацеркарии трематод р. *Diplostomum* sp., *Ichthyocotylurus erraticus*, плероцеркоиды цестод *Triaenophorus nodulosus*, *Triaenophorus crassus*, *Diphillobothrium dendriticum*, из crustaceозов: ракообразные *Lepeophtheirus salmonis* (лососевая вошь), р. *Caligus* sp., р. *Argulus* sp.

При выращивании лососевых рыб в Мурманской области в основном регистрируются смешанные инвазии, протекающие в форме паразитоносительства (т. е. не сопровождаются клиническими признаками заболевания или гибелью рыб).

В период проведения исследования отмечен один случай инвазионного заболевания – триенофороз лососевых (мышечная форма), вызываемого плероцеркоидами цестод *Triaenophorus crassus* (садковая ферма, оз. Алла-Аккаярви). Медикаментозных мер борьбы с возбудителем не разработано. Болезнь может возникнуть везде, где в источнике водоснабжения обитает окончательный хозяин – щука, а также промежуточные хозяева – беспозвоночные. Заболевание повлекло экономические потери предприятия.

Заражение паразитами при выращивании рыб в аквакультуре неизбежно, т.к. они являются естественной частью пресноводных и морских биоценозов. Заражение отдельными видами паразитов (напр. *Triaenophorus crassus*) может привести к значительным потерям при выращивании лосо-

севых рыб за счет снижения темпов роста и ухудшения товарных качеств рыбы. Заражение моногенами *p. Gyrodactylus* или копеподами *Lepo-phtheirus salmonis* может рассматриваться как фактор эпизоотологического риска, в том числе, для представителей аборигенной ихтиофауны естественных водоемов, в которых осуществляется аквакультура [9].

Библиографический список

1. Воронин В. А. [и др.] Эпизоотическая ситуация в форелевых хозяйствах Северо-Запада и Юга России и пути ее улучшения // Рыбное хозяйство. 2001. Вып. 3. С. 1–15.
2. Головина Н. А. Ихтиопатология / Н. Ф. Головина, Ю. А. Стрелков. М. : Мир, 2003. С. 87–88.
3. Грищенко Л. И., Акбаев М. Ш. Болезни рыб с основами рыбоводства. М. : Изд-во "Колос", 2013. 475 с.
4. Нечаева Т. А. Заболевания радужной форели в садковых хозяйствах Северо-Запада России // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Материалы IV межд. конф., Вологда, 2005. Ч. 2. С. 38–40.
5. Проведение ихтиопатологических исследований : метод. указания / М-во сел. хоз-ва РСФСР. Всесоюз. ин-т эксперим. ветеринарии. М. : Россельхозиздат, 1968. Ч. 1. 20 с.
6. Проведение ихтиопатологических исследований : метод. указания / М-во сел. хоз-ва РСФСР. Всесоюз. ин-т эксперим. ветеринарии. М. : Россельхозиздат, 1968. Ч. 2. 16 с.
7. Рахконен Р., Веннерстрем П., Ринтамяки-Киннунен П., Каннел Р. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней. Хельсинки, 2003. 160 с.
8. Рыжков Л. П., Нечаева Т. А., Евсеева Н. В. Садковое рыбоводство – проблемы здоровья рыб. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2007 – 120 с.
9. The OIE Aquatic Animal Health Code (the Aquatic Code), 2022. URL: <http://www.oie.int/search> (дата обращения 18.03.2023 г.).

Питание и трофические группы рыб Карского моря

Иванова А. В.¹, Долгов А. В.^{1,2} (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ²Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича))

Аннотация. Исследовано питание 10 видов рыб Карского моря. Проведено сравнение состава пищи этих видов, выделены трофические группы рыб.

Abstract. The feeding of fish in the Kara Sea has been studied. The diet composition of these species were compared and trophic groups of fish of the Kara Sea were identified.

Ключевые слова: Карское море, питание, состав пищи, трофические группы, пищевая конкуренция, непромысловые виды

Key words: Kara Sea, feeding, diet composition, trophic groups, food competition, non-commercial species

В связи с тяжелыми ледовыми условиями в Карском море, биология и особенно питание рыб в этом районе до сих пор изучены довольно слабо. Изучение состава пищи непромысловых рыб, сходства их питания и возможной пищевой конкуренции с промысловыми видами является важным для организации устойчивого рационального промысла в Карском море.

Материал по питанию рыб был собран в сентябре-октябре 2022 г. в съемке Карского моря, выполненной Полярным филиалом "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича) на борту НИС МК-0520 "Профессор Бойко". Всего было исследовано 350 экземпляров рыб.

Для анализа питания рыб использовали стандартный количественно-весовой метод. В качестве показателя интенсивности питания использовали средний индекс наполнения желудка (СИН) и средний балл наполнения желудков (СБН). В качестве показателей значения жертв в питании были использованы массовая доля (m , %) и частота встречаемости (f , %). Для оценки сходства питания рыб применялся индекс пищевого сходства (ИПС), предложенный А. А. Шорыгиным (1952) [1]. Для выделения трофических групп рыб применялся кластерный анализ.

Полученные данные по составу пищи исследованных видов рыб, и анализ его сходства показали значительные различия в характере питания у различных видов рыб. Величина индекса пищевого сходства была максимальной между бледным ликодом и атлантической морской лисич-

кой – более 50 %. Кроме того, высокая степень пищевого сходства (41–43 %) отмечалась между этими двумя видами и полярным ликодом. Сходство питания этих видов отмечалось в основном за счет полихет. Для единственного исследованного промыслового вида – наваги, серьезную пищевую конкуренцию может составить полярный ликод, у которого величина индекса пищевого сходства с навагой составила более 42 %. Сходство питания этих видов так же отмечалось в основном за счет полихет (массовая доля составляла не менее 20 % в рационе обоих видов).

Минимальные значения индекса пищевого сходства отмечались между полуголым ликодом и европейским керчаком (0,2 %) и между полуголым ликодом и полярным триглопсом (0,9 %).

Отдельно необходимо отметить, что в питании двух видов рыб Карского моря нами впервые обнаружены личинки краба-стригуна *Chionoecetes opilio* на стадии мегалопа. Личинки краба в количестве 3–9 экз. на один желудок были встречены в желудках европейского керчака (длина 7–8 см) и шлемоносного бычка (длина 7–18 см). В питании шлемоносного бычка значение личинок стригуна было невелико (1,2 % по массе), у европейского керчака их массовая доля достигала 46 %. Поэтому можно предполагать, что хищничество со стороны рыб, в том числе непромысловых, может оказать существенное влияние на популяцию этого вида краба в Карском море.

Различия в составе пищи обусловили тот факт, что по данным количественного анализа питания рыб Карского моря были выделены несколько групп, четко различающихся между собой составом пищи. К планктоноядным были отнесены только 2 вида – остроносый и полярный триглопсы. Данные виды питались в основном планктонными организмами с доминированием в их рационе гипериид. Наши данные подтвердили результаты предыдущих исследований за 2007–2011 гг., которые показали, что эти виды триглопсов питались планктонными гипериидами и были отнесены к планктоноядным видам [2].

К группе бентоядных рыб были отнесены 5 видов: навага, арктический шлемоносный бычок, атлантическая морская лисичка, полярный и бледный ликоды. Данные виды питались различными видами бентосных организмов и рыб, в целом в их рационе доминировали полихеты и гаммариды.

Три вида (ледовитоморская лисичка, полуголый ликод и европейский керчак) не были отнесены к каким-либо трофическим группам, что было обусловлено резко отличающимся составом пищи и относительно небольшим количеством исследованных желудков.

По литературным данным, ледовитоморская лисичка рассматривается как бентофаг, по результатам исследований 2007–2011 гг. в ее питании преобладали гаммариды, и, в меньшей степени, полихеты [2]. По данным этих же авторов полуголый ликод был отнесен к хищникам. Сходный состав питания этих видов выявлен в Баренцевом море [3].

В Кандалакшском заливе европейский керчак питается преимущественно рыбами, моллюсками, ракообразными и по характеру питания является хищником [4]. В Баренцевом море этот вид относится к хищникам [3].

Таким образом, были получены новые данные о питании рыб в Карском море в современный теплый период. Полученные результаты показали, что непромысловые виды относятся к нескольким трофическим группам (планктофаги и бентофаги). Учитывая состав пищи ряда видов, они могут быть пищевыми конкурентами для потенциальных промысловых видов рыб в Карском море.

Библиографический список

1. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. 2-е изд., испр. и доп. М.:Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.
2. Долгов А. В., Бензик А. Н., Четыркина О. Ю. Питание непромысловых рыб и их роль в продуктивности экосистемы Карского моря // Труды ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 190–208.
3. Долгов А. В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценов Баренцева моря. Мурманск : изд-во ПИНРО, 2016. 393 с.
4. Ершов П. Н. О многолетних изменениях в составе пищи европейского керчака *Myoxoscephalus scorpius* (Linnaeus, 1758) в Кандалакшском заливе Белого моря // Biological Communications. 2010. №. 2. С. 55–62.

Биогенные элементы как индикатор состояния морских акваторий в весенний период (на примере южного колена Кольского залива)

Ишкулова Т. Г. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", ishkulova@mmbi.info)

Аннотация. Проведены комплексные гидрохимические исследования и прослежена динамика изменений содержания растворенных в воде биогенных элементов (фосфора, азота и кремния) весной 2023 г. в устье Кольского залива.

Abstract. Complex hydrochemical studies were carried out and the dynamics of changes in the content of dissolved biogenic elements (phosphorus, nitrogen and silicon) in the spring of 2023 at the mouth of the Kola Bay were traced.

Ключевые слова: биогенные элементы, гидрохимия, Кольский залив, губа Вересова, Баренцево море

Key words: nutrients, hydrochemistry, Kola Bay, Veresova Bay, Barents Sea

В течение 4 месяцев (март–июнь) 2023 года проводились гидрохимические исследования акватории самой южной части Кольского залива – Вересовой губы. Наше внимание было направлено на изучение динамики изменений гидрохимических параметров во время весенних процессов в природе: половодье, начало вегетационного периода, увеличение окружающей температуры и в водоеме. В 30 пробах воды с 6 станций произведены определения растворенных минеральных форм главных биогенных элементов – фосфатов, нитритов, нитратов, силикатов, растворенного в воде кислорода. Работы выполнены по стандартным методикам [1].

В таблице 1 приведены среднемесячные гидрохимические показатели на исследованной акватории. Наблюдаемые тенденции распределения для веществ, естественно, различаются, но присутствуют некоторые общие черты. Можно отметить в среднем увеличение в водных массах исследованной акватории от марта к июню концентрации силикатов (примерно в 4 раза), нитритов – в 2 раза (нелинейно) и растворенного кислорода (примерно на 20 %). Также хорошо прослеживается постепенное снижение в течение весны концентрации фосфатов и нитратов в водах губы Вересова. Так, количество $P-PO_4^{3-}$ с марта к июню месяцу в водах губы снижается в 1.6 раз, количество азота нитратного падает на 60 %. Это происходит в результате вегетационной деятельности фитопланктона, и подтверждается

повышением насыщенности растворенного в воде кислорода (свыше 125 % начиная с конца апреля месяца). При среднем за месяц 0,35 мкг-ат/л, максимальная концентрация растворенной формы фосфора фосфатного была зафиксирована на станции у выхода из губы на левом берегу в первой половине марта и составила 0,53 мкг-ат/л, что вероятно является следствием влияния водных масс Кольского залива. Содержание азота нитратного на этой станции в этот момент также максимальное (6,50 мкг-ат/л). Минимальное количество растворенного фосфора фосфатного, выявленное на правом берегу в середине губы в конце марта (0,18 мкг-ат/л), на наш взгляд, является следствием влияния вод при таянии снега и льда – станция расположена близко к ледовой кромке. Также на станции выявлено максимальное для марта количество растворенного в воде кремния силикатов (73,9 мкг-ат/л). Вероятно, на правом берегу таяние льда и снега происходит медленнее, т.к. температура воды на станциях правого берега опускалась $-0,4^{\circ}\text{C}$, на станциях левого берега она почти на градус выше.

По сравнению с началом весны, к концу апреля количество биогенных элементов в воде на станциях акватории выравнивается. Это отражает меньшая стандартная ошибка для среднего изучаемых веществ (таблица 1).

Таблица 1 – Средние значения гидрохимических параметров вод на акватории губы Вересова южного колена Кольского залива Баренцева моря (2023 г.)

Параметр	март	апрель	май	июнь
P- PO_4^{3-} , мкг-ат/л	0,35±0,05	0,36±0,02	0,28±0,02	0,22±0,01
Si- SiO_3^{2-} , мкг-ат/л	33,6±7,9	43,9±7,7	70,2±9,0	78,5±8,1
N- NO_2^- , мкг-ат/л	0,17±0,01	0,22±0,03	0,18±0,05	0,33±0,17
N- NO_3^- , мкг-ат/л	4,65±0,82	3,88±0,30	2,90±0,54	1,77±0,38
O ₂ , мл/л	9,1±0,6	9,4±0,6	11,0±0,8	9,2±0,5
O ₂ , %	98±6	104±6	120±8	115±7

В следующих месяцах производились сливы вод в губу из Туломского водохранилища, что повлекло за собой падение солёности в водах губы Вересова до достаточно низких значений. При среднем 3.9 епс по акватории губы в мае, минимум составил 0.93 епс на наиболее южных станциях.

В июне там же выявлена и более низкая величина солености воды – 0.3 епс. Из-за вышеназванных сливов в мае, по сравнению с апрелем, более чем в 1.5 раза возрастает содержание силикатов в воде губы. Также в этот же период наблюдается интенсификация продуцирования O_2 фитопланктоном – количество растворенного в воде кислорода достигает на некоторых станциях максимума (136 % насыщения), концентрация фосфатов в 1.3 раза, нитритов и нитратов – на 20–25 %.

В мае и июне на станциях, расположенных на правом берегу ближе к куту, мы наблюдаем проявление влияния близлежащих ручьев на содержание биогенных элементов, а именно, их резкое понижение. Так, концентрация фосфора фосфатного азота нитратного на этих станциях достигает минимальных для акватории значений (0.19, и 0.85 мкг-ат/л, соответственно).

Таким образом, нами произведено наблюдение распределения гидрохимических параметров вод губы Вересовой в период с марта по июнь 2023, и получение современных гидрохимических данных в этой части Кольского залива. Наши исследования показали, что губа Вересова, являясь присутственным водоемом, обладает своими особенностями. Для нее характерны значительная распресненность обессоленными терригенными водами и высокие значения концентраций растворенного кремния силикатов. Однако, на распределение основных групп биогенных веществ значительное влияние также оказывают более соленые водные массы Кольского залива и обитающие в них фитопланктонные организмы, поэтому сохраняются общие тренды содержания в воде главных биогенных элементов в зависимости от сезона и географического положения [2; 3].

Работа выполнена в рамках темы НИР ММБИ РАН Планктонные сообщества арктических морей в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия, FMEE-2021-0029.

Библиографический список

1. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 264 с.
2. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1997. 261 с.
3. Потанин В. А., Ларин, Б. В. Динамика вод южной части Кольского залива. // Природа и хозяйство Севера. 1989. Вып. 17. С. 66–71.

Микробиологические способы очистки загрязненных нефтью территорий Арктики

Канивец А. В., Василевская Н. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, kvi407@mail.ru)

Аннотация. Представлен обзор исследований по очистке Арктических территорий от нефти и нефтепродуктов путем использования углеводородокисляющих микроорганизмов.

Abstract. The review of research of the purification of Arctic territories from oil and petroleum products with use of hydrocarbon-oxidizing microorganisms is presented.

Ключевые слова: нефть, загрязнение почв, микроорганизмы, рекультивация

Key words: oil, soils pollution, microorganisms, reclamation

Добыча, транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов всегда сопряжены с рисками для наземных и водных экосистем: возможны разливы на воде, аварии при разработке нефтяных месторождений (фонтаны из скважин) и т. д. Ученые по всему миру ищут способы для восстановления и рекультивации нарушенных территорий [1; 2].

Климатические особенности Арктической зоны России (низкие температуры, короткий период самоочищения и высокая кислотность почв) снижают скорость восстановления почв, поэтому требуется изучение и поиск способов, которые позволят быстро ликвидировать загрязнения, возвращая экосистемы к исходному состоянию за непродолжительное время [3; 4]. Наиболее экологически чистым является микробиологический метод очистки природных сред [5]. Микроорганизмы, способные расщеплять нефть, используют ее в качестве источников углерода и энергии. Чаще всего углеводородокисляющие микроорганизмы в почвенной и водной среде представлены бактериями и грибами [6].

В Мурманской области проблемой восстановления природных сред от загрязнений нефтью и нефтепродуктами занимаются ученые Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, Полярная опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н. И. Вавилова.

В Институте проблем промышленной экологии Севера проводилось изучение деструкционной активности микромицетов. В лабораторных экспериментах была использована почва, взятая на горе Каскама, загрязненная нефтепродуктами. Плотность бактериальной суспензии составляла 10^8 – 10^9 кл/мл. Эксперимент длился 10 дней, наиболее эффективно процесс разложения углеводов протекал в первые 3 суток, показатель разложения за это время составил 49%. В конце эксперимента этот показатель достиг 87 %. Наибольшую степень деструкции нефтепродуктов показало сообщество грибов – аскомицетов рода *Penicillium*, которое было представлено пятью видами: *Penicillium canescens*, *P. simplicissimum*, *P. commune*, *P. ochrocloron* и *P. restrictum* [7].

На территории Полярной опытной станции проводился эксперимент с различными дозами поллютантов, таких как: дизельное топливо марки Л-0,2-62 (вносили 1,4; 2,8 и 14 л/м²), мазут марки 100 (1,3; 2,6; 7,5 л/м²), отработанное машинное масло (7,5 л/м²). Загрязняемая почва – агрозем Al-Fe-гумусовый. Использовали биопрепарат на основе штаммов бактерий *Pseudomonas*, которые выделены из почв Кольского полуострова в местах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами (препарат ИППЭС) и препарат-биодеструктор "Микрозим", на основе штаммов: *Bacillus sp.*, *Atherobacter sp.*, *Nocordia sp.*, *Rhodococcus sp.*, *Pseudomonas sp.* Оба препарата вносили в количестве 1,5 л/м². Численность бактерий, расщепляющих углеводороды, составила для препарата "Микрозим" – 2 – 10^9 кл/мл, для препарата ИППЭС – 3 – 10^9 кл/мл. Начальное содержание углеводов в пробах (г/кг): дизельное топливо (ДТ) 1,4–5, ДТ 2,8–19, ДТ 14–26, мазут 1,3–3, мазут 2,6–4, мазут 7,5–25, масло 7,5–41 (г/кг). По окончании вегетационного периода содержание углеводов было измерено повторно, наибольшую деструкцию (г/кг) показал препарат ИППЭС – дизельное топливо (ДТ) 1,4–0,38 г/кг; мазут 1,3–1,48 г/кг. Препарат "Микрозим" показал следующие результаты: ДТ 1,4–0,48 г/кг, мазут 1,3–1,96 г/кг. Варианты с применением препарата ИППЭС показали большую эффективность, чем использование препарата "Микрозим" [8].

Микроорганизмы широко используются для ремедиации загрязненных нефтью территорий, благодаря своей способности использовать углеводороды нефти в качестве источника энергии, адсорбировать поллютанты и улучшать свойства почв. Доступность и эффективность очистки от нефти с помощью бактерий и грибов делает этот способ одним из основных в биоремедиации территорий.

Библиографический список

1. Xu X. Petroleum hydrocarbon-degrading bacteria for the remediation of oil pollution under aerobic conditions: a perspective analysis / X. Xu [et al.] // *Frontiers in microbiology*. 2018. vol. 9. P. 2885. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02885
2. Иваненко И. И., Исследования удаления нефтесодержащих загрязнений микроорганизмами / И. И. Иваненко, Е. Я. Лапатина, Т. А. Красавина // *Вода и экология: проблемы и решения*. 2019. №. 4 (80). С. 30–36. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.4.30–36.
3. Песчанов Г. Влияние разработки нефтяных и газовых месторождений на окружающую среду Арктики / Г. Песчанов, Ю. А. Нифонтов // *Труды Крыловского государственного научного центра*. 2021. №. S1. С. 255–256. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-1-S-I-255-256
4. Маслобоев В. А. Биоремедиация загрязненных нефтепродуктами почв в субарктическом регионе / В. А. Маслобоев, Г. А. Евдокимова, Т. Г. Губкина, В. А. Мязин, Н. В. Фокина, К. В. Украинская // *Проблемы безопасности и эффективности освоения георесурсов в современных условиях*. 2014. С. 146–149.
5. Тусупова Ж. Б. Эффективность очистки нефтезагрязненных почв с использованием микроорганизмов/ Ж. Б. Тусупова, Д. Е. Мелдекул // *Молодой ученый*. №. 18. С. 522–524.
6. Коршунова Т. Ю. Бактерии рода *Pseudomonas* для очистки окружающей среды от нефтяного загрязнения / Т. Ю. Коршунова, Е. В. Кузина, Г. Ф. Рафикова, О. Н. Логинов // *Экобиотех*. 2020. Т. 3, №. 1. С. 18–32. DOI: 10.31163/2618-964X-2020-3-1-18-32.
7. Myazin V. A. The effectiveness of biostimulation, bioaugmentation and sorption-biological treatment of soil contaminated with petroleum products in the Russian subarctic / V. A. Myazin, M. V. Korneykova, A. A. Chaporgina, N. V. Fokina, G. K. Vasilyeva // *Microorganisms*. 2021. Vol. 9, №. 8. P. 1722. DOI:10.3390/microorganisms9081722.
8. Мязин В. А. Исследование эффективности различных способов биологической рекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами, в климатических условиях Кольского полуострова / В. А. Мязин, Н. В. Фокина // *Современные проблемы загрязнения почв : сб. материалов IV Межд. научн. конф. М. : Изд-во МГУ, 2013. С. 402–406.*

Морфометрические характеристики мидий из поселений губ Ура и Печенга Баренцева моря

Кравец П. П., Деркач С. Р., Тюкина О. С., Шерстюк Е. С., Приймак П. Г., Малавенда С. С., Глухарев А. Ю., Аллоярова Ю. В., Бордиян В. В.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
kravetspp@mstu.edu.ru)

Аннотация. Произведена оценка морфометрических параметров мидий в губах Мурманского побережья.

Abstract. The work is devoted to assessing the morphometric parameters of mussels in the bays of the Murmansk coast.

Ключевые слова: Баренцево море, мидия, морфология

Key words: Barents Sea, mussel, morphology

Мидия является перспективным объектом марикультуры в Баренцевом море. Основы технологии ее культивирования на Мурмане разработаны более 40 лет назад. Мидии являются активными фильтраторами по способу питания, при этом аккумулируя загрязняющие вещества, что используется для создания зон биофильтров в акваториях, подверженных антропогенному загрязнению. Они используются и в качестве биоиндикаторов состояния окружающей водной среды, поскольку морфометрические параметры моллюска меняются в условиях техногенного пресса [1]. Поэтому при выборе акваторий для организации аквахозяйств, наряду с гидролого-гидрохимическим анализом, важно учитывать морфометрические индексы мидий.

Цель работы – оценить характер изменений морфометрических параметров *Mytilus edulis* из литоральных поселений в некоторых губах Мурманского побережья Баренцева моря.

Мидий отбирали в губе Ура в начале июня 2023 года, в губе Печенга во второй половине июля 2023 года, в работе также используются для сравнения данные полученные в ходе исследования поселений мидий в губе Зеленецкая, считающуюся относительно чистой акваторией в плане антропогенной нагрузки. Данные акватории рассматриваются как перспективные районы для установки мидиевых плантаций. Моллюсков собирали с помощью рамки 0,01 м². Размеры определяли штангенциркулем с точно-

стью до 0,1 мм, массу оценивали с точностью до 0,01 г. Вскрытие особей, взвешивание тела и створок проводили по стандартным протоколам. Формы раковины характеризовали индексами отношений: высоты раковины к ее длине H/L (вытянутость) и ширины к длине D/L (выпуклость) [1]. Рассчитали коэффициент отношения массы мягких тканей тела мидии (w) к общей массе (W) [2]. В губе Ура обработано 360 экз., в г. Печенга – 514 экз., в г. Зеленецкая – 355 экз. Математическую обработку проводили в *MS Excel 2010*. Оценивалось содержание тяжелых металлов и радионуклидов в мягких тканях и створках Cd, As, Hg, Pb, удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Значения морфометрических параметров и их индексов могут предоставить достоверную картину изменений формы раковины моллюсков в зависимости от экологических условий существования поселений [2]. По размерам раковины моллюски из губы Печенга превосходят остальных (таблица 1).

Таблица 1 – Средние значения морфометрических характеристик мидий и индексов в исследуемых районах

Длина раковины (L), мм	Высота раковины (H), мм	Ширина раковины (D), мм	Индекс: высота H/ длина L	Индекс: ширина D/ длина L
губа Ура (2023 г.)				
20,23±0,56	10,5±0,25	7,57±0,23	0,51±0,12	0,37±0,09
губа Печенга (2023 г.)				
32,53±0,58	16,21±0,24	13,27±0,44	0,49±0,05	0,41±0,04
губа Зеленецкая (2022 г.)				
16±0,04	8±0,02	6±0,01	0,5±0,04	0,37±0,05

Рассматривая индексы вытянутости и выпуклости раковины достоверных отличий не наблюдалось. В губах Ура и Печенга данные соотношения оказались на уровне значений фонового участка, что свидетельствует об отсутствии техногенного пресса на поселения этих акваторий.

Раковина мидии является метаболически инертной массой, на ее синтез энергетические затраты составляют от 19 до 29 % от величины общей продукции. При негативном воздействии у моллюсков развивается мощная и утолщенная раковина, что приводит к недостатку энергии для увеличения массы самого моллюска [2]. Максимальные значения массы моллюска и массы тела характерны для губы Печенга (таблица 2).

Таблица 2 – Средние значения весовых параметров и индексов мидий в исследуемых районах

Масса мидии (W), г	Масса тела мидии (w), г	Индекс: масса тела w/ масса моллюска W
губа Ура (2023 г.)		
1,22±0,11	0,3±0,03	0,24±0,03
губа Печенга (2023 г.)		
5,97±0,55	1,48±0,21	0,24±0,04
губа Зеленецкая (2022 г.)		
0,73±0,08	0,23±0,03	0,31±0,05

Соотношения w/W , которое служит индикатором упитанности моллюска, в поселениях губ Западного Мурмана находятся в тех же пределах, что и для фонового участка, достоверных отличий не наблюдается. Содержание металлов и радионуклидов во всех пробах не превышало ПДК. Негативное влияние загрязнителей на моллюсков и их кормовую базу в губах Ура и Печенга не обнаружено.

Таким образом, губы Ура и Печенга являются перспективными районами для размещения аквахозяйств по выращиванию мидии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-16-20046) и Министерства образования и науки Мурманской области (соглашение № 103).

Библиографический список

1. Челядина Н. С., Попов, М. А. Сравнительный анализ морфометрических характеристик мидии *Mytilus galloprovincialis*, из различных районов обитания (Крым, Черное море) // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. № 2. С. 264–269.
2. Горбунова Т. Л., Башарова М. П., Матова Н. И. Морфометрические характеристики черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. как биоиндикатор антропогенного воздействия на прибрежные биоценозы Черного моря на территориях рекреационно-туристической специализации // Амурский зоологический журнал. 2022. №3. С. 516–530. DOI: <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2022-14-3-516-530>.

Особенности репродуктивной биологии трех видов рода *Lycodes* в Карском море

Моисеева Н. Е.^{1,2}, Долгов А. В.^{1,2} (г. Мурманск, ¹Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича); ²ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, moiseeva@pinro.vniro.ru)

Аннотация. Изучена репродуктивная биология *Lycodes seminudus*, *L. pallidus*, *L. polaris* в Карском море. Получены данные по соотношению полов, стадиям зрелости и величинам гонадосоматического индекса для каждого вида. Приведены данные по плодовитости *L. pallidus* и *L. polaris*. Уточнены сроки периода нереста ликодев в Карском море.

Abstract. Reproductive biology of *Lycodes seminudus*, *L. pallidus* and *L. polaris* was studied. Data on sex ratio, maturity stages and gonadosomatic index for each species are obtained. Data on fecundity of *L. pallidus* and *L. polaris* are presented. Spawning period dates of eelpouts in the Kara Sea are specified.

Ключевые слова: Карское море, *Lycodes*, плодовитость, репродуктивная биология

Key words: Kara Sea, *Lycodes*, fecundity, reproductive biology

Род *Lycodes* (семейство Бельдюговые (Zoarcidae)) включает морских донных рыб, широко распространенных в Мировом океане, в том числе в Северном Ледовитом океане (включая Карское море) [1–3]. Большинство представителей рода не имеют промыслового значения, данных об их биологии немного. Изучение биологии ликодев даст более объективное представление о функционировании донных ихтиоценов в арктических морских экосистемах. Целью работы было изучение репродуктивных характеристик некоторых видов ликодев в Карском море.

Материал был собран в Карском море в сентябре-октябре 2022 г. в съемке Полярного филиала ВНИРО. Использованы данные биологического анализа 322 особей полуголового (*L. seminudus*), бледного (*L. pallidus*) и полярного (*L. polaris*) ликодев. Стадии зрелости гонад определялись по стандартной шестибальной шкале [4]. Гонадосоматический индекс (ГСИ) рассчитывали как отношение массы гонад к общей массе тела рыбы в процентах.

Соотношение полов у разных видов ликодов существенно различалось (таблица 1). У полуголого ликода соотношение самцов и самок было равным (1:1), а у бледного и полярного ликодов доминировали самки (1:2).

Таблица 1 – Соотношение различных стадий зрелости гонад и средние значения гонадосоматического индекса трех видов ликодов

Вид	Пол	Показатель	Стадия зрелости					Кол-во рыб, шт
			II	IV	V	VI	VI-II	
<i>L. seminudus</i>	М	%	79,3	–	–	4,6	16,1	87
		ГСИ	0,07	–	–	0,35	0,14	
	F	%	62,3	–	–	32,8	4,9	61
		ГСИ	0,15	–	–	0,34	0,19	
<i>L. pallidus</i>	М	%	46,9	–	–	30,6	22,4	49
		ГСИ	0,15	–	–	0,68	0,20	
	F	%	20,2	9,0	5,6	53,9	11,2	89
		ГСИ	0,26	10,80	11,54	1,33	0,56	
<i>L. polaris</i>	М	%	60,0	–	–	40,0	–	10
		ГСИ	0,32	–	–	1,27	–	
	F	%	31,8	–	9,1	40,9	18,2	22
		ГСИ	0,12	–	12,22	0,58	0,36	

Большинство рыб всех видов ликодов были неполовозрелыми (стадия зрелости II) или не участвовали в нересте (стадия зрелости VI–II) (таблица 1). У бледного ликода доля таких самцов и самок составляла 67,1 % и 33,6 %, у полярного ликода – 91,8 % и 18,2 % соответственно. Кроме того, многие особи были посленерестовыми (стадия зрелости VI). У полуголого ликода доля таких самцов и самок составляла 4,6 % и 32,8 %, у бледного ликода – 30,6 % и 53,9 %, у полярного ликода – 40,0 % и 40,9 % соответственно. У бледного и полярного ликодов были отмечены нерестящиеся самки (стадия зрелости V) – 5,6 % и 9,1 % соответственно. Преднерестовые (стадия зрелости IV) самки встречались только у бледного ликода, их доля составила 9,0 %.

Величины ГСИ изменялись в широком диапазоне в зависимости от пола и стадии зрелости гонад (таблица 1). Значения ГСИ неполовозрелых особей всех видов ликодов не превышали 0,07–0,15 % у самцов и 0,15–0,26 % у самок. У зрелых самок в преднерестовом (бледный ликод) и нерестовом (бледный и полярный ликоды) состоянии (стадии зрелости IV и V) ГСИ увеличивался до 10,8–12,2 % и после нереста (стадия зрелости VI) снижался до 0,3–1,3 %. Значения ГСИ у посленерестовых самцов не превышали 0,14–0,2 %.

Абсолютная плодовитость 11 особей бледного ликода изменялась от 27 икринок у самки TL 13,9 см и до 31 икринки у самки TL 17,0 см (в среднем 27,4 икринки). У этого вида диаметр икринок светло-желтого цвета составлял около 5 мм. Абсолютная плодовитость 2 самок полярного ликода изменялась от 15 икринок у рыбы TL 18,2 см до 50 икринок у рыбы TL 17,6 см.

Таким образом, в Карском море в сентябре–октябре 2022 г. продолжался нерест бледного ликода, в то время как полярный ликод заканчивал нерест, а нерест полуголого ликода уже завершился.

Таким образом, были получены новые данные по соотношению полов, стадиям зрелости гонад, величинам ГСИ, плодовитости и периоду нереста трех видов ликодов в Карском море.

Библиографический список

1. Андрияшев А. П. Рыбы северных морей СССР / А. П. Андрияшев. – М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1954. 566 с. (Определители по фауне, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР / АН СССР; 53).
2. Долгов А. В. Некоторые вопросы биологии промысловых видов рыб Баренцева моря / А. В. Долгов // Проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых: сб. докл. конф.-конкурса молодых ученых и специалистов ПИНРО (20–21 апреля 1995 г.) / ПИНРО. Мурманск, 1995. С. 69–94.
3. Marine Fishes of the Arctic Region. In 2 volumes. Vol. 1 / C. W. Mecklenburg, A. Lynghammar, E. Johannesen et al. Akureyri, Iceland: CAFF, 2018. 454 p. CAFF Monitoring Series Report; 28.
4. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики / ПИНРО; сост. М. С. Шевелев и др. 2-е изд., испр. и доп. М., 2004. 299 с.

Ресурсы *Ascophyllum nodosum* Мурманна и влияние эпифитов

Нерезенко А. М.¹, Тупицына С. А.¹, Рыжик И. В.^{1,2}, Малавенда С. В.^{1,2}
(г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
²ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН")

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие бурой водоросли *Ascophyllum nodosum* с эпифитными водорослями на клеточном и молекулярном уровнях в условиях субарктики. Полученные результаты свидетельствуют, что эпифиты оказывают только локальное воздействие в зоне прикрепления.

Abstract. The interaction of the brown alga *Ascophyllum nodosum* with epiphytic algae at the cellular and molecular levels in subarctic conditions is considered. The results obtained indicate that epiphytes have only a local effect in the attachment zone.

Ключевые слова: фукоиды, эпифиты, *Elachista fucicola*, *Vertebrata lanosa*, полифенолы, маннит, пигменты, каталаза

Key words: fucoids, epiphytes, *Elachista fucicola*, *Vertebrata lanosa*, polyphenols, mannitol, pigments, catalase

Бурая водоросль *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis формирует плотные заросли с высокой биомассой на литорали северной Атлантики и юга Баренцева и Карского морей. В морских экосистемах является ключевым видом, а для человека – промысловым объектом. Ирландия и Исландия являются лидерами по добыче аскофиллума, который используется прежде всего в сельском хозяйстве, а также как сырье для получения некоторых ценных в фармакологии веществ. В связи с этим активно исследуются продукционные процессы у *A. nodosum* и биохимические особенности в связи с экологическими факторами, среди которых важнейшими оказались межвидовые взаимодействия. Большой интерес вызывает с одной стороны высокая устойчивость к обрастанию эпифитами, а с другой – симбиотическая связь *A. nodosum* с *Vertebrata lanosa* (Linnaeus) T. A. Christensen (Rhodophyta), *Elachista fucicola* (Velley) Areschoug (Phaeophyceae), *Mycophycias ascophylli* (Cotton) Kohlm. & Volkm.-Kohlm. (Ascomycota) [1]. Остается малоизученной северо-восточная часть популяции, высокая плотность которой сконцентрирована на Мурманском побережье. Цель данной работы в том, чтобы оценить взаимное влияние *A. nodosum* и его эпифитов в условиях высоких широт, когда сочетаются специфический световой режим и низкие температуры.

Исследования были выполнены в губе Териберская Баренцева моря в 2022 году. Район выбран как наиболее доступный и экологически чистый. Условия произрастания можно считать характерными для всего Мурманского побережья. Оценивали видовой состав, биомассу, встречаемость эпифитов и их расположение на талломе, биомассу самого *A. nodosum* и характер распределения в губе. Взаимное влияние водорослей разных видов оценивали по содержанию полифенолов, маннита, пигментов и активности каталазы.

В губе Териберская фукоиды формируют плотные заросли на литорали. *A. nodosum* распространен на скалах и валунах пляжей во внутренней части залива, не заходя в устье реки Териберка. Наибольшую плотность популяция достигает на скалах и валунах на высоте среднего горизонта литорали во внутренней, защищенной от прибоя части губы. Летом 2022 составила биомасса в губе Корабельная и Завалишина составила в среднем в поясе вида 14920 ± 593 г/м². Ширина такого пояса варьирует в зависимости от рельефа берега от 5 до 20 м приблизительно. Также *A. nodosum* распространен в смешанных с *Fucus vesiculosus* L. зарослях на среднем горизонте на большей части литорали, где он однако едва достигает плотности 1000 г/м².

В губе Териберская в период сбора материала на *A. nodosum* выявлено 9 видов эпифитных макроводорослей, в том числе 2 вида Rhodophyta, 2 – Chlorophyta и 4 Phaeophyceae:

Наибольшая встречаемость была выявлена у *E. fucicola* и *L. marina*, которая составила 81.25 % и 43.75 % соответственно. Биомасса эпифитов в пересчете на единицу площади поверхности грунта составила менее 1 г/м², а встречаемость составила не более 10 % от всего числа проб водорослей (то есть на большей части талломов эпифиты не были обнаружены).

Наибольшая биомасса и встречаемость выявлена у *E. fucicola* и *V. lanosa*. Распределение эпифитов на талломе было в основном на вершинах ветвей не далее пузыря, то есть возрастом один год. Гистологические исследования показали, что у *E. fucicola* и *V. lanosa* клетки проникают в срединный слой аскофиллума, в отличие от других видов взаимодействие которых происходит на уровне корового слоя фукоидов.

Было отмечено повышенное содержание полифенолов в тканях *A. nodosum* в зоне прикрепления *V. lanosa*. В зонах прикрепления эпифитов концентрация пигментов (Хлорофилл А, Хлорофилл С, Смесь каротиноидов, включая фукоксантин не отличалась от остальной части таллома.

В распределения маннита в талломе *A. nodosum* не было отмечено существенных различий между участками с *E. fucicola* и участками, свободных от эпифитов. В зонах прикрепления *E. fucicola* концентрация каталазы не отличалась от свободных от эпифитов участков.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что характер взаимодействия *A. nodosum* с его эпифитами в условиях субарктики (на примере губы Териберская) аналогичен более южным районам. Скудное освещение не влияет на симбиоз и не выявлено влияния на продукционные характеристики фукоида.

Исследование выполнено в рамках Госзадания ММБИ РАН по теме Тема 9-22-01 (1.6.16) – "Донные биоценозы Баренцева моря, его водосборного бассейна и сопредельных вод в современных условиях".

Библиографический список

1. Pereira L. et al. A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis // Journal of Applied Phycology. 2020. Т. 32. С. 3561–3584.

Новое местонахождение стрелолиста *Sagittaria natans* в Мурманской области

Приймак П. Г.¹, Приймак Е. В.² (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, priymakpg@mstu.edu.ru, ²МФ ФГУП "Росморпорт", cassiopa@yandex.ru)

Аннотация. В работе кратко описывается новое местонахождение стрелолиста *Sagittaria natans* Pall. и его морфологические характеристики.

Abstract. The paper briefly describes the new location of the arrowhead *Sagittaria natans* Pall. and its morphological characteristics.

Ключевые слова: стрелолист, река Тулома

Key words: Arrowhead, *Sagittaria natans*, Tuloma River

Маршрутные флористические обследования проводились авторами в эстуарной зоне, на правом берегу реки Тулома с 2018 года как самостоятельные, так и в рамках комплексных исследований.

Первая находка пяти экземпляров стрелолиста в этом районе произошла в сентябре 2018 года, в районе строящегося моста через реку. В последующие годы в этой точке стрелолист не обнаруживался.

В июле и сентябре 2023 года, в трех километрах ниже по течению, также по правому берегу, обнаружена ценопопуляция стрелолиста, численностью более 100 экземпляров. Координаты группы 69°50'53.8 с.ш. 32°55'42.4 в.д. Растения располагались в литоральной ванне площадью 400 м² в эстуарной зоне реки, где наблюдаются приливно-отливные явления, связанные с колебанием уровня воды в Кольском заливе. Глубина ванны достигала 30 см, дно илисто-песчаное. Проективное покрытие дна в сентябре составляло 100 %, с доминированием видов рода болотник (*Callitriche*), кодоминантом – рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) и сопутствующими видами: рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*), ежеголовник (*Sparganium sp.*), повойничек водяной перец (*Elatine hydroper*), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile*), лужница водная (*Limosella aquatica*). Дно и сами растения сильно заилены.

В Мурманской области стрелолист плавающий находится на северной границе распространения и занесен в Красную книгу Мурманской области [1].

Из морфологических характеристик обнаруженных стрелолистов нужно отметить, что высота растений достигала 15–20 см; каждый экземпляр нес 2–3 плавающих и 7–6 подводных листьев. Плавающие листья от буровато-зеленого до светло-бурого цвета, узкоэллиптические, длиной 4 см и шириной 0,6–1 см; лопасти у основания не выражены, либо имеют размер до 0,2 см. Шесть–семь линейных подводных листьев светло-зеленого цвета образуют розетку; длина их достигает 5 см, ширина до 7 мм. По совокупности признаков найденные растения определены как *Sagittaria natans* [2]. Цветущих и плодоносящих экземпляров не обнаружено, однако в сентябре обследованные растения имели по 1–2 stolона, преимущественно с одним клубеньком.

Ранее описанные местонахождения [3] в заповеднике "Пасвик" находятся южнее, что позволяет считать устье реки Тулома самой северной точкой ареала *Sagittaria natans* на данный момент.

Библиографический список

1. Красная книга Мурманской области. Изд. 2-е / отв. ред. Н. А. Константинова, А. С. Корякин, О. А. Макарова, В. В. Бианки. Кемерово : Азия-принт, 2017. 584 с.
2. Preston C. D., Uotila P. *Sagittaria* x *lunata*, a binomial for the widespread North European hybrid between *S. natans* and *S. sagittifolia* (Alismataceae) // Ann. Bot. Fenn. 2009. Vol. 46. P. 215–230. DOI: 10.5735/085.046.0304.
3. Боровичев Е. А., Кожин М. Н., Игнашов П. А., Кириллова Н. Р., Копеина Е. И., Кравченко А. В., Кузнецов О. Л., Кутенков С. А., Мелехин А. В., Попова К. Б., Разумовская А. В., Сенников А. Н., Фадеева М. А., Химич Ю. Р. Значимые находки растений, лишайников и грибов на территории Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН № 1. 2020. С. 17–33.

Аллометрические уравнения и модель Берталанфи в исследованиях жизненного цикла сайки *Boreogadus saida* в морях Северного Ледовитого океана в 2003–2018 гг.

Расхожева Е. В. (г. Мурманск, ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", raskhozheva@mmbi.info)

Аннотация. Выполнен анализ аллометрических уравнений связи между длиной и массой тела, а также параметров уравнения Берталанфи для сайки *Boreogadus saida* в морях Северного Ледовитого океана в 2003–2018 гг. Показано, что сайка в Баренцевом море, Карском море и море Лаптевых отличалась более высокой удельной скоростью роста и большим размером тела, чем сайка из восточного сектора Арктики.

Abstract. Allometric weight-length relationships and parameters k and L_{∞} in the von Bertalanffy equation were analyzed for polar cod *Boreogadus saida* from marginal seas of the Arctic Ocean in 2003–2018. Comparisons showed that there was intra-specific variation in life history traits. Polar cod from the Barents, Kara seas and the Laptev Sea differed in a higher growth rate and on average larger body size than those in the eastern sector of Arctic.

Ключевые слова: сайка, *Boreogadus saida*, параметры жизненного цикла, связь между длиной и массой тела, уравнение Берталанфи, арктические моря России

Key words: polar cod, *Boreogadus saida*, life history traits, weight-length relationship, von Bertalanffy model, Russian sector of Arctic

Сайка *Boreogadus saida* (Lepetchin, 1774) – арктический криопелагический вид, который встречается во всех морях бассейна Северного Ледовитого океана, и составляет основу численности и биомассы ихтиоценов в высоких широтах. Для того чтобы прогнозировать реакцию вида на изменения среды обитания, происходящие в различных частях циркумполярного ареала, необходимо понимание того, как факторы окружающей среды влияют на физиологические механизмы перестройки обменных процессов, рост, параметры жизненного цикла, воспроизводство, выживаемость. В настоящей работе обобщены данные по размерно-возрастной структуре и росту сайки в арктических морях России в период 2003–2018 гг., полученные как в рейсах НИС "Дальние Зеленцы", так и дополненные сведениями из литературных источников [1–8].

Цель работы: выполнить анализ скорости роста и параметров жизненного цикла сайки в морях Северного Ледовитого океана в 2003–2018 гг.

Для сравнения использованы коэффициенты аллометрических уравнений связи длины и массы тела (12 уравнений) и константы линейной мо-

дели Берталанфи (11 уравнений), описывающих рост сайки в летне-осенний период в районах Баренцева моря, фьордах Шпицбергена, Карского моря, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского моря, Чукотского моря, северной части Берингова моря, моря Бофорта и Центральной части бассейна Северного Ледовитого океана.

В районах исследований встречалась сайка длиной 1.1–29.0 см, массой 0.008–129.0 г. В Баренцевом море в уловах отмечены особи в возрасте 0+ – 4+ лет, в море Бофорта 0+ – 5+ лет, в Карском, Восточно-Сибирском и Чукотском морях 0+ – 6+ лет, а в море Лаптевых 0+ – 7+ лет. Во всех районах основу численности уловов (84 %) составляла сайка младших возрастных групп от 0+ до 2+ лет. Анализ показал, что рост и параметры жизненного цикла различались у сайки из разных географических районов. Более высокая удельная скорость роста отмечалась у рыб в западной части арктического шельфа (Баренцево, Карское, Лаптевых и Восточно-Сибирское моря), по сравнению с особями из восточного сектора Арктики (Чукотское море, море Бофорта) и Центральной части бассейна Северного Ледовитого океана. Так значения коэффициентов a, b колебались на западе $\text{Log } a -1.796 - -2.523$ ($a 0.003 - 0.016$), $b 2.877-3.237$, и на востоке $\text{Log } a -4.909 - -5.698$ ($a < 0.00001$), $b 2.590-3.153$, соответственно. Рост сайки в возрастных группах 1+ – 5+ лет удовлетворительно описывался уравнением Берталанфи ($R^2 > 0.7$). Однако модель занижала приросты в старших возрастных группах, что показывает нелинейный характер роста сайки. Поэтому максимальная теоретическая длина (20.8–27.2 см в возрасте 10+ лет) была меньше, чем по наблюдаемым данным (20.8–28.5 см в возрасте 7+ лет). В целом средний размер особи в популяции по теоретической кривой роста 1–10 лет больше в морях западной части арктического шельфа (20 см на западе и 18 см на востоке). Константа скорости роста k колебалась 0.11–0.40 1/год (среднее 0.24 1/год), асимптотическая длина L_∞ 20.5–42.8 см (среднее 28.9 см), t_0 0.695–2.236 (среднее 1.035). Результаты указывают на существование в пределах ареала локальных популяций сайки, характеризующихся специфической структурой.

Работа выполнена в рамках темы 9-19-02 "Биология, экофизиология и разнообразие рыб Арктики", номер государственной регистрации АААА-А20-120021790057-8).

Библиографический список

1. Расхожева Е. В. Рост и продукция сайки в Карском море //Сб. матер. регион. науч.-практ. конф.: "Современные проблемы экологии и природопользования" (Мурманск, 27–28 февраля 2014 г.). Мурманск, 2014. С. 172–177.
2. Карамушко Л. И., Расхожева Е. В., Карамушко О. В. Популяционная структура и рост сайки *Boreogadus saida* в море Лаптевых// Вопросы ихтиологии. 2021. том 61, № 4. С. 411–422. DOI: 10.31857/S004287522104007X.
3. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea August–October 2011. IMR/PINRO Joint Report Series, No. 3/2011. ISSN 1502–8828. 118 pp.
4. Helser T. E. [et al.]. Growth dynamics of saffron cod (*Eleginus gracilis*) and Arctic cod (*Boreogadus saida*) in the Northern Bering and Chukchi Seas// Deep-Sea Res. 2017. Part II. Vol. 135, P. 66–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.12.009>.
5. Fey D.P., Węśławski, J.M. Age, growth rate, and otolith growth of polar cod (*Boreogadus saida*) in two fjords of Svalbard, Kongsfjorden and Rijpfjorden // Oceanologia. 2017. Vol. 59, P. 576–584. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oceano.2017.03.011>.
6. Forster C. E., Norcross, B. L., Spies I. Documenting growth parameters and age in Arctic fish species in the Chukchi and Beaufort seas // Deep Sea Res. 2020. Part II. Top. 177. 104779. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104779>.
7. Schaafsma F. L. [et al.]. Allometric relationships of ecologically important Antarctic and Arctic zooplankton and fish species // Polar Biology. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02984-4>.
8. Maznikova O. A. [et al.]. Polar cod (*Boreogadus saida*) of the Siberian Arctic: Distribution and biology// Deep Sea Res. 2023. Part II. 105242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2022.105242>.

Методические особенности определения возраста миноговидного люмпена *Lumpenus lampretaeformis*

Сивкова В. П.^{1,2}, Долгов А. В.^{1,2} (г. Мурманск, ¹Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича); ²ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, sivkova@pinro.vniro.ru)

Аннотация. Предложена методика определения возраста миноговидного люмпена по отолитам. Приведено описание морфологических характеристик сагиттальных отолигов. Получены первые предварительные оценки возраста данного вида.

Abstract. The method of age reading by otoliths for snakeblenny is developed. The morphological characteristics of sagittal otoliths are described. The first preliminary estimates of the age of this species have been obtained.

Ключевые слова: Баренцево море, миноговидный люмпен, отолиги, возраст
Key words: Barents Sea, snakeblenny, otoliths, age reading

Введение

Миноговидный люмпен *Lumpenus lampretaeformis* (Walbaum, 1792) – донный, преимущественно бореальный европейский вид рыб семейства Stichaeidae [1]. Встречается в Северной Атлантике и Северном Ледовитом океане (в том числе в Баренцевом и Карском морях). Этот вид не имеет промыслового значения, однако является одним из промежуточных звеньев в трофических цепях арктических экосистем [2]. В настоящее время данные о возрасте миноговидного люмпена отсутствуют. Поэтому целью нашего исследования является адаптация методики определения возраста к данному виду.

Материалы и методы

В работе использованы 128 особей длиной 4,8–36,4 см, собранных донным тралом в Баренцевом море в феврале-ноябре 1993–2019 гг. Т.к. у этого вида мелкая чешуя, для определения его возраста были использованы сагиттальные отолиги как наиболее крупные. Для рассмотрения методических особенностей определения возраста этого вида использовали нашу методику определения возраста другого вида стихеевых – пятнистого лептокллина *Leptoclinus maculatus* [3].

Результаты и обсуждение

Характеристика сагиттальных отолитов. Отолиты люмпена имеют крючковидную форму (рисунок 1). Длина отолитов даже у самых крупных особей не превышает 2,5 мм. С внутренней стороны отолит плоский, с наружной – слегка выпуклый. На переднем крае отолита у большинства особей имеется рострум, антирострум начинает развиваться у рыб в возрасте 2 года и наиболее выражен у старших особей. Центральная бороздка открытая и доходит до центра отолита. Большая выемка имеет треугольную форму, малая выемка отсутствует.

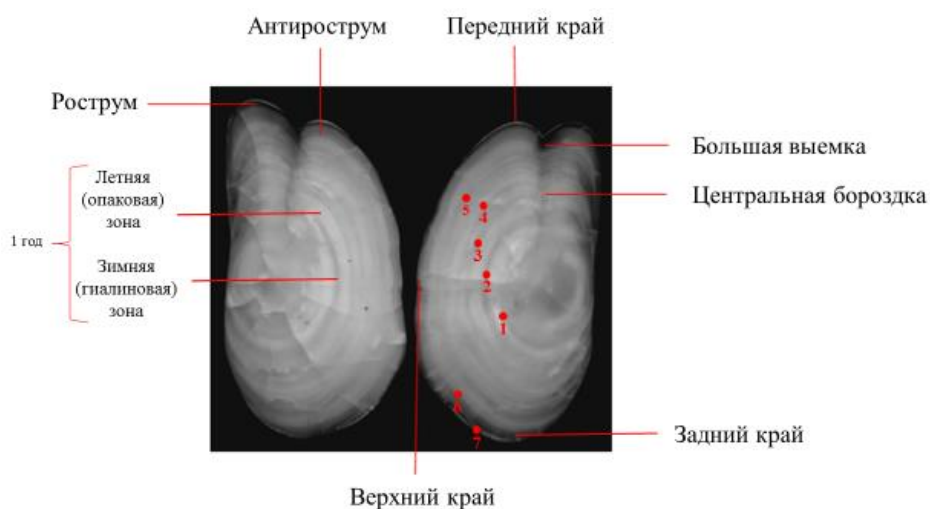


Рисунок 1 – Элементы отолитов многогодовалого люмпена (слева – левый отолит, справа – правый отолит; точками показаны годовые кольца)

Методика определения возраста. Для верификации годовых колец и надежности определения, возраст рыб определяли по двум отолитам. В большинстве случаев оценка возраста по правому и левому отолитам совпадали. Кроме того, было выявлено, что годовые кольца были лучше различимы на внутренней стороне отолита. Подсчет годовых колец удобнее проводить по направлению от центра к верхнему, переднему или заднему краю отолита, в том числе на роструме.

Определение возраста целесообразно выполнять по целому отолиту. Небольшие размеры и хрупкая структура отолита при попытке разделить отолит на две равные части (разламывая, стачивая или распиливая) приводили к его разрушению на мелкие части. Определение возраста по этим частям было затруднительно, а в ряде случаев невозможно.

Отолиты рассматривали в проходящем и отраженном свете под бинокуляром при увеличении $10\times 1,6$ и $10\times 2,5$. Выявлено, что годовые кольца лучше видны в отраженном свете.

Отолиты просматривали в сухом виде и в емкости с водой, однако годовые кольца были видны плохо. После замачивания в воде на несколько часов отолит становился прозрачным без признаков годовых колец. Эти методы непригодны для определения возраста люмпена. Наилучший результат дало использование для просветления отолита смеси этилового спирта (96 %) и глицерина (в соотношении 1:1). Для некоторых отолитов было достаточно нанесения просветляющей жидкости в течение нескольких секунд, для других требовалось замачивание на 15–20 минут.

Возраст 128 рыб составил от 0+ до 17+ лет, средний возраст – 7,0 лет.

Заключение

Таким образом, была адаптирована методика определения возраста для данного вида: 1) подсчет годовых колец удобнее проводить по направлению от центра к верхнему, переднему или заднему краю отолита, в том числе на роstrуме; 2) возраст следует определять по целому отолиту без его разлома; 3) для просветления отолитов целесообразно использовать смесь этилового спирта и глицерина (в соотношении 1:1); 4) определение возраста следует проводить в отраженном свете под биноклем при увеличении 10×1,6 и 10×2,5.

Библиографический список

1. Андрияшев А. П. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод. Санкт-Петербург / А. П. Андрияшев, Н. В. Чернова // *Вопр. ихтиологии*. 1994. Т. 34, № 4. С. 435–456.
2. Долгов А. В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценов Баренцева моря / А. В. Долгов ; ПИНРО. Мурманск : ПИНРО, 2016. 336 с.
3. Сивкова В. П. Методические аспекты определения возраста лептоклина пятнистого *Leptoclinus maculatus* по отолитам / В. П. Сивкова, М. Н. Харламова, Т. А. Прохорова. – DOI 10.37614/978.5.91137.487.7.002 // *Проблемы Арктического региона : труды XIX междунар. науч. конф. Студентов и аспирантов (г. Мурманск, 17-18 мая 2022 г.)* / Поляр. геофиз. ин-т [и др.]. Мурманск, 2023. С. 15–20.

Морфо-физиологические характеристики двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 Кольского залива Баренцева моря

Смолькова О. В.¹, Куклина М. М.² (г. Мурманск, ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", ¹лаборатория зообентоса, sm.olj@mail.ru; ²лаборатория орнитологии и паразитологии, kuklina@mmbi.info)

Аннотация. Исследованы морфометрические и биохимические показатели двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* в условиях литорали Кольского залива Баренцева моря.

Abstract. Morphometric and biochemical parameters of *Mya arenaria* have been studied in the Kola Bay intertidal zone of the Barents Sea.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, *Mya arenaria*, литораль Кольского залива, размерно-возрастная структура, белок, гликоген, каротиноиды

Key words: bivalves, *Mya arenaria*, Kola Bay intertidal zone, size and age structure, protein, glycogen, carotenoids

В настоящее время данные о состоянии популяции *Mya arenaria* Баренцева моря очень фрагментарны, а физиолого-биохимические особенности тканей и характер относительного роста малоизучены [1]. Цель работы – оценить морфометрические и биохимические показатели двустворчатых моллюсков *M. arenaria* в условиях их естественной среды обитания (губа Хлебная, Кольский залив Баренцева моря).

Количественный учет моллюсков произведен на литорали во время отлива. В лабораторных условиях измерены длина (L, мм), высота (H, мм) и толщина раковины (D, мм), общая (живая) масса (W, г), масса раковины (W_r , г), мягких тканей (W_m , г) и масса мантийной жидкости (W_w , г). Возраст определен подсчетом годовых колец. Биохимические показатели рассчитаны для печени, мышц, сифона, а также гомогената мягких тканей по стандартным методикам.

Результаты. Поселение *Mya arenaria* расположено в юго-восточной части губы Хлебная [2]. Средняя плотность поселения моллюсков – 67,1 экз/м², биомасса – 974 г/м². Размеры особей варьируют от 30,0 до 91,2 мм при массе тела от 1,5 до 64,5 г и возрасте от 4 до 14 лет. Основную долю (40 %) в поселении составляют моллюски 7–8 лет с длиной раковины

50,0–59,9 мм. Формообразование раковины происходит по принципу слабой отрицательной аллометрии. Прирост длины раковины быстрее, чем высоты и толщины, поэтому раковина имеет уплощенную форму. Прирост общей массы у *M. arenaria* губы Хлебная выше, чем у моллюсков из других географических районов (таблица).

Таблица – Параметры уравнений зависимости общей массы от длины раковины *M. arenaria* разных районов исследования

Район исследования	a	b	Ссылка
Баренцево море (губа Хлебная)	$3.5 \cdot 10^{-4}$	2.08	[2]
Баренцево море (губа Зеленецкая)	$0.6 \cdot 10^{-4}$	3.10	[1]
Баренцево море (губа Ярнышная)	$1.0 \cdot 10^{-4}$	2.90	[1]
Белое море (губа Чупа)	$2.0 \cdot 10^{-4}$	2.86	[3]
Балтийское море (устье р. Варнов)	$1.8 \cdot 10^{-4}$	2.75	[4]
Азовское море (бухта Булганак)	$1.6 \cdot 10^{-4}$	2.90	[5]

Примечание: a и b — параметры уравнения простой аллометрии $y=ax^b$.

Данные по относительным величинам весовых параметров представлены на круговой диаграмме (рисунок 1).

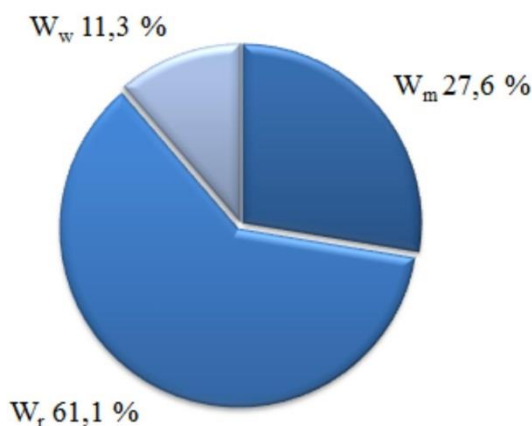


Рисунок 1 – Относительные величины массы раковины (W_r), мягких тканей (W_m) и мантийной жидкости (W_w) от общей массы моллюска

Биохимические показатели гомогената мягких тканей представлены на рисунке 2. Концентрация гликогена в гомогенате, выраженная на сырую ткань, составляет 0,19 %, в мускулах, сифоне и печени варьирует в диапазоне 0,08–0,16 %. Содержание белка в мускулах составляет 12,9 г/л на г сырого веса, в сифоне – 9,1 г/л на г сырого веса.

Результатами химического анализа установлено, что мягкие ткани *M. arenaria* характеризуются высоким содержанием каротиноидов. Наиболее высокая концентрация каротиноидов отмечена в печени – 25,7 мг на г сырого веса.

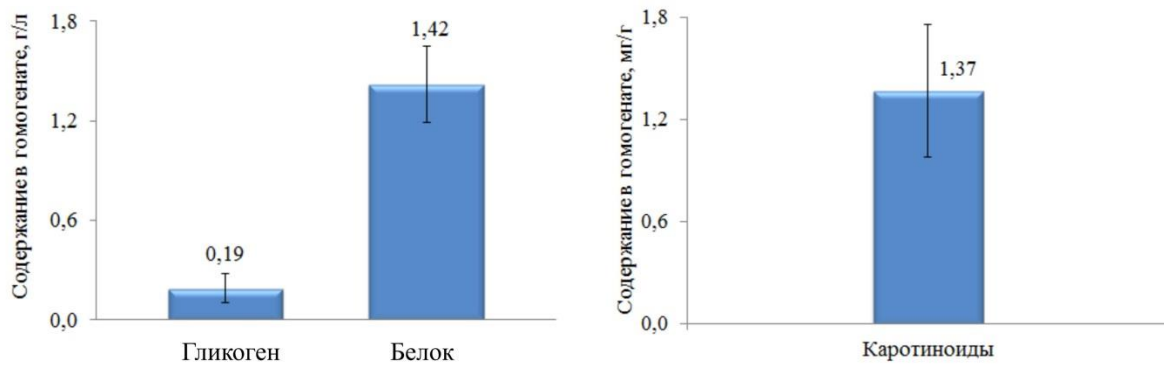


Рисунок 2 – Биохимические параметры тканей двустворчатых моллюсков *M. arenaria* губы Хлебная Кольского залива

Исследования позволили получить информацию о морфо-физиологических характеристиках поселений двустворчатых моллюсков *M. arenaria* в условиях Кольского залива Баренцева моря. Данные могут быть использованы для решения ряда практических задач, связанных с возможностью использования *M. arenaria* в марикультуре.

Работа выполнена в рамках тем гос. задания ММБИ РАН.

Библиографический список

1. Смолькова О. В., Мещеряков Н. И. Двустворчатый моллюск *Mya arenaria* Linnaeus 1758 (семейство *Myidae*) на мелководных участках губ Зеленецкая и Ярнышная Баренцева моря. Особенности аллометрического роста // *Зоологический журнал*. 2023. Т. 102, № 2. С. 141–152. DOI: 10.31857/S0044513423010099.
2. Смолькова О. В., Мещеряков Н. И. Биология двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) Кольского залива Баренцева моря // *Труды Кольского научного центра РАН*. 2022. Т. 3 (12). Сер. Океанология. Вып. 10. С. 86–99. DOI: 10.37614/2307-5252.2022.4.10.009.
3. Максимович Н. В. Особенности экологии и биоэнергетические свойства популяций *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в губе Чупа // *Вестник Ленинградского государственного университета*. Сер. 3: Биология. 1978. № 21. С. 28–36.
4. Schaffer F., Zettler, M. L. The clam siphon as indicator for growth indices in the soft-shell clam *Mya arenaria* // *Helgoland Marine Research*. 2007. V. 61. № 1. P. 9–16. DOI: 10.1007/s10152-006-0049-0.
5. Золотницкий, А. П., Сытник Н. А. Характеристика аллометрического роста песчаной ракушки мии (*Mya arenaria* Linnaeus, 1758) Южной части Азовского моря // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2020. Т. 3, № 3. С. 56–66.

Особенности питания баренцевоморских рыб планктонными ракообразными

Цветкова А. С.^{1,2}, Харламова М. Н.¹ (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра биологии и биоресурсов, ²Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича), sasacvetkova13@yandex.ru, mnkharlamova@yandex.ru)

Аннотация. Проанализированы особенности питания осенью 2020 г. сайки, мойвы и трески в Российской части Баренцева моря; описан вклад в их питание эвфаузиевых раков и пелагических амфипод подотряда Hyperiidae.

Abstract. The feeding habits of cod, capelin and cod in the Russian part of the Barents Sea in autumn 2020 were analyzed; The contribution of euphausian crayfish and pelagic amphipods of the suborder Hyperiidae to their nutrition is described.

Ключевые слова: макрозоопланктон, эвфаузииды, гиперииды, треска, мойва, сайка, питание

Key words: macrozooplankton, Euphausiidae, Hyperiidae, cod, capelin, polar cod, nutrition

Изучали особенности питания осенью 2020 г. трех промысловых видов рыб Баренцева моря: сайки, мойвы и трески. Частью их кормовой базы являются макропланктонные ракообразные, к которым относятся организмы размерами более 10 мм. В Баренцевом море важнейшими представителями этой размерно-экологической группы являются эвфаузииды (Malacostraca: Euphausiidae) и гиперииды (Malacostraca: Hyperiidae). Материалом для исследования послужили пробы макрозоопланктона и содержимое желудков рыб (сайки, мойвы и трески). Макрозоопланктон отбирали притральной сетью, рыб – донным тралом "Campelen" в ходе проведения совместной Российско-Норвежской экосистемной съемки Баренцева моря осенью 2020 г. Пробы были отобраны на 40 станциях в пределах исключительной экономической зоны Российской Федерации (рисунок 1). Последующая камеральная обработка выполнялась в лабораторных условиях в соответствии со стандартными методами [1]. Всего было обработано 40 уловов притральной сети, 150 и 87 желудков сайки и мойвы соответственно, а также 184 желудка трески.

Соотношение видов макропланктонных ракообразных в уловах при-
траловой сети представлено на рисунке 1.

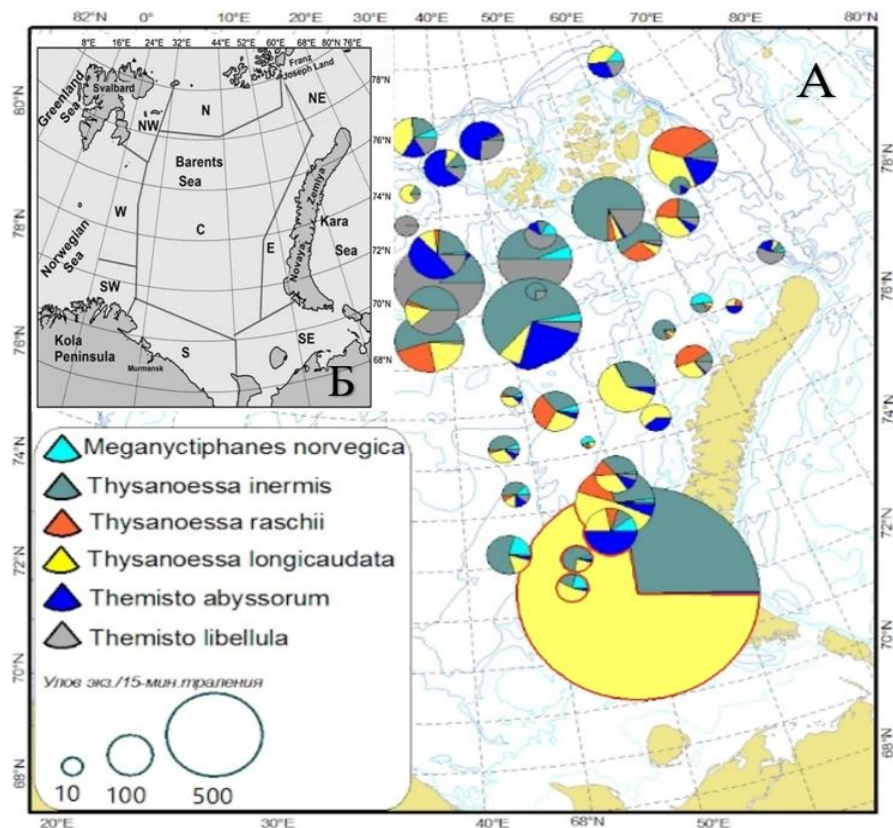


Рисунок 1 – Соотношение видов макропланктонных ракообразных
в уловах притраловой сети, экз./15 мин. траления (А)

Районы Баренцева моря в соответствии с [2]: S – южный, SW – юго-западный,
W – западный, SE – юго-восточный, E – восточный, C – центральный, N – северный,
NW – северо-западный, NE – северо-восточный (Б)

В целом в исследованном районе присутствовали типичные для Баренцева моря представители эвфаузиид и гипериид. Осенью 2020 г. самая высокая численность макрозоопланктона была отмечена в центральном районе моря; максимальная плотность планктона наблюдалась на северном склоне Гусиной банки. В этом районе преобладали холодолюбивые виды *Thysanoessa inermis* и *Themisto libellula*. В северо-восточном районе моря численность макрозоопланктона была ниже, чем в центральном. Там доминировали *T. inermis* и *T. longicaudata*. В восточном районе осенью 2020 г. отмечена самая низкая численность макрозоопланктона. Вклад эвфаузиид и гипериид в питание трех видов баренцевоморских рыб представлен в таблице 1. Гиперииды были обнаружены в желудках всех изученных видов рыб из центрального района Баренцева моря. Наибольший вклад гипериид (51 %) отмечен в питании сайки в северном районе моря. При этом

доля эвфаузиид в желудках сайки была незначительной (1,5 %). Содержание макрозоопланктона в питании мойвы составило максимум 6 % (центральный район).

Таблица 1 – Доля эвфаузиид и гипериид от общего веса пищи в желудках сайки, мойвы и трех размерных групп трески в различных районах Баренцева моря, %

Районы*	Сайка	Мойва	Треска		
			до 30 см	31-75 см	более 76 см
Эвфаузииды					
Восточный	0	0	0	7	0
Центральный	15	6	0	1	5
Северный	1,5	2	**	–	–
Северо-восточный	2	0	0	0	0
Гиперииды					
Восточный	0	0	8	11	0
Центральный	15	5	33	21	18
Северный	51	1	–	–	–
Северо-восточный	14	0	50	19	0

Примечания.* Обозначения районов как на рисунке 1; ** данные отсутствуют

Частота встречаемости гипериид в желудках мелкой трески (длиной до 30 см) в центральном и северо-восточном районах была выше (33 и 50 %), чем в желудках более крупной трески. Треска среднего размера (31–75 см) также питалась гипериидами во всех районах Баренцева моря, за исключением северного. Эвфаузииды были обнаружены в желудках трески любых размеров в незначительных количествах (максимум 7 %).

Библиографический список

1. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Москва: Издательство ВНИРО, 2004. 299 с.
2. Дворецкий В. Г., Дворецкий А. Г. Распределение биомассы зоопланктона в Баренцевом море в 2007 г. // Известия ТИНРО. 2010. №. 161. С. 162–17.

**ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ**

Повышение эффективности тепломеханического и теплообменного оборудования

Столяр А. С. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, *andrei.stolyar.51@mail.ru*)

Аннотация. Выведена соответствующая математическая модель, рассчитывающая оптимальные параметры работы оборудования, а именно, произведен расчет отопительной системы жилого помещения.

Abstract. A corresponding mathematical model has been derived that calculates the optimal operating parameters of the equipment, specifically manufactured, for calculating the heating system of a residential premises.

Ключевые слова: математическая модель, тепломеханическое оборудование, теплообменное оборудование, параметры работы теплообменного оборудования

Key words: mathematical model, thermomechanical equipment, heat exchange equipment, operating parameters of heat exchange equipment

Для подбора теплообменного оборудования с заданными параметрами, необходимо на стадии проектирования вычислить эффективность его использования в заданных исходных условиях [1; 2].

Для дальнейшей автоматизации расчетов и уменьшения вероятности проектных ошибок предлагается использовать соответствующее программное обеспечение "Mathcad"[3–5].

Данное ПО позволит в автоматическом режиме рассчитывать требуемые параметры оборудования, на основе заранее составленной математической модели.

Пример составления математической модели в ПО "Mathcad" для расчета параметров работы теплообменного оборудования (тепловой расчет системы отопления) представлен на рисунке 1.

Расчетные параметры системы отопления

$t_g := 85$ град -температура подающего теплоносителя

$t_0 := 65$ град -температура обратного теплоносителя

$t_p := 20$ град -температура воздуха в помещении

$G_{пр} := 32 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ -расчетный расход воды через отопительный прибор

$q_n := 160 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$ -номинальный тепловой поток радиатора

$\Delta t_n := 70$ град -номинальная средняя разность температур

$B := 80$ мм -расстояние перекрытия прибора строительными конструкциями

$\beta_4 := 1.03$ -коэффициент учета способа установки отопительного прибора

Суммарное понижение температуры воды от теплового пункта до подающей магистрали

$\Sigma \Delta t_m := 0.02 \cdot 21.3 + 0.03 \cdot 4.8 + 0.04 \cdot (1.7 + 1.6 + 3.7 + 4.9 + 3.2 + 3.3) = 1.306$ град

Температура подающей воды на входе в рассматриваемый стояк Ст. 12

$t_1 := t_g - \Sigma \Delta t_m = 83.694$ град

Определим среднюю температуру отопительного прибора и среднюю расчетную разность температур для двухтрубной системы отопления

$t_{cp} := \frac{t_1 + t_0}{2} = 74.347$ град $\Delta t_{cp} := 74.347 - t_p = 54.347$ град

Вычисляем тепловой поток Q_3 от трубопроводов, открыто проходящих в рассматриваемом помещении при разности температур подающей трубы и воздуха 63.7 град., при разности температур обратной трубы и воздуха 45 град.

$Q_3 := (52 \cdot 2.7 + 34 \cdot 2.7) + (69 \cdot 0.5 + 44 \cdot 0.6) = 293.1$ Вт

Определяем расчетный требуемый тепловой поток Q_1 и требуемый тепловой поток $Q_{нт}$ прибора при значении

$n := 0.3$ -эмпирический показатель, зависит от типа и схемы соединения прибора

$p := 0.02$ -эмпирический показатель, зависит от типа и схемы соединения прибора и расхода теплоносителя

$\varphi := \left(\frac{\Delta t_{cp}}{\Delta t_n} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{пр}}{360} \right)^p = 0.686$

$Q_4 := 740$ Вт -тепловой поток выбранного радиатора

$Q_1 := (Q_4 - 0.9 \cdot Q_3) = 476.21$ Вт

$Q_{нт} := \frac{(Q_1 \cdot \beta_4)}{\varphi} = 715.415$ Вт

Определяем требуемое минимальное число секций отопительного прибора, принимая

$\beta_3 := 1$ -коэффициент учета числа секций в отопительном приборе

$N_{мин} := \frac{Q_{нт}}{q_n \cdot \beta_3} = 4.471$

Для обогрева жилого помещения потребуется 5 секций прибора

Рисунок 1 – математическая модель теплового расчета системы отопления

Библиографический список

1. Богословски В. Н., Крупнов Б. А., Сканави А. Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.1. Отопление / под ред. Староверова И. Г. и Шиллера Ю. И. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, ил. (справочник проектировщика). 1990. 344 с.
2. Поколотилов В. В. Пособие по расчету систем отопления. Минск. Собственное издательство, 2006. 142с.
3. Луцко Н. Я., Кавальчук О. Н. Инженерные расчеты в MATHCAD. Учебно-методическое пособие. Минск. 2018. 46 с.
4. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов / БХВ-Петербург, 2007. 356 с.
5. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad 15 / СПб. : Питер, 2011. 402 с.

Достоинство и недостатки ветроэнергетической генерации

Молодцов Д. С., Смирнов В. Г., Николаев В. Г. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, nikviktor1@yandex.ru)

Аннотация. Исследованы главные недостатки и достоинства получения энергии путем использования ветрогенераторов.

Abstract. The main disadvantages and advantages of obtaining energy through the use of wind generators have been studied.

Ключевые слова: ветроэнергетика, энергия, ветрогенератор, альтернативные источники энергии

Key words: wind power, energy, wind generator, alternative energysources

Ветроэнергетика – перспективная отрасль энергетического дивизиона, основывающаяся на процессе перехода кинетической энергии воздушных масс в электрическую, механическую, тепловую или иную форму энергии, востребованную в народном хозяйстве [1–5].

Данное преобразование становится возможно при использовании так называемых ветрогенераторов (для выработки электроэнергии), ветряных мельниц (для преобразования в механическую энергию), парусов (для использования в транспорте) и т. д.

Рассматривая ветроэнергетику более подробно, можно выделить ряд преимуществ относительно других областей энергетики.

1) Экологичность. Работа оборудования, участвующего в технологическом процессе выработки той или иной энергии, не сопровождается выбросом вредных веществ в атмосферу. При соблюдении требований охраны труда и культуры безопасности воздействие на оперативный и ремонтный персонал минимально.

2) Доступность. Ветер является альтернативным источником энергии и относится к так называемым возобновляемым ресурсам. Его наличие напрямую зависит от солнца.

3) Конкурентное преимущество. Энергия ветра является альтернативой энергии распада ядра. Применяющие данные виды энергии отрасли находятся в конфронтации за лидирующие позиции. При этом атомные электростанции потенциально опасные объекты, при авариях на которых могут возникать угрозы безопасности и здоровья человечества.

4) Перспективность. Развитие данной области энергетики идет нарастающими темпами. Новые открытия и научно-технический прогресс позволяют постоянно совершенствовать оборудование и раскрывать потенциал ветроэнергетики.

5) Простота управления и технического обслуживания. Оборудование поддается точному регулированию, в зависимости от природных условий и диспетчерских ограничений. Техническое обслуживание, осуществляемое квалифицированными специалистами, не занимает много времени и не требует повышенных трудозатрат.

6) Экономический эффект. Ветроэнергетика несет стабильные затраты на оборудование, при этом расценки на электроэнергию постоянно увеличиваются, тем самым делая отрасль экономически выгодной.

Не смотря на большое количество положительных моментов, ветроэнергетика имеет ряд негативных аспектов.

1) Отсутствие возможности стабильно выполнять диспетчерские заявки. На некоторых участках суши и в определенные сезоны годасилыветра-можетоказатьсянедостаточнодля выработки необходимого количества электроэнергии.

2) Высокие первоначальные затраты.

3) Территориальная ограниченность. Не все регионы Земли подходят для строительства ветроэнергетических комплексов. Подбор местности осуществляется на основе высокоточных расчетов.

4) Относительно не высокий объем вырабатываемой энергии.

Библиографический список

1. Ветроэлектродгенераторы. Кривцов В. С., Олейников А. М., и др. 2003.
2. Дробышев А. Д. Потенциальные возможности солнечно-ветровой энергетики в аграрных районах Краснодарского края // Аграрная география в современном мире: сб. науч. тр. / под ред. В.Н. Тюрина. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2014. С. 241–244.
3. Шефтер Я. И. Использование энергии ветра // М., Энергоатомиздат, 1983, 199 с
4. Kaltschmitt M., Wiese A., Steicher W. Renewable energy: technological foundations economic and environmental aspects // Berlin, Heidelberg, New York: Springer. 2007. P. 295–308.
5. Kishore V. V. N. Renewable energy Engineering & technology: a Knowledge Compendium // Teri Press, New Delhi. 2008. P. 445–501.

О моделировании ветроэнергетических установок в электроэнергетической системе

Лазарева М. А., Минин В. А. (*г. Апатиты, Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, m.celischeva@ksc.ru*)

Аннотация. Генерация ветровой энергии является одним из самых перспективных и экологически чистых методов производства электроэнергии. Эффективная интеграция ветроэлектростанции в электроэнергетическую систему требует тщательного моделирования и анализа их работы. В данной статье исследуется гибридный подход моделирования ветроэнергетических установок в рамках электроэнергетических систем.

Abstract. Wind energy generation is one of the most promising and environmentally friendly methods of electricity production. Effective integration of wind farms into the electric power system requires careful modeling and analysis of their operation. This article explores a hybrid approach to modeling wind power plants within the framework of electric power systems.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, электроэнергетическая система, ветроэнергетическая установка, гибридное моделирование

Key words: renewable sources of energy, electric power system, wind turbine, hybrid modeling

В настоящее время среди возобновляемых источников энергии (ВИЭ) ветроэнергетика является одним из самых быстро развивающихся секторов энергетики и занимает одну из лидирующих позиций в мире. В период с 2004 по 2022 год по данным международного агентства по ВИЭ объем установленной мощности ветроэнергетических установок (ВЭУ) увеличился в 18,8 раза. В течение последних лет ВЭУ, объединенные в мощные ветроэлектростанции (ВЭС), стали неотъемлемой частью электроэнергетических систем (ЭЭС) в многих странах мира. Несмотря на достаточно глубокое изучение ВЭС и ЭЭС, комплекс вопросов, связанных с режимами работы ВЭС в составе ЭЭС остается актуальным.

Для успешного решения всевозможных задач, связанных с исследованием, проектированием и эксплуатацией ЭЭС, которые содержат в себе ВЭС, необходимо обладать полной информацией о режимах работы, происходящих как в оборудовании ВЭС, так и ЭЭС в целом. Важно понимать, что реальные ВЭС объединяют в себе десятки ВЭУ, подключенных к общей системе электроснабжения, и применение упрощенных моделей для

их анализа недостаточно для получения полной информации об их динамике. Более того, выработка энергии отдельными ВЭУ разнится из-за неравномерности распределения скорости ветра, различий в рельефе местности и прочих факторов. Однако из-за ограничений на проведение полномасштабных физических экспериментов в реальных условиях основным методом получения необходимой детальной и достоверной информации основным способом ее получения является математическое моделирование.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что получение необходимые данные является возможным при использовании комплексного подхода, представляющего собой всережимное гибридное моделирование ВЭС в составе ЭЭС в реальном времени и на неограниченном интервале [1]. С учетом структуры и специфики функционирования ВЭУ применяется следующая структура моделирования:

1) Аналоговый уровень моделирования описывает важные процессы в электрооборудовании при помощи дифференциальных уравнений. Для их решения применяется метод непрерывного неявного интегрирования [2] в режиме реального времени. Аналоговое решение уравнений позволяет избежать разбиения режимов и процессов, упростить математические модели и избежать проблем сходимости численных решений [3].

2) Физический уровень моделирования представляет широкий спектр коммутационных процессов, которые возникают в оборудовании. Для их воспроизведения используются цифруправляемые физические модели на базе цифруправляемых аналоговых ключей. Также для обеспечения взаимодействия между аналоговым и физическим уровнями, необходимо осуществлять преобразование математических величин входных и выходных токов в соответствующие физические токи модели [3];

3) Цифровой уровень моделирования охватывает сложное вспомогательное оборудование. Для их воспроизведения на данном уровне моделирования часто используются методы численного интегрирования, а результаты решений затем вводятся в аналоговый уровень с помощью соответствующих средств цифро-аналогового преобразования. Кроме того, на цифровом уровне реализуется задание параметров моделируемого оборудования, а также процессы обработки и передачи информации между различными уровнями моделирования и пользователями путем использования аналого-цифровых преобразователей. Использование цифрового подхода обеспечивает гибкость в формировании необходимых систем

автоматического управления, а также эффективность осуществления всех необходимых информационно-управляющих функций и процессов регулирования.

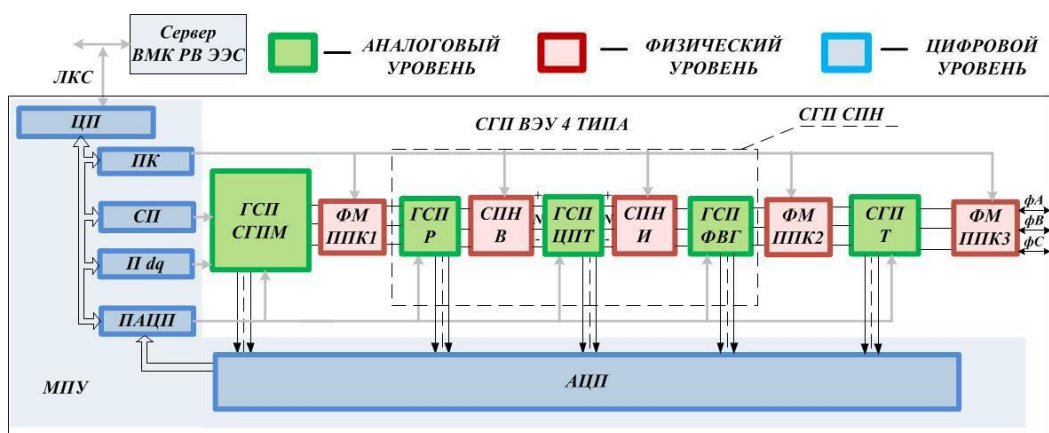


Рисунок 1 – Структурная схема ВЭУ [4]

Данный метод всережимного моделирования позволит получить информацию с высокой точностью и в реальном времени, как при квазиустановившихся, так и при переходных процессах.

Библиографический список

1. Разживин И. А., Рубан Н. Ю., Аскарлов А. Б., Уфа Р. А. Разработка программно-технических средств моделирования ветроэнергетической установки 4 типа. Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. № 1. С. 183–194.
2. Груздев И. А. Применение аналоговых вычислительных машин в энергетических системах. Методы исследования переходных процессов / И. А. Груздев, К. П. Кадомская, Л. А. Кучумов. М. : Энергия, 1970. 400 с.
3. Уфа Р. А. Полигон для тестирования алгоритмов автоматического вторичного регулирования частоты и активной мощности в энергосистеме / Р. А. Уфа, А. С. Васильев, А. С. Ропперт, И. А. Разживин // iPolytechJournal. 2019. № 23(5). С. 986–998.
4. Разработка физической модели статического преобразователя напряжения ВЭУ 4 типа в рамках гибридного подхода / И. А. Разживин, Н. Ю. Рубан, А. А. Суворов [и др.] // Интеллектуальная электротехника. 2020. № 1(9). С. 85–97. DOI 10.46960/2658-6754_2020_1_85. EDN IUXNZG.

Стратегии профилактики при повышенной концентрации радона: опыт и перспективы

Николаева Е. В., Николаев С. В. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, 89537562801@yandex.ru, qwery-1990@yandex.ru)

Аннотация. Ионизирующие источники в окружающей среде представляют серьезную угрозу для здоровья человека, среди которых выделяется радон. В данной статье проводится краткий обзор существующих профилактических мер, направленных на снижение дозовой нагрузки при высокой концентрации радона в помещении. Также рассматриваются перспективные методы профилактики.

Abstract. Ionizing sources in the environment pose a serious threat to health, and Radon is a noticeable problem. This article presents a brief overview of existing preventive measures aimed at reducing the effects of radiation in internal spaces with high concentrations of radon. In addition, prospective methods are investigated.

Ключевые слова: радон, профилактика, дозовая нагрузка, природные источники излучения

Key words: radon, prevention, dose load, natural sources of radiation

Радон, невидимый и бесцветный радиоактивный газ, образуется при распаде урана и тория в почве. Главный источник радона – почва, высвобождающая его в атмосферу. Радон может проникнуть в дома через трещины и щели, оставаясь незаметным, но потенциально опасным. Концентрация радона в помещении зависит от географии, геологии, типа почвы, материалов строения, архитектуры и вентиляции. В регионах с высоким содержанием урана и тория в почве концентрация радона может быть выше, а погодные условия, особенно в холодные периоды, могут усилить его наличие внутри помещения. В регионах с неблагоприятным климатом в вечернее время концентрация радона внутри помещений в среднем в 8 раз выше, чем снаружи [1].

Радон и его дочерние продукты распада (ДПР), оказывают влияние на развитие рака легких и занимают второе место по после курения. От воздействия радона фиксируется от 3 % до 14 % всех случаев рака легких. В странах, таких как Норвегия, Чехия, Финляндия, Франция и Ирландия, годовая смертность от радон-индуцированного рака легких колеблется от 150 до 2913 случаев. В России отсутствуют официальные данные о вкладе радона в смертность от рака легких, но расчеты показывают, что

среди 65 тыс. ежегодных случаев заболевания, от 10 000 до 20 000 случаев могут быть связаны с радоном и его продуктами распада [2].

В Мурманской области высокий уровень ионизирующего излучения (73,34 % от общей дозы) обусловлен естественными источниками. Средняя индивидуальная годовая эффективная доза в 2021 году составила 2,985 мЗв/год на жителя. Внутреннее облучение от радона и его дочерних продуктов (1,459 мЗв/год) составляет примерно 35,85 % общей дозы от естественных источников излучения [3].

Изучена работа Мелентьева Г. Б., по радиологической оценке, Карело-Кольского района. В ходе выборочного обследования 78 помещений в Мурманске, включая 26 зданий детских, общественных и административных учреждений, определено, что большинство из них безопасны. Однако до 10% зданий, таких как Мурманская городская администрация, Детский дом № 7, Кукольный театр и другие, признаны потенциально радоноопасными. Автор статьи описывает установление эмпирической зависимости между дозами облучения и уровнями радиоактивности минерального сырья в Кольском регионе. Максимальные значения объемной активности радона обнаружены в Кировске (260 Бк/м³) и пос. Ревда (245 Бк/м³), особенно в подвалах (278 Бк/м³ и 478 Бк/м³ соответственно), обусловленные локализацией ГОКов. В г. Апатиты зафиксированы промежуточные значения между уровнями в пос. Ревда и г. Кировске. Города без рудных объектов, например, Кандалакша и Мурманск, имеют уровни эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА), не превышающие 100 Бк/м³ [4].

Проанализировав специальную литературу и сложившиеся практики, были выделены следующие рекомендации по профилактике воздействия радона на население, находящихся внутри помещений:

- Радиационно-гигиенический мониторинг на потенциально радоноопасных территориях: детектирование (радоновые ловушки) влияет на раннее выявление проблемы, оценку риска, контроль за соблюдением стандартов, санитарно-просветительскую работу.

- Использование детекторов-извещателей: рекомендуется в случае ранее зафиксированных случаев превышения концентрации радона в помещении. Детектор сигнализирует о превышении уровня радона в помещении.

- Санитарно-просветительская работа среди населения: проводится для освещения вопросов радиационной безопасности, предоставления информации о методах контроля и снижения уровня радона, а также для обучения правильным практикам обеспечения безопасности внутри помещений.

- Организация системы вентиляции: профессиональная оценка и обновление систем вентиляции помогут эффективному удалению радона из помещений. Обеспечение правильной циркуляции воздуха способствует снижению концентрации радона и обеспечивает здоровые условия для проживания.

- Герметизация трещин и щелей: рекомендуется в случае выявления проблем с проникновением радона через трещины в фундаменте или стенах. Профессиональная герметизация поможет предотвратить проникновение радона из почвы в помещение, обеспечивая дополнительный уровень защиты от потенциально опасного воздействия.

К перспективным методам профилактики накопления радона в помещениях можно отнести разработку и внедрение новых технологий для обнаружения и контроля уровня радона в помещении, а также эффективных систем вентиляции [5].

На данном этапе в России наблюдается недостаток санитарно-просветительской работы среди населения на темы, посвященные радиационной безопасности. Расширение осведомленности об опасностях радона и методах снижения его концентрации внесет некоторый вклад в уменьшение воздействия радона и его ДПР на население.

Библиографический список

1. Белишева Н. К. Вклад техногенных и природных источников ионизирующего излучения в структуру заболеваемости населения мурманской области / Н. К. Белишева, Н. А. Мельник, Ю. В. Балабин, Т. Ф. Буркова, Л. Ф. Талыкова // Вестник Кольского научного центра РАН. 2013.
2. Маренный А. М. О проблеме обеспечения защиты населения России от природных источников ионизирующего излучения / Маренный А. М., Киселев С. М., Семенов С. Ю. // *Medicine of Extreme Situation*. 2019. 21(3).
3. Министерство природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды мурманской области в 2022 году. URL: clck.ru/36wTk6.
4. Мелентьев Г. Б. Естественная радиоактивность редкометалльно специализированного минерального сырья и урбанизированных территорий карело-кольского региона как фактор их радиоэкологической оценки / Г. Б. Мелентьев // Труды Карельского научного центра РАН. 2021. № 2. С. 27–43
5. Грязнов С. Ю. Проблема противорадионной защиты зданий при строительстве и эксплуатации / С. Ю. Грязнов // Международный научный журнал "Синергия наук".

Использование источников альтернативной энергии в Мурманской области

Комков Д. М.¹, Кузнецов Н. М.² (г. Апатиты, ¹филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра горного дела, наук о Земле и природообустройстве, xc_xc_95@bk.ru, ²Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, n.kuznetsov@ksc.ru)

Аннотация. В статье представлен обзор источников альтернативной энергии Мурманской области. Наиболее перспективным источником альтернативной энергии является энергия ветра. Для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей отдаленных районов могут применяться мобильные гибридные электростанции.

Abstract. The article presents an overview of alternative energy sources in the Murmansk region. The most promising source of alternative energy is wind energy. Mobile hybrid power plants can be used to ensure uninterrupted power supply to consumers in remote areas.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, энергия приливов, солнечная энергетика, мобильные гибридные электростанции

Key words: renewable energy sources, wind power, tidal energy, solar energy, mobile hybrid power plants

Энергетика Мурманской области в значительной мере базируется на привозном топливе: ядерном горючем, нефтепродуктах, угле. Однако область располагает значительным потенциалом возобновляемых источников (гидроэнергия, приливы, ветер, солнце), наиболее перспективным направлением является развитие ветроэнергетики [1].

Высокая стоимость установки и строительства ветроустановок, а также необходимость в развитой инфраструктуре определяют необходимость выполнения технико-экономической оценки возможного участия ветровых электростанций в покрытии графика электрической нагрузки [2]. К преимуществам ветроэнергетики относятся низкие эксплуатационные затраты и отсутствие выбросов вредных веществ в окружающую среду. Масштабным примером использования энергии ветра для производства электроэнергии является Кольская ветро-электростанция (ВЭС). После завершения строительства на Кольском полуострове ветропарка мощностью 200,97 МВт установ-

ленная мощность электростанций энергосистемы, работающих на возобновляемых источниках энергии (каскады гидроэлектростанций, Кольская ВЭС) составляет 47 % [3]. Оборудование Кольской ВЭС разработано с учетом специфики работы при крайне низких температурах. Лопасти ветроустановок имеют системы, которые позволяют заблаговременно определить риск возникновения наледи и в автоматическом режиме остановить их вращение. Еще одним примером применения ВЭС в нашем регионе является ветроэнергетическая установка на базе производственной площадки "Greenhouse", расположенной в городе Кола. На площадке предприятия в 2015 г. установлен ветрогенератор мощностью 500 кВт. Доля электроэнергии, вырабатываемой генератором, составляет до 60 % от всего объема потребления предприятия [4].

Энергия приливов также является одним из источников альтернативной энергии в Мурманской области. Примером использования ПЭС в области является Кислогубская ПЭС, построенная наплавным способом (без перемычек), что позволило сэкономить при строительстве до 43 % капитальных затрат [5]. Проведенные исследования последних лет позволяют оценить стабильную экологическую ситуацию в губе Кислой.

Годовое поступление солнечной энергии в Мурманскую область относительно невелико, но энергия солнца является одним из источников альтернативной энергии, которая получается благодаря преобразованию солнечного света в электрический ток (в случае солнечных батарей) или прямому использованию тепла, нагревая жидкости или газы через солнечные коллекторы. Солнечная энергия является одним из наиболее экологически чистых источников энергии. Возможная выработка солнечной энергии с помощью солнечных батарей в районе Тик-Губы Мурманской области приведена в таблице 1. Коэффициент полезного действия солнечных батарей при расчетах принят 15 %. Анализ таблицы показывает, что обеспечение потребителей электроэнергией только за счет солнечной энергии возможно с апреля по август. В эти месяцы солнечные батареи выдают достаточно энергии для нормальной работы потребителей.

Источники альтернативной энергии не способны бесперебойно обеспечивать потребителей отдаленных районов. Решением данной проблемы может являться использование гибридных электростанций [6].

Таблица 1 – Выработка солнечных батарей, кВт-ч/мес.

Мощность, Вт	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
1000	8,7	16,8	23,8	27,0	26,0	17,0	7,5
1200	10,4	20,2	28,6	32,4	31,2	20,4	9,0
1400	12,1	23,6	33,4	37,8	36,4	23,8	10,5
1600	13,9	26,9	38,1	43,2	41,6	27,2	12,0
1800	15,6	30,3	42,9	48,6	46,8	30,6	13,5
2000	17,3	33,7	47,7	54,0	52,0	34,0	15,0
2500	21,7	42,1	59,6	67,5	65,0	42,5	18,8
3200	27,7	53,9	76,3	86,4	83,2	54,4	24,0

Примечание. Умеренный режим 10–30 кВт*ч/месяц, базовый режим, 30–50 кВт*ч/месяц, комфортный режим 50-70 кВт*ч/месяц.

Библиографический список

1. Минин В. А. Потенциал и перспективы использования возобновляемых источников энергии Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. Сер. Технические науки. 2022. Т. 13, № 3. С. 21–31. DOI: 10.37614/2949-1215.2022.13.3.002. EDN: VMPLX.
2. Минин В. А. Оценка эффективности совместной работы дизельных электростанций с ветроэнергетическими установками / В. А. Минин, А. А. Рожкова // Электрические станции. 2014. № 6(995). С. 29–32. EDN: SJNEQJ.
3. Кузнецов Н. М., Минин В. А., Селиванов В. Н. Развитие Кольской энергосистемы в интересах горнопромышленного комплекса Мурманской области // Горный журнал. 2020. № 9. С. 96–100. DOI: 10.17580/gzh.2020.09.14. EDN: LZRJSN.
4. Кузнецов Н. М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН. 2020. 92 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.434.1.
5. Кузнецов Н. М. Коновалова О.Е. Развитие распределенной энергетики в Мурманской области // Фундаментальные исследования. 2021. № 5. С. 122–127. DOI: 10.17513/fr.43049. EDN: YCTFFG.
6. Григораш О. В., Денисенко Е. А., Грищенко Д. Н., Барышев П. М. Мобильные ветро-солнечные электростанции: состояние, перспективы и особенности проектирования // Вестник ЮУрГУ. Серия "Энергетика". 2023. Т. 23, № 1. С. 48–55. DOI: 10.14529/power230105. EDN: CRODXG.

Эффективность использования мусоросжигательных электростанций в Мурманской области

Дорофеева А. Е. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, *dorofeevaanastasia0@gmail.com*)

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы переработки и утилизации отходов в Мурманской области, а также предложено решение проблемы методом утилизации отходов путем производства вторичного топлива для получения энергии на действующей ТЭЦ в г. Апатиты, а также метод газификации ТБО с получением синтез-газа.

Abstract. The article considers the problems of waste processing and disposal in the Murmansk region, and also proposes a solution to the problem by waste disposal by producing secondary fuel for energy production at an operating CHP plant in Apatity, as well as a method of solid waste gasification to produce synthesis gas.

Ключевые слова: мусоросжигательная электростанция, твердые бытовые отходы, утилизация отходов

Key words: incineration plant, solid household waste, waste disposal

По данным доклада Правительства Мурманской области [1] за 2021 год в Заполярье ведется активное внедрение сортировки отходов, процент захоронения в 2021 году снизился до 73 %. Извлекается 11 % фракций для вторичной переработки и 16 % направляются на энергетическую утилизацию [2]. До этого момента твердые коммунальные отходы (80 %) направлялось на захоронение.

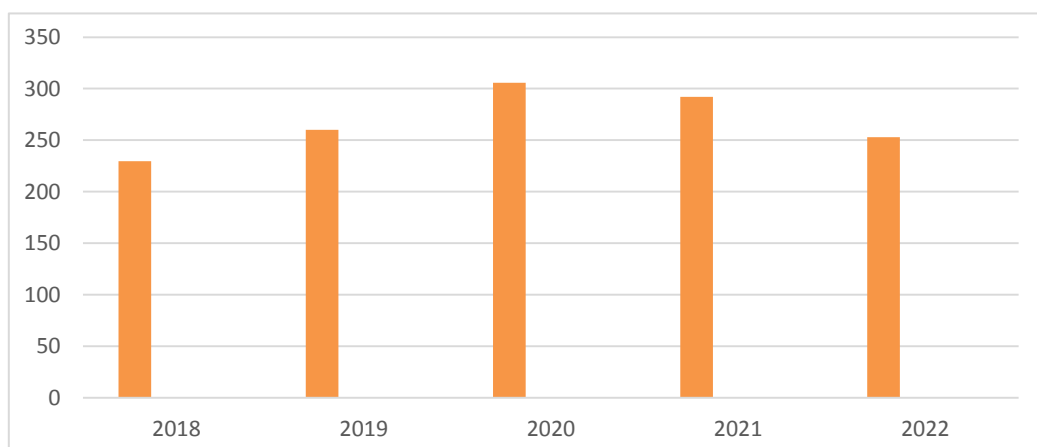


Рисунок 1 – Динамика образования отходов производства и потребления в Мурманской области, млн тонн

По представленным данным можем сделать вывод о том, что большая часть отходов идет на захоронение, которые могут привести к следующим проблемам: 1) загрязнение и захламление земель; 2) загрязнение водоемов фильтратом; 3) выделение биогаза, содержащий метан и углекислый газ, который приводит к изменению климата и самовозгоранию полигонов.

В Мурманской области для решения проблемы накопления мусора создали мусоросжигательный завод, который не только сжигает мусор, но и отапливает жилые дома. По данным завода в Мурманске было переработано около 1,6 млн тонн мусора, получив 1,2 млн Гкал тепловой энергии [3]. Для качественного разделения мусора в Мурманской области открыли экотехнопарк в Междуречье, который сортирует мусор.

Но несмотря на это мусор до сих пор продолжают захоронять. Причиной захоронения является недостаточность реализации раздельного сбора мусора и дополнительного финансирования на мусоровозы для раздельного сбора мусора, перевозку мусора и контейнеры.

Мы предлагаем утилизировать отходы путем производства вторичного топлива для получения энергии на действующей ТЭЦ в г. Апатиты. Для производства данного вида топлива необходимы фракции твердых бытовых отходов (ТБО) с высокой теплотой сгорания, например, бумага, текстиль, древесина, пластмасса [4]. Производство альтернативного топлива (АТ) будет содержать процессы сепарации (сортировки), измельчения, сушки. Для сжигания АТ возникнет необходимость в газоочистном оборудовании. Также мы хотим предложить еще один способ утилизации отходов – газификацию ТБО с получением синтез-газа и использованием его в качестве топлива в паросиловом цикле [5–7]. Процесс получения энергии при помощи синтез-газа в качестве топлива: 1) подача топлива на ТЭЦ автотранспортом; 2) получение синтез-газа в газификаторе, который включает в себя реактор, циклон, охладитель, синтез-газ, с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС); 3) окисление топлива воздухом с выделением тепла (800–850 °С); 4) газ направляется из циклона в газоохладитель, твердые частицы опускаются на дно реактора; 5) удаление шлака в нижней части реактора; 6) охлаждение синтез-газа; 7) поступление газа в газовый фильтр для очистки; 8) поступление очищенного газа в паровой энергетический котел, который сжигается как энергетическое топливо.

Библиографический список

1. Правительство Мурманской области: сайт. URL: <https://gov-murman.ru/region/environmentstate/> (дата обращения: 04.10.2023). Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2022 году. Режим доступа: открытый. Текст: электронный;
2. Правительство Мурманской области: сайт. URL: <https://gov-murman.ru/info/news/428736/> (дата обращения: 10.10.2023). – Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2022 году. Режим доступа: открытый. Текст: электронный;
3. Завод по термической обработке твердых бытовых отходов: сайт. URL: <http://zavodtotbo.ru/> (дата обращения: 10.10.2023). Режим доступа: открытый. Текст: электронный;
4. Бернадинер И. М., Александрова Е. Ю. Использование отходов как альтернативного топлива в цементной печи // Твердые бытовые отходы. 2017. № 11. С. 22–25;
5. Шабуров Е. Л., Федюхин А. В., Ипполитов В. А. Расчет режимных параметров установки газификации ТБО // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. № 3. С. 38–4. DOI: 1018721 / JEST. 240303.
6. Затрудников Р. Ш., Негутуров В. Н., Малыхин Д. Г., Сеначин П. К., Никишанин М. С., Филипченко С. А. Подготовка и газификация твердых бытовых отходов в двухзонных газогенераторах прямого процесса, работающих в составе мини-ТЭЦ и комплексов по производству синтетических жидких топлив // Ползуновский вестник. 2013. № 4/3. С. 47–62;
7. Бернадинер И. М. Бернадинер М. Н. Высокотемпературная переработка отходов. Плазменные источники энергии // Твердые бытовые отходы. 2011. № 4. С. 16–19.

Подход к оценке состояния электрооборудования подстанции с использованием тепловизионного обследования

Дорофеева А. Е., Морозов И. Н. (г. Анапиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Анапиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, *dorofeevaanastasia0@gmail.com*, *morozov@arcticsu.ru*)

Аннотация. В статье рассматривается применение тепловизора NEC 7102WV для определения неисправностей электрооборудования на подстанции ПС-112 Мурманского филиала ПАО "Россети Северо-Запад".

Abstract. The article discusses the use of the NEC 7102WV thermal imager to detect electrical equipment malfunctions at the PS-112 substation of the Murmansk branch of PJSC "Rosseti North-West".

Ключевые слова: тепловизор, термография, диагностика, локальный перегрев, ограничитель перенапряжения

Key words: thermal imager, thermography, diagnostics, local overheating, surge limiter

Применение новых устройств для диагностики и контроля электрооборудования позволяет заранее определять поломки и предупреждать о их возникновении [1]. Одним из таких устройств и является тепловизор. Метод контроля и диагностики электрооборудования и электроустановок при помощи тепловизора или других похожих устройств называется инфракрасная-термография (ИК-термография). Плюсами такого метода являются: 1) проверка электрооборудования без выведения его из работы; 2) безопасность персонала; 3) своевременное предупреждение о поломке; 4) простота использования.

С течением времени у множества электроустановок ухудшается состояние, которое возникает из-за воздействия температур, которое приводит к ослаблению контактов и дальнейшему росту нагрева [2].

Наша статья нацелена на изучение теплового излучения электрооборудования при его повреждении с помощью тепловизора. Для изучения была взята подстанция (ПС) ПС-112 Мурманского филиала ПАО "Россети Северо-Запад". Цель изучения – выявление повреждений электрооборудования подстанции и обнаружение причин повреждения с последующим устранением.

Задачи для достижения цели: 1) осмотреть электрооборудования подстанции с помощью тепловизора NEC 7102WV; 2) оценить результаты и предложить решения проблемы.

ИК-термографию проводят перед плановыми ремонтами, либо для определения текущего состояния оборудования. Своевременная диагностика позволяет выявлять возможные повреждения, которые могли бы вывести электрооборудования из работы, и, следовательно, к дополнительным затратам [3; 4].

На рисунке 1 представлен ограничитель перенапряжения (ОПН) на 150 кВ. На рисунке 1 слева изображена термограмма ОПН, где был выявлен перегрев ОПН на фазе "А", предполагается внутренний дефект ОПН-150 трансформатора (Т) Т-2 фазы "А".

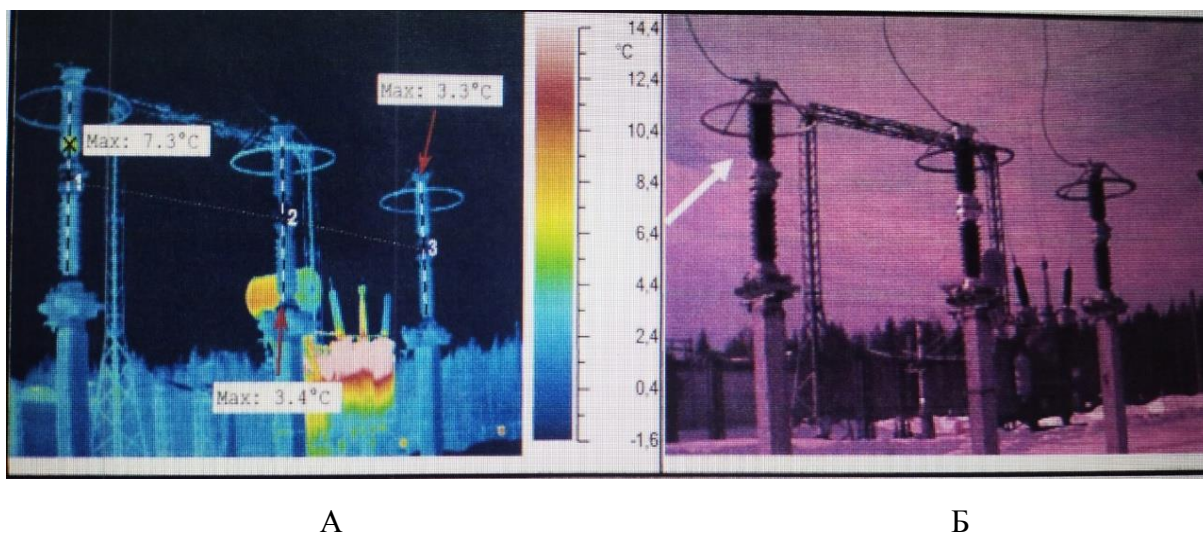


Рисунок 1 – Ограничитель перенапряжения (А – термограмма, Б – фотография)

По представленной термограмме и фотографии можно отремонтировать место повреждения ограничителя перенапряжения. По результатам обследования составляется план технического обслуживания.

Проведенный метод диагностики ПС-112 Мурманского филиала ПАО "Россети Северо-Запад" показал необходимость замены ограничителя перенапряжения, в котором наблюдается перегрев на фазе "А", а также вывод в ремонт трансформатора Т-2.

Библиографический список

1. CYBERLENINKA: научная электронная библиотека: сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-oborudovaniya-podstantsii->

s-ispolzovaniem-ik-termografii/viewer (дата обращения 20.10.2023). Режим доступа: открытый. Текст: электронный.

2. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие / А. Е. Сидоров, О. Ю. Маркин, Л. В. Долomanюк и др. Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. 126 с.

3. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования / под общ. ред. Б. А. Алексеева, Ф. Л. Когана, Л. Г. Мамиконянца. 6-е изд., с изм. и доп. М. : Издательство НЦ ЭНАС, 2004. 256 с.

4. РД 153-34.0-20.363-99. Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ: утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 14.12.99 г. : Разработано Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС". Исполнители С. А. Бажанов, А. В. Кузьмин, М. А. Вихров. Дата введения 2000-06-01.

Возможности эксплуатации ветряных электростанций в качестве источника горячего водоснабжения на базе города Мурманск

Куюкин А. И., Сергиянский Е. В. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, alexanderkuyukin@yandex.ru, sergiyanskyev@arcticsu.ru)

Аннотация. Рассчитаны возможности эксплуатации ветряных электростанций, для обеспечения населенных пунктов горячим водоснабжением, взамен традиционным тепловым станциям.

Abstract. The possibilities of operating wind power plants to provide settlements with hot water supply, instead of traditional thermal power plants, are calculated.

Ключевые слова: ветрогенератор, ветряные электростанции, зеленая энергетика, зеленое тепло, горячее водоснабжение, проточные и накопительные водонагреватели

Key words: wind generator, wind power plants, green energy, green heat, hot water supply, flow and storage water heaters

В основном для того, чтобы обеспечить население отоплением и горячей водой, используются котельные или теплоэлектростанции (ТЭЦ), использующие в качестве топлива природные ресурсы (мазут, уголь, природный газ), которые, в процессе производства тепловой энергии, выбрасывают в атмосферу огромное количество парниковых газов.

Предложено использовать электрическую энергию, получаемую от ветроэнергетических установок (ВЭУ), для электрических водонагревателей, чтобы обеспечить горячего водоснабжение (ГВС), в качестве основного источника тепловой энергии, а котельные и ТЭЦ перевести в резерв, на случай возможных аварийных ситуаций.

За основу вычислений, возьмем планируемую мощность Кольской ветряной электростанции (ВЭС), которая равна приблизительно 201 МВт в сутки или 8375 кВт·ч, а количество турбин равно 57 штук, получим, что на 1 ветрогенератор приходится порядка 146.93кВт·ч [1].

Норматив по горячему водоснабжению Мурманской области от 01.07.2016 № 106 составляет около 3.25 м³ на 1 человека в месяц [2]. Для удобства переведем данную величину в л/ч, получим около 4.52 л/ч на 1 человека. На 1 января 2023 года, в городе Мурманск проживает 267422 человека, таким образом необходимо обеспечить в среднем 1208747.5 литров горячей воды на человека в час.

В качестве способа нагрева таких объемов воды, можно использовать промышленные электрические проточные нагреватели, либо накопительный нагреватель, в обоих случаях, система водоснабжения будет замкнута, и в нее будет добавляться новая вода в случае уменьшения расхода и также подогреваться до необходимых температур. В таблице 1 представлены сравнительные характеристики нагревателей [3; 4].

Таблица 1 – Сравнительные характеристики нагревателей

Тип водо-нагревателя	Модель	Производительность, л/ч	Мощность, кВт·ч	Стоимость, тыс.р.
Проточный	Эван ЭПВН-84	2100	84	282.4
Накопительный	РБ 10000Е	10000	90	1699.2

При выборе проточного нагревателя, на количество населения города Мурманск, необходимо затратить 162.7 млн рублей на закупку 576 штук, а также обеспечить необходимую им мощность в размере 48384 кВт·ч, которую смогут произвести 330 ВЭУ. Для накопительного нагревателя будет затрачено 205.6 млн рублей на 121 нагреватель, общей мощностью 10890кВт·ч, которая будет обеспечена 75 ветрогенераторами. На рисунке 1 представлена схема горячего водоснабжения за счет ВЭУ посредством накопительного водонагревателя.

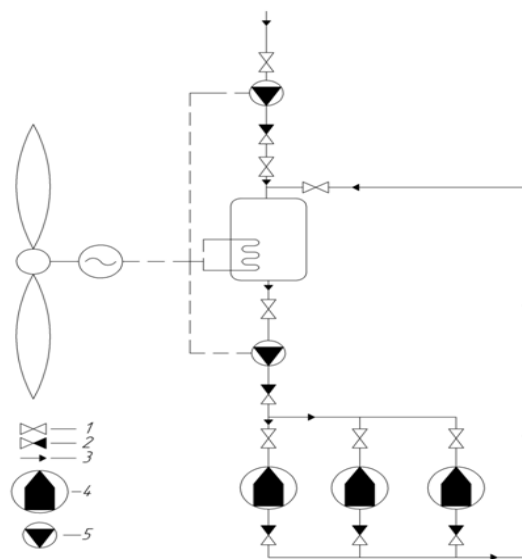


Рисунок 2 – Схема ГВС за счет ВЭУ

- 1 – запорная арматура; 2 – обратный клапан; 3 – путь жидкого теплоносителя;
4 – потребитель; 5 – насос

Пунктирной линией показана линии электросети. Схема для проточного водонагревателя будет аналогична, кроме того, что будет отсутствовать насос после нагревателя.

К тому же, примем во внимание, что 1 накопительный водонагреватель сможет обеспечить ГВС до 11 девятиэтажных домов (при среднем количестве жителей в 1 доме в 200 человек), в то время как проточный сможет обеспечить всего около 2.5 домов.

Стоимость Кольской ВЭС на момент 2015 года была около 20 млрд рублей. Получается, что чтобы обеспечить город Мурманск "зеленым" теплом, необходимо затратить только на ВЭУ около 198 млрд рублей (включая инфляцию с 2015 года) при установки проточных водонагревателей и 45 млрд рублей при накопительных водонагревателях.

Подводя итоге, можно сказать, что в краткосрочной перспективе переход на получения тепла от ВЭУ не целесообразен, т.к. является слишком затратным, но в тоже время, если смотреть с заделом на будущее, то получать "зеленое" тепло все же представляется возможным, к тому же, срок окупаемость ВЭУ составляет до 2 лет, что делает данный проект более чем реализуемым, пускай и не для больших городов. Для малых населенных пунктов будет достаточно 1–2 ВЭУ, как на Кольской ВЭС, чтобы обеспечить до 3200–6500 человек. Например, чтобы обеспечить теплом село Териберка, которое находится близ Кольской ВЭС, с населением порядка 1000 человек, необходимо всего 2 проточных водонагревателя или 1 накопительный водонагреватель, каждый из которых в среднем тратит 90 кВт·ч, соответственно, если для подобного населенного пункта поставить один ВЭУ мощностью 146 кВт·ч, то остальную электроэнергию можно: аккумулировать; направлять на обеспечение электричеством населенный пункт; отправлять в общую электрическую сеть Мурманской области.

Библиографический список

1. Эл5-энерго. URL: <https://www.el5-energo.ru/about-us/kola-wind-farm/> (Дата обращения: 02.11.2023).
2. ГИС ЖКХ.
URL: https://dom.gosuslugi.ru/webhelp/main/index.html#source/och/normativy_potreb_ku.html(Дата обращения: 05.11.2023).
3. BoilerProm. URL: <https://boilerprom.ru/shop/elektricheskie-vodonagrevateli/rb-10-000-e/> (Дата обращения: 02.11.2023).
4. MirCli. URL: <https://mircli.ru/evan-epvn-84/> (Дата обращения: 07.11.2023).

Использование торий-уранового топливного цикла в жидкосолевом ядерном реакторе с гомогенизированной активной зоной

Куюкин А. И., Николаев В. Г. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, alexanderkiuyikin@yandex.ru, nikolaev@arcticsu.com)

Аннотация. Исследованы особенности использования торий-урановой топливной композиции в жидкосолевых ядерных реакторах для закрытия ядерного топливного цикла.

Abstract. The features of the use of thorium-uranium fuel composition in liquid-salt nuclear reactors for the closure of the nuclear fuel cycle are investigated.

Ключевые слова: торий, уран, жидкосолевой ядерный реактор, закрытый ядерный топливный цикл, гомогенная активная зона

Key words: thorium, uranium, liquid-salt nuclear reactor, closed nuclear fuel cycle, homogeneous core

Одним из главных недостатков ядерного топливного цикла является наличие минорных актиноидов в отработанном ядерном топливе. Эти актиноиды образуются в процессе использования уранового и ураново-плутониевого ядерных реакторов. Они обладают очень длительным периодом полураспада и испускают интенсивное альфа-излучение. Это создает определенные проблемы при утилизации отработанного ядерного топлива. Основными подобными элементами являются: ^{237}Np – $T_{1/2}=2.1$ млн. лет; ^{243}Am – $T_{1/2}=7364$ года; ^{245}Cm – $T_{1/2}=8250$ лет; Из-за такого длительного периода полураспада возникает необходимость в длительном хранении отработанного ядерного топлива. Через несколько сотен лет отработанное ядерное топливо займет значительную территорию, которая потребует охраны и контроля.

При использовании ^{232}Th для замкнутого торий-уранового топливного Цикла (ТУТЦ) цепочка трансмутации актиноидов включает в себя все актиноиды, начиная с тория. В тоже время, в этой цепочке после ^{232}Th свое место занимает изотоп ^{233}U , у которого наименьшее сечение поглощения радиационного захвата нейтронов любой энергии и наибольшее сечения деления, в следствии чего, имеется низкая вероятность наработки тяжелых актиноидов.

Однако данное преимущество ^{232}Th нивелируется его ядерно-физическими особенностями. При наработке ядерного топлива из $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{233}\text{U}$ промежуточным элементом является ^{233}Pa , который паразитически поглощает нейтроны и имеет период полураспада в 27 суток. По сравнению с наработкой ядерного топлива из $^{238}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Pu}$, в которой нейтронным ядом является ^{239}Np $T_{1/2}=2.3$ дня, т. е. протактиний живет в 10 раз дольше.

Чтобы компенсировать данный недостаток, необходимо проводить процедуру очистки, а именно для отделения примесей, замедляющих или останавливающих цепную реакцию, используется жидкосолевой реактор (ЖСР) $\text{FLiBe} = \text{LiF} + \text{BeF}_2$ с тетрафторидом тория ThF_4 и фторидом ^{233}U .

На рисунке 1 изображена принципиальная схема ЖСР.

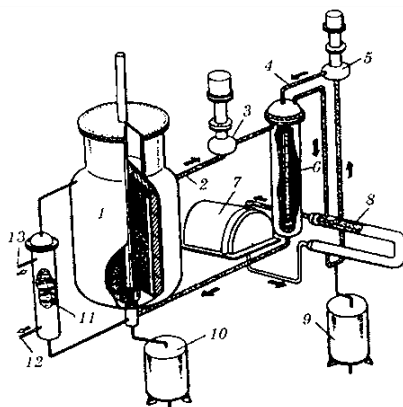


Рисунок 3 – Схема жидкосолевого ядерного реактора

- 1 – реактор; 2 – топливный контур; 3 – насос топливного контура; 4 – промежуточный контур; 5 – насос промежуточного контура; 6 – теплообменник; 7 – турбогенератор; 8 – парогенератор; 9, 10 – дренажные баки промежуточного и топливного контуров; 11 – система переработки топливной соли; 12 – вывод продуктов деления; 13 – подвод реагентов

В однородном пространстве реактора, среди которого выделяется расплав солей, быстро формируются сторонние элементы, и требуется применение материала, способного сохранять такую материю на протяжении длительного времени без признаков коррозии при высоких температурах и излучении [1].

Не смотря на ряд преимуществ торий-уранового цикла, переход на данный вид топлива, из отчета МАГАТЭ 2005 года [2] по строительству ториевой энергетики, станет целесообразным, когда стоимость урана превысит 300 долларов за килограмм. Но это не значит, что не стоит задумываться над будущим и ждать истощение урановых месторождений, на данный момент в России имеется на складе в Красноуфимске порядка 80 тысяч тонн монацитового песка, т.е. ториевой руды, к тому же на Коль-

ском полуострове близ населенного пункта Африкандаимеется месторождение перовскит-титаномагнетитовых руд, побочным продуктом разработки месторождения является, торий [3]. На Ловозерском месторождении также добывается торий на Умбозерском участке и участках Карнасурт и Кедыквырпакх [4]. Это дает возможность в будущем либо перевести Кольскую АЭС на ТУТЦ, либо после окончания срока эксплуатации КАЭС, заняться проектированием и строительством АЭС на ториевом топливе.

Количество тория в природе значительно больше, чем урана, что является положительным фактором для развития ядерной энергетики. Этот факт позволяет расширить сырьевую базу ядерной энергетики и решать ключевые проблемы ядерного топливного цикла. Например, торий-урановый цикл, реализованный в форме жидкосолевого реактора, позволяет решить эти проблемы гораздо успешнее, чем уран-плутониевый цикл.

Торий-урановый цикл также имеет преимущество в том, что в ходе работы реактора образуется значительно меньше трансурановых элементов, по сравнению с уран-плутониевым реактором (примерно в 2000 раз меньше ^{239}Pu и еще значительно меньше других изотопов Pu и других трансурановых элементов. Однако, торий-урановый цикл имеет недостаток в виде образования ^{232}U наряду с ^{233}U и ^{232}Th . Этот процесс представляет серьезную радиологическую угрозу. Образование ^{232}U происходит в основном в результате (n, 2n) реакции на ^{232}Th с последующим захватом нейтронов ^{231}Pa [5].

На рисунке 2 представлена схема замкнутого ТУТЦ [6].

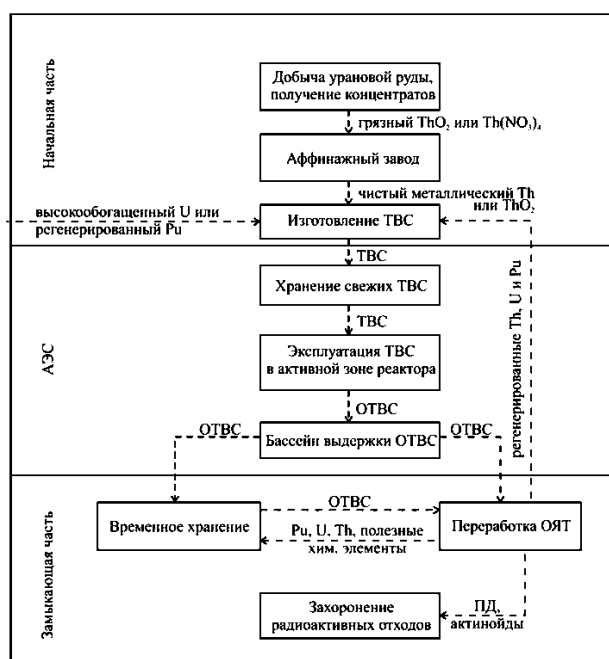


Рисунок 4 – Схема замкнутого ТУТЦ

Библиографический список

1. Химия тория, урана, плутония: учебное пособие / Жерин И. И., Амелина Г. Н. Томск: Изд. ТПУ, 2009. 147с
2. Dekoussar V., Dyck G. R., Galperin A., Ganguly S., Todosow M., Yamawaki M. Thorium fuel cycle — Potential benefits and challenges – IAEA, 2005. С. 105.
3. Шпаченко А. К. Нордическая фаза П. Н. Чирвинского // Тр. II Ферсмановской научн. сессии Кольского отделения РМО, посв. 140-летию со дня рожд. В. Рамзая. Апатиты, 18–19 апр. 2005 г. Апатиты : Изд-во К & М, 2005. С. 27–30.
4. Твердов А. А. Редкие металлы Ловозерского массива//Редкие земли: журнал. 2016. № 3. С. 164–168.
5. Касьян А. И., Хамидуллин Р. Я. Перспективы ториевого цикла. Часть 1. Двигатель, 2012, № 1. С. 48–51.
6. Суглобов Д. Н., Яковлев Р. М. Мясоедов Б. Ф. Торий-урановый топливный цикл для тепло- и электроэнергетики // Радиохимия. Т. 49, № 5. С. 385–392.

Фиторемедиационный потенциал водных растений для использования в системах CWs при очистке сточных вод горнодобывающих предприятий в условиях субарктического климата

Каганович Н. И. (*г. Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, ikolayi99@mail.ru*)

Аннотация. Очистка сточных вод является одной из главных задач в деятельности предприятий горной промышленности, направленной на обеспечение экологической безопасности. Данная очистка может осуществляться с помощью систем CWs. Биологические методы очистки, основанные на метаболическом потенциале высших растений и микроорганизмов, являются эффективными и экономически выгодными способами и могут применяться в холодном климате.

Abstract. One of the most important environmental tasks in the activities of mining enterprises is wastewater treatment, which can be carried out using constructed wetlands (CWs). CWs based on the metabolic potential of higher plants and microorganisms are effective and can be applied in cold climates.

Ключевые слова: очистка сточных вод, биоплато, водные растения, субарктика
Key words: wastewater treatment, constructed wetlands, aquatic plants, subarctic

Очистка сточных вод является одной из главных задач в деятельности предприятий горной промышленности, направленной на обеспечение экологической безопасности. При этом реализация различных физико-химических методов очистки больших объемов загрязненных вод приводит к высоким экономическим затратам.

Основными загрязняющими веществами сточных вод горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий являются взвешенные вещества, тяжелые металлы и соединения азота. Последние образуются в результате буровзрывных работ при проходке горных выработок с использованием взрывчатых веществ на основе нитрата аммония, нитрометана и нитрита натрия. Кроме того, сточные шахтные воды или карьерные воды могут характеризоваться повышенной кислотностью или щелочностью.

Одним из эффективных и экономически выгодных способов очистки и доочистки промышленных сточных вод является фитоочистка с использованием высших растений. Данные технологии, получившие название "constructed wetlands", широко используются на различных предприятиях за рубежом. В России данный способ очистки сточных вод менее распространен, хотя исследования в данной области проводятся достаточно давно [1–4].

Чаще всего данная технология применяется в качестве вторичной очистки стоков, но может выступать и единственным способом очистки сточных вод от органических загрязнителей и тяжелых металлов. Фитоочистка основана на способности растений и микроорганизмов поглощать и трансформировать загрязняющие вещества, находящиеся в воде. При этом метод не требует высоких затрат энергии и внесения реагентов, т. е. не оказывает дополнительного негативного воздействия на окружающую среду.

При очистке сточных вод чаще всего используют такие виды растений как камыш, тростник, рогоз, элодея, водный гиацинт, касатик желтый, стрелолист, гречиха, уруть, ирис и др.

Начиная с 2013 г. сотрудниками Института проблем промышленной экологии Севера и Полярно-альпийского ботанического сада им. Аврорина КНЦРАН выполняются исследования, направленные на разработку и внедрение технологии фитоочистки сточных карьерных вод на горнодобывающих предприятиях Мурманской области и Республики Карелия [5]. Для этого были разработаны, собраны и размещены на отстойниках карьерных вод плавающие фитомодули, содержащие аборигенные виды растений-гидрофитов, способных расти в водной среде (пушицы, осоки, хвощи, ивы, сабельник, калужница, вахта и др.).

В дальнейшем для повышения эффективности очистки воды были разработаны фитомодули различной конструкции, которые позволяют воздействовать в процессе очистки не только поверхность воды, но и прибрежную полосу, мелководье, заводи и более глубокие слои воды [5; 6]. В результате очистки содержание нитратов в сточной карьерной воде снижалось на 21–74%, нитритов и аммония – на 60–90% в зависимости от нагрузки на фитоочистную систему.

Лабораторные исследования показали, что эффективность биологической очистки сточной карьерной воды при использовании тростника и осоки увеличилась: для нитратов – в 2.3–2.5 раз, для нитритов – в 5.0 раз, для аммония – в 3.7–5.0 раз. Концентрация фосфатов в оборотной воде в процессе очистки снизилась в 8-21 раз. Растения и микроорганизмы, развивающиеся в воде и корневой системе, за 1 сутки извлекали из воды и трансформировали до 86 мг NO_3^- , до 2.25 мг NO_2^- и до 2.45 мг NH_4^+ на 1 г сырой биомассы. За 21 сутки биомасса тростника увеличилась на 23–29%, а биомасса осоки – на 33–45%. Максимальная скорость очистки в лабораторных условиях от нитратов, фосфатов и аммония наблюдалась в течение первых 7 суток, а от нитритов – в течение 7–14 суток [7].

Полученные результаты сопоставимы с эффективностью фитоочистных систем с открытой водной поверхностью, функционирующих в различных странах с холодным климатом.

Библиографический список

1. Ашихмина Т. Я. Очистка загрязненных нитратом аммония пойменных озер в районе хвостохранилища мела завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината // Вестник Института биологии. 2013. № 5. С. 24.
2. Заводская О. Ф., Копнина А. Ю. Фиторемедиация воды, загрязненной различными компонентами, с использованием урути мутовчатой (*Myriophyllum verticillatum*) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 3. С. 40–44.
3. Нефедьева Е.Э., Сиволобова Н. О., Кравцов М. В., Шайхиев И. Г. Дочистка сточных вод с помощью фиторемедиации // Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №10. С. 145–148.
4. Сорокина Г. А., Злобина Е. В., Бондарева Л. Г., Субботин М. А. Оценка возможности использования пистиителорезовидной (*Pistiastratiotes*) и ряски малой (*Lemnaminor*) для фиторемедиации водной среды // Вестник КрасГАУ. 2013. № 11. С. 182–186.
5. Иванова Л. А., Мязин В. А., Корнейкова М. В., Фокина Н. В. [и др.]. Разработка и оптимизация способа биологической очистки сточных карьерных вод от минеральных соединений азота в условиях Арктики // Теоретическая и прикладная экология. 2019. №1. С. 82–87. DOI 10.25750/1995-4301-2019-1-082-087.
7. Korneykova M. V., Myazin V. A., Ivanova L. A., Fokina N. V., [et al.]. Development and optimization of biological treatment of quarry waters from mineral nitrogen in the subarctic // Geography, Environment, Sustainability. 2019. 12(2). P. 97–105. DOI 10.24057/2071-9388-2019-5.

Внедрение технологии управления спросом в Мурманской области

Лазарев Н. И., Кузнецов Н. М. (*г. Апатиты, Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, n.lazarev@ksc.ru, n.kuznetsov@ksc.ru*)

Аннотация. Рассмотрена технология распределенной энергетики – управление спросом электроэнергии. Управление спросом позволяет эффективно распределять электроэнергию и управлять потреблением, что в свою очередь способствует снижению нагрузки на энергетическую систему и экономии энергоресурсов.

Abstract. The technology of distributed energy - electricity demand response – is considered. Demand management allows to efficiently distribute electricity and manage consumption, which in turn contributes to reducing the load on the energy system and saving energy resources.

Ключевые слова: распределенная энергетика, системный оператор, управление спросом, энергосистема

Key words: distributed energy, system operator, demand response, power system

Развитие распределенной энергетики становится ключевым этапом в переходе от традиционной структуры энергосистем к новым технологиям гибкого управления энергетическими сетями. Основными технологиями развития распределенной энергетики являются управление спросом, управление энергоэффективностью и распределенная генерация [1]. Механизмы управления спросом потребителей электроэнергии представляет собой инструмент поддержания и регулирования баланса спроса и предложения на рынке электроэнергии, способствуя повышению надежности энергосистемы [2].

Основными задачами управления спросом на электроэнергию являются снижение пиковых нагрузок в энергосистеме, что приводит к снижению стоимости электроэнергии на оптовом рынке и предотвращает строительство дополнительных электростанций и электрических сетей. Управление спросом эффективно снижает цены в периоды пиковой нагрузки, когда задействованы менее эффективные генерирующие объекты. Сокращение потребления электроэнергии в периоды пиковых нагрузок обеспечивает сокращение электропотребления и дает возможность участникам получить финансовую компенсацию.

Технология управления спросом как ценозависимое снижение потребления электроэнергии в регионах РФ внедряется с 2017 года, для развития этого механизма с 2019 г. реализуются пилотные проекты по управлению спросом потребителей электроэнергии. На рынках энергетики, где применяются методы управления спросом, динамика развития происходит по принципу от "простого к сложному", начиная от привлечения крупных потребителей, затем вовлекая в процесс других потребителей. АО "Атом-ЭнергоСбыт" выполняет роль агрегатора управления спросом, в том числе и на территории Мурманской области.

На текущий момент в Мурманской области существуют потребители, готовые регулировать свое электропотребление в периоды пиковой нагрузки энергосистемы. Применение технологии управления спросом позволяет генерирующим предприятиям избежать использования дорогостоящей и менее эффективной генерации электрической энергии. Потребители выигрывают от снижения оплаты стоимости электроэнергии в часы повышенного спроса, а генерирующие объекты, которые участвуют в проекте, получают компенсацию за сокращение электропотребления. Успешно реализована практика управления спросом на электроэнергию на основе конкурентного отбора объектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, оказывающих услуги по управлению спросом на электрическую энергию на Ковдорском горно-обогатительном комбинате в период с февраля по апрель 2022 года, на котором уменьшалась мощность на 8 МВт в течение 2 часов.

Горно-обогатительные предприятия могут эффективно регулировать режимы электропотребления изменением параметров технологического процесса, которые влияют на расход электрической энергии. Примером такой практики является заключение свободного договора купли-продажи электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями, в объеме 100 МВт между ПАО "ТГК-1" и горно-обогатительным комбинатом АО "Апатит". В рамках этого горно-обогатительный комбинат может значительно снизить углеродный след в производстве, одновременно приобретая дополнительные конкурентные преимущества по оплате за электроэнергию [3].

Механизм ценозависимого потребления может быть применен только к тем потребителям, у которых технологические процессы позволяют управлять изменением графика электропотребления и затратами на обслуживание электрических сетей [4]. Для успешного внедрения технологий

управления спросом необходимо обеспечить наличие интервальных приборов учета электроэнергии, возможность дистанционного снятия и передачи показаний. Необходимо также исключить возможность присоединения потребителей без интервального учета электропотребления.

Управление спросом, с технологической точки зрения, представляет собой инструмент повышающий гибкость энергосистемы, что способствует повышению надежности энергоснабжения и качества электроэнергии. Для управления спросом необходимо внедрение новых энергосберегающих технологий [5] и материалов, переход на новый уровень технологий и развитие электроэнергетической отрасли. Управление спросом конкурирует с наименее эффективной и дорогой генерацией, снижает потребность в строительстве новых объектов генерации электрической энергии.

Библиографический список

1. Кузнецов Н. М., Коновалова О. Е. Развитие распределенной энергетики в Мурманской области // *Фундаментальные исследования*. 2021. № 5. С. 122–127. DOI: 10.17513/fr.43049. EDN: YCTFFPG.
2. Петров В. Л., Кузнецов Н. М., Морозов И. Н. Моделирование электропотребления обогатительной фабрики // *Горный журнал*. 2022. № 2. С. 72–76. DOI: 10.17580/gzh.2022.02.11. EDN: NUTHWB.
3. Петров В. Л., Кузнецов Н. М., Морозов И. Н. Управление спросом на электроэнергию в горнопромышленном секторе на основе интеллектуальных электроэнергетических систем // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2022. № 2. С. 169–180. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_2_0_169. EDN: DEVWDZ.
4. Баев И. А., Соловьева И. А., Дзюба А. П. Управление затратами на услуги по передаче электроэнергии в промышленном регионе // *Экономика региона*. 2018. Т. 14, № 3. С. 955–969. DOI: 10.17059/2018-3-19.
5. Кузнецов Н. М., Победоносцева В. В. Эффективность внедрения наилучших доступных энергосберегающих технологий в Мурманской области // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 6. С. 143–148. DOI: 10.17513/fr.41564. END: ZBMZQP.

Моделирование теплообмена между атмосферой и водной поверхностью

Мингалев А. И. (*г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий,, alexander.mingalev@yandex.ru*)

Аннотация. Представлены результаты моделирования теплообмена между атмосферой и поверхностью озера, с учетом турбулентного перемешивания воды, испарения, излучения, выпадения осадков, образования льда и выпадения снега.

Abstract. The results of modeling heat and mass transfer between the atmosphere and the surface of the lake are presented, taking into account the turbulent mixing of water, evaporation, radiation, precipitation, ice formation and snowfall.

Ключевые слова: моделирование, теплообмен

Key words: modeling, heat and mass transfer

Взаимодействие атмосферы с поверхностью Земли является одним из важных факторов циркуляции атмосферы на всех пространственно-временных масштабах. В настоящее время ведущие прогностические центры для глобального среднесрочного прогноза используют численные негидростатические модели с горизонтальным разрешением 12–25 км, в которых для описания взаимодействия атмосферы с поверхностью Земли применяется подход, изложенный в работах [1–4] и использующий упрощенное описание физических процессов взаимодействия атмосферы с поверхностью Земли. Здесь представлена одномерная модель взаимодействия атмосферы с поверхностью водоемов, использующая более детальное описание физических процессов, чем в указанном выше подходе.

Входными параметрами модели являются температура атмосферы, скорость ветра и параметры турбулентности у поверхности Земли, влажность воздуха, падающее излучение, тип водоема (океан, озеро, река, болото), а также теплопроводность, альbedo поверхности, характерная скорость турбулентного перемешивания в воде, и начальный вертикальный профиль температуры в воде, кроме того задана масса осадков, выпадающих в единицу времени и их температура. Если в начальный момент температура поверхности не превосходит 0°C, ток начальным данным добавляются толщины льда и снега и их температуры. Модель рассчитывает

изменения во времени вертикального профиля температуры в приповерхностном слое воды, явного и скрытого потоков тепла, потока водяного пара, а для температур, меньших либо равных 0°C , изменения толщин и температуры льда и снега. В модели проводится численное интегрирование по времени 1-мерного уравнения объемной плотности полной внутренней энергии W :

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial J}{\partial z}, \quad (1)$$

где: J – плотность потока энергии в вертикальном направлении, t – время в секундах, z – вертикальная координата с положительным направлением вверх.

Плотность вертикального потока энергии через поверхность воды (льда или снега), определяется по формуле:

$$J_{pov} = J_{isp} + J_{os} + J_{tepl} + J_{izl} + J_{pad}, \quad (2)$$

где: J_{isp} – плотность потока энергии, создаваемая испарением (или конденсацией) воды с поверхности; J_{os} – плотность потока энергии, создаваемая выпадением осадков; J_{tepl} – плотность потока энергии, создаваемая молекулярной и турбулентной теплопроводностью; J_{izl} – плотность потока энергии, создаваемая собственным тепловым излучением поверхности воды; J_{pad} – плотность потока энергии, создаваемая падающим на поверхность воды тепловым излучением Солнца и атмосферы. При температуре 0°C распределение воды между твердой и жидкой фазой однозначно определяется внутренней энергией.

Уравнение (1) интегрируется по явной двухшаговой схеме, которая обеспечивает второй порядок точности. Первый шаг – предиктор, второй – корректор.

Были проведены расчеты для различных начальных и граничных условий характерных для типичных природных процессов. Анализ результатов расчетов показал, что модель адекватно воспроизводит намерзание и таяние льда, выпадение и таяние снега, так же нагрев и охлаждение воды. Результаты моделирования одного из вариантов таких процессов представлены на рис. 1. Начальный температурный профиль взят постоянным по глубине и равным 274 К. температура приповерхностного слоя воздуха 260 К, скорость ветра 3 м/с, влажность воздуха 90%. Был задан снегопад со скоростью осадков 0,02 м/с и ледностью воздуха 0,03 кг/м³. Шаг по высоте был 0,1 м, а шаг интегрирования по времени был 1 сек.

На рисунке 1 видно, что через 1 час после начала расчетов уже появился тонкий слой льда и над ним начинает формироваться слой снега. По мере увеличения толщины слоя снега скорость намерзания льда уменьшается. Это хорошо видно по практически совпадающим толщинам льда в моменты времени 24, 48 и 72 часа после начала расчетов. Толщина льда достигает максимума в момент 72 часа. По мере дальнейшего увеличения толщины слоя снега, лед начинает подтаивать с низу и его толщина в момент 144 часа уже меньше чем в момент 72 часа. Таким образом, модель хорошо воспроизводит реальные природные процессы и результаты расчетов хорошо согласуются с результатами наблюдений.

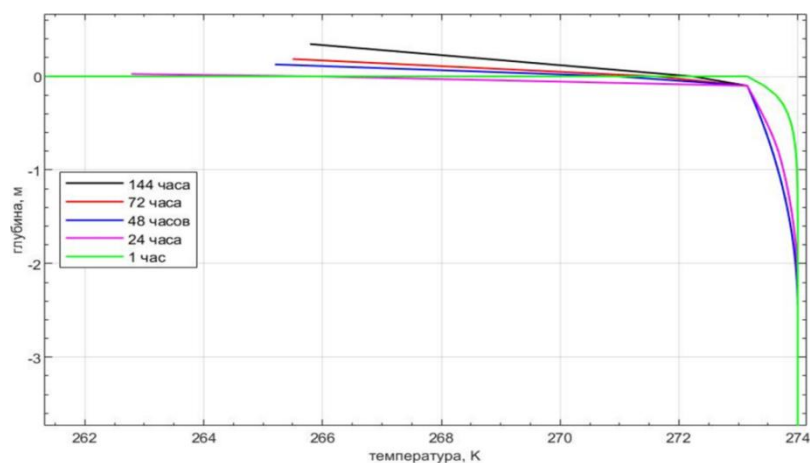


Рисунок 1 – Эволюция температурного профиля озера при замерзании со снегом

Библиографический список

1. Модель ICON. DOI: 10.5676 / DWDpub / nwv / icontutorial2022.
2. Staniforth T. Melvin, Wood. N. GungHo. A new dynamical core for the Unified Model // ECMWF Seminar on Numerical Methods for Atmosphere and Ocean Modelling, 2-5 September 2013, ECMWF, Reading, UK, 2014. P. 15–30.
3. Mironov D., E. Heise, E. Kourzeneva, B. Ritter, N. Schneider, and A. Terzhevik, 2010: Implementation of the lake parameterisation scheme FLake into the numerical weather prediction model COSMO. *Boreal Env. Res.*, 15, P. 218–230.
4. Mironov D., B. Ritter, J.-P. Schulz, M. Buchhold, M. Lange, and E. Machulskaya, 2012: Parameterisation of sea and lake ice in numerical weather prediction models of the German weather service. *Tellus A*, 64(0). DOI: 10.3402/tellusa.v64i0.17330.

Метод очистки теплоносителя от трития на АЭС

Скотарь Е. А. (г. Анапиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Анапиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, *Eliz_kotya@mail.ru*)

Аннотация. За последние несколько десятков лет особое внимание уделяется вопросам обеспечения экологической безопасности предприятий ядерной отрасли. В рамках этих вопросов особое место занимает проблема отверждения техногенных радионуклидов, а именно трития (Т, ^3H) - радиоактивного изотопа водорода. В данной статье проводится краткий обзор существующего метода, направленного на снижение трития в производстве.

Abstract. Over the past few years, special attention has been paid to ensuring the environmental safety of nuclear industry enterprises. Within the framework of these issues, the problem of curing man-made radionuclides, namely tritium (T, ^3H), a radioactive isotope of hydrogen, occupies a special place. This article provides a brief overview of the existing method aimed at reducing tritium in production.

Ключевые слова: тритий, производство, изотоп водорода, природные источники излучения

Key words: tritium, production, hydrogen isotope, natural radiation sources

За последние несколько лет особое внимание уделяется вопросам обеспечения экологической безопасности предприятий ядерной отрасли. В связи с планами ГК "Росатом" по строительству атомных электростанций за рубежом, проблема образования трития в реакторных установках различного типа и его возможного попадания в окружающую среду становится все более актуальной.

Отдельное внимание уделяется проблеме трития из-за его специфических особенностей. Будучи радиоактивным изотопом водорода, тритий может поступать в окружающую среду и организм человека в составе практически любых водородсодержащих веществ. В свете его генетической значимости, тритий отнесен к основным дозообразующим радионуклидам, вносящим свой вклад в общую эффективную дозу облучения населения на несколько процентов [1].

Известно, что углерод-14, или тритий, является одним из самых опасных радиоактивных изотопов, используемых на ядерных энергетических станциях (АЭС). Его высокая активность и длительный срок полураспада делают его непредсказуемым и опасным для окружающей среды и человека [2; 3].

Однако, современная наука не стоит на месте и разработала эффективные методы борьбы с тритием на АЭС. Один из таких методов акриловые сорбционные материалы, специально разработанные для поглощения и удержания трития.

Эти материалы обладают уникальными свойствами, которые позволяют им эффективно удерживать тритий и предотвращать его выход в окружающую среду. Благодаря своей пористой структуре и большой площади поверхности, акриловые сорбционные материалы способны взаимодействовать с тритием, образуя слабоструктурированное соединение и задерживая его внутри себя [4].

Однако, с течением времени эффективность акриловых сорбционных материалов может уменьшаться, т.к. они заполняются тритием. Для регенерации материалов и повышения их долговечности используются различные технологии. Одним из вариантов является нагревание сорбционных материалов, что приводит к выделению трития в виде газа, который затем захватывается и нейтрализуется специальными установками [5].

Другим эффективным методом борьбы с тритием на АЭС является использование каталитического окисления. В этом процессе тритий окисляется до воды с помощью катализаторов, что позволяет локализовать и утилизировать его, предотвращая его выброс в атмосферу.

Также стоит отметить, что современные технологии предлагают использовать гель-матрицы на основе полимеров для борьбы с тритием. Эти материалы обладают высокой плотностью, что способствует задержанию трития и минимизации его выделения в окружающую среду [6; 7].

В целом, борьба с тритием на АЭС является сложной и важной задачей, требующей применения передовых технологий. Акриловые сорбционные материалы, каталитическое окисление и гель-матрицы на основе полимеров – только некоторые из возможных методов, позволяющих минимизировать риски выброса трития и обеспечить безопасность окружающей среды. Непрерывные исследования и разработки в этой области позволяют совершенствовать существующие методы и предлагать новые подходы, гарантируя стабильное и безопасное функционирование ядерных энергетических станций.

Библиографический список

1. Магомедбеков Э. П., Растунова И. Л. Тритиевые проблемы при эксплуатации ядерных энергетических установок. Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия. Вестник Мурманского государственного технического университета. С. 225–240.
2. Андреев Б. М., Зельвенский Я. Д., Котальников С. Г. Тяжелые изотопы водорода в ядерной технике. М. : Энергоатомиздат, 1987. 456 с.
3. Эванс Э. Тритий и его соединения / Пер с англ. И. Б. Бравермана, А. Д. Власова, Э. Б. Шиллер. М. : Атомиздат, 1970. 312 с.
4. Десятов Д. Д., Екидин А. А. Оценка поступления трития в окружающую среду от выбросов АЭС // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2018. № 1(21). С. 88–96.
5. Розенкевич М. Б., Букин А. Н., Марунич С. А., Пак Ю. [и др.]. Состояние разработки технологии детритизации жидких и газовых отходов, возникающих при переработке ОЯТ в России // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Материаловедение и новые материалы. 2013, №1(76). С. 159–171.
6. Чернов И. И., Калинин Б. А., Бурлакова М. А. Проблемы хранения и использования водорода в транспортных системах // Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами ИИИМ-11 : материалы школы конференции. М. : НИЯУ МИФИ, 2011. С. 217–245.
7. Ивахнюк Г. К., Пименова М. А., Сай А. Р. Перспективы увеличения глобальной радиационной нагрузки от техногенного трития // XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций "Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий" : сб. тр. М. : МЧС, 2015. С. 549–551.

Оптимизация системы энергоснабжения промышленного района

Панкратов А. В., Морозов И. Н. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, wtf123zoro@mail.ru)

Аннотация. Эффективность использования энергии является одним из ключевых факторов развития промышленного сектора экономики. Требуется постоянная оптимизация систем энергоснабжения. Оптимизация системы снижает затраты на энергию, повышает энергоэффективность и надежность работы оборудования. В статье рассматриваются основные направления оптимизации систем энергоснабжения промышленных объектов.

Abstract. Energy efficiency is one of the key factors in the development of the industrial sector of the economy. Constant optimization of energy supply systems is required. Optimization of the system reduces energy costs, increases energy efficiency and reliability of the equipment. The article discusses the main directions of optimization of power supply systems for industrial facilities.

Ключевые слова: оптимизация, энергоснабжение, энергоресурсы, промышленный объект

Key words: optimization, energy supply, energy resources, industrial facility

Промышленные объекты сталкиваются с рядом проблем, связанных с неэффективным использованием энергии, перебоями в энергоснабжении и высокими расходами на электроэнергию. Для решения этих проблем необходимо провести комплексную оптимизацию системы энергоснабжения.

Проанализировав специальную литературу и сложившиеся практики, были выделены следующие шаги по оптимизации промышленного предприятия.

1. Аудит энергопотребления.

Этот процесс включает в себя детальное изучение всех аспектов энергоснабжения объекта, начиная от производственных процессов до систем отопления и освещения [1].

2. Внедрение энергосберегающих технологий.

Возможность включать в себя установку энергосберегающих светильников, использование высокоэффективного оборудования и внедрение систем управления энергопотреблением.

3. Использование Возобновляемых источников энергии.

Внедрение возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, значительно снижают зависимость от традиционных источников энергии и сокращают экологический след объекта.

4. Улучшение инфраструктуры энергоснабжения.

Оптимизация также включает в себя обновление электрических сетей, внедрение систем резервного энергоснабжения и создание интеллектуальных сетей, способных оптимизировать распределение энергии [2].

5. Обучение персонала и системы мониторинга.

Важным компонентом оптимизации является обучение персонала по эффективному использованию энергии и внедрение систем мониторинга, позволяющих отслеживать и контролировать энергопотребление в режиме реального времени [3].

Эти мероприятия в совокупности позволяют оптимизировать систему энергоснабжения промышленного объекта, снизить затраты на энергию, уменьшить вредные выбросы и повысить конкурентоспособность предприятия. Оптимизация системы энергоснабжения промышленного объекта – это не просто необходимость, но и ответственность перед окружающим миром. Использование современных технологий, энергосберегающих практик и улучшение инфраструктуры создадут устойчивую и эффективную систему энергоснабжения, способствующую процветанию как предприятия, так и общества в целом.

Важно отметить, что оптимизация системы энергоснабжения промышленного объекта требует комплексного подхода и индивидуального анализа. Каждый объект имеет свои особенности и требует уникальных решений.

Библиографический список

1. Тыршу М. С. Энергоаудит как инструмент энергосбережения / Тыршу М. С., Зайцев Д. А., Голуб И. В. // Проблемы региональной энергетики. 2013. №3 (23).
2. Ховалова Т. В. Эффекты внедрения интеллектуальных электроэнергетических сетей / Т. В. Ховалова, С. С. Жолнерчик // СРРМ. 2018. №2 (107).
3. Суворова А. А. Значимость обучения персонала технологиям энергоэффективности / Суворова А. А. // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 5–2.

Проектирование автономных источников теплоснабжения

Кузнецов П. А. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, petrograd0275@gmail.com)

Аннотация. Проектирование автономных источников теплоснабжения – это многогранный процесс, который учитывает различные технические, экономические и экологические аспекты. В работе рассматриваются основные и перспективные аспекты разработки и оптимизации таких систем. Особое внимание уделяется выбору источника тепла, а также проектированию экологически чистому и эффективному использованию тепла.

Abstract. The design of autonomous heat supply sources is a multifaceted process that takes into account various technical, economic and environmental aspects. The paper discusses the main and promising aspects of the development and optimization of such systems. Special attention is paid to the choice of a heat source, as well as to the design of environmentally friendly and efficient use of heat.

Ключевые слова: тепло, окружающая среда, автономный источник теплоснабжения, горячее водоснабжение

Key words: heat, environment, autonomous heat supply source, hot water supply

Автономные источники теплоснабжения – это инновационные системы, которые обеспечивают независимый и устойчивый источник тепла для различных объектов. Они играют важную роль в современных технологиях управления энергопотреблением и оказывают влияние на экологическую устойчивость и эффективность энергетических систем.

Проектирование автономных источников теплоснабжения требует комплексного подхода и учета множества факторов. Рассматривая ключевые аспекты, которые следует учесть при разработке таких систем, можно выделить пять самых важных аспектов из них.

1. Выбор и оптимизация используемого источника тепла.

Для автономных систем теплоснабжения могут быть использованы различные источники, такие как солнечные коллекторы, геотермальные системы, тепловые насосы и биомасса. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения, поэтому необходимо выбрать наиболее подходящий источник, учитывая факторы, такие как местоположение, климатические условия и доступность ресурсов [1].

2. Проектирование системы распределения тепла.

Оптимальное распределение тепла в здании или объекте может повысить эффективность и экономичность системы. При проектировании необходимо учесть такие факторы, как утепление здания, необходимость использования тепловых насосов или применение теплоаккумуляторов. Также следует учесть потери тепла при передаче через трубопроводы и подобрать оптимальный размер и диаметр труб.

3. Эффективное использование тепла.

Автономные системы теплоснабжения могут использовать тепло как для обогрева, так и для горячего водоснабжения. Для оптимального использования тепла может потребоваться применение управляющих систем, которые могут регулировать процесс обогрева и поддерживать комфортные условия в помещении.

4. Экономическая эффективность.

Для повышения экономической эффективности необходимо провести анализ стоимости различных технологий, учесть экономическую выгоду и прогнозировать затраты на эксплуатацию и обслуживание системы. Разработка методов оценки рентабельности в долгосрочной перспективе поможет принять правильное инвестиционное решение.

5. Устойчивость и экологическая оценка.

Для создания устойчивых и экологически чистых систем теплоснабжения необходимо учитывать воздействие автономных источников тепла на окружающую среду. Это может включать использование возобновляемых источников энергии.

Для создания проекта потребуется изучить досконально эффективность системы распределения тепла: Оптимизация системы распределения тепла включает в себя минимизацию тепловых потерь, формирование эффективных маршрутов для тепловых трубопроводов и создание управляющей системы для равномерного распределения тепла в системе. Использование передовых технологий, таких как изоляция высокой плотности или тепловые насосы, может помочь повысить эффективность системы [2].

Что касается перспективных источников теплоснабжения по Мурманской области, к ним можно отнести:

1. Котельные на природном газе.

В некоторых населенных пунктах Мурманской области используются котельные, работающие на природном газе. Природный газ считается чистым и эффективным источником теплоснабжения. Он применяется для обогрева жилых и коммерческих зданий, а также для горячего водоснабжения.

2. Биомасса.

В Мурманской области также активно используется биомасса в качестве источника теплогенерации. Древесные отходы, сельскохозяйственные отходы и другие биологические ресурсы могут быть использованы для производства тепла. Котлы и печи, работающие на биомассе, обеспечивают теплоснабжение при минимальных негативных воздействиях на окружающую среду.

3. Геотермальные системы.

Мурманская область обладает значительным потенциалом для использования геотермальной энергии. Здесь есть несколько геотермальных источников, которые используются для обогрева помещений и горячего водоснабжения. Глубинные скважины обеспечивают доступ к горячей воде, которая затем используется в системах централизованного или индивидуального теплоснабжения.

Эти перспективные источники теплоснабжения обладают значительным потенциалом для развития в Мурманской области. Они позволяют обеспечить энергетическую независимость, снизить негативное воздействие на окружающую среду и сэкономить энергетические ресурсы, т.к. сейчас происходят изменения в структуре системы теплоснабжения. Низкая энергетическая эффективность и физический износ оборудования и сетей централизованного теплоснабжения заставляют перейти к автономным локальным системам теплоснабжения. Это означает, что источники и системы теплоснабжения децентрализуются, и в некоторых случаях даже переходят к индивидуальным квартирным системам. Строятся автономные котельные с очень короткими сетями или вовсе без них.

Подводя итог, проектирование автономных источников теплоснабжения требует учета множества факторов. Для проектирования автономных источников требует междисциплинарный подхода, включая физику, инженерию, экономику и экологию. В целях уменьшения негативного влияния на окружающую среду при проектировании автономных источников теплоснабжения в Мурманской области важно уделять внимание выбору экологически устойчивых технологий, эффективному использованию ресурсов, а также обеспечивать правильную эксплуатацию и техническое обслуживание систем. Дальнейшие исследования и инновации в этой области могут привести к созданию более эффективных источников тепла и устойчивых систем теплоснабжения [3].

Библиографический список

1. Проектирование автономных источников теплоснабжения СП 41-104-2000.
2. Автономное теплоснабжение. О. К. Мазурова, Н. В. Кузнецов, А. Н. Бутенко. Ростов-на-Дону. 2011.
3. Альтернативные источники энергии мурманской области // Материалы VII Международной студенческой научной конференции "Студенческий научный форум".

Восстановление окружающей среды после вывода объектов использования атомной энергии из эксплуатации

Короткин Д. М. (*г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, pz_unforgiven@mail.ru*)

Аннотация. Проведен анализ необходимости, текущего состояния и проблем восстановления окружающей среды после ликвидации объектов ядерного наследия.

Abstract. The need, current status and problems of environmental restoration after the liquidation of nuclear legacy sites are analysed.

Ключевые слова: вывод из эксплуатации, экологическая реабилитация радиационно-загрязненных территорий, объекты ядерного наследия, возрождение науки

Key words: decommissioning, environmental remediation of radiation-contaminated territories, nuclear heritage sites, revival of science

Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) и в последствии экологическая реабилитация радиационно-загрязненных территорий нацелены на уменьшение радиационного облучения населения и окружающей среды территорий, использование которых должно быть ограничено из-за повышенного уровня радиационного облучения от загрязнения почвы и подземных вод в результате предыдущей техногенной деятельности, связанной с использованием радиоактивных материалов в гражданских или военных целях [1].

Вывод из эксплуатации ОИАЭ и экологическая реабилитация являются масштабными промышленными проектами, при реализации которых возникают риски, как обычные, так и радиологические риски для безопасности персонала, местного населения и окружающей среды, которые необходимо учитывать и исключать на стадиях подготовки проекта.

Требования по экологической реабилитации должны закладываться на стадии проектирования и планирования установок и прочих ОИАЭ. Планы по реабилитации и связанные с ними расходы должны учитываться заранее, чтобы обеспечить наличие достаточных финансовых средств и соответствующих технологий [1].

Восстановление экологии после объектов использования атомной энергии – это систематический процесс, который включает в себя следующие этапы:

– вывод из эксплуатации, демонтаж, изоляция (отсечение) источника загрязнения, сооружение инженерных барьеров безопасности;

- комплексное обследование и радиологическая оценка загрязненных территорий;
- выбор способа реабилитации, технико-экономическое обоснование;
- составление плана восстановительных мероприятий;
- реализация мероприятий по восстановлению;
- получение заключения о реабилитации территории;
- передача в общее пользование или управление реабилитированными территориями.

В России, серьезно озаботились проблемой ядерного наследия и реабилитацию радиационно-загрязненных территорий относительно недавно, хотя в остальном мире к данному направлению давно уделяется повышенное внимание. Основными сдерживающими факторами стали события перестроечного периода СССР и его распада. Как следствие стало глубокое уничтожение образования, науки и промышленности, что лишила страну перспективных технологий и кадров. Коммерческая составляющая проектов стала приоритетным направлением, а с учетом того, что все объекты ЯРОО – это наследие СССР и в проектах не учитывались расходы на вывод из эксплуатации и реабилитацию, то соответственно данное направление было экономически не эффективным [2; 3].

По мере возрождения и развития атомной промышленности в современной истории, стали очевидными вопросы по завершающей стадии жизненного цикла ОИАЭ, в том числе и экологические.

Для комплексного решения накопившихся проблем в соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 16 марта 2006 года была разработана федеральная целевая программа "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года" (далее – ФЦП ЯРБ-1) [4].

Реализация ФЦП ЯРБ-1 позволила решить самые острые проблемы, уточнить основные количественные характеристики объектов ядерного наследия и получить оценки продолжительности и объема требуемых работ.

Логическим продолжением ФЦП-ЯРБ-1 стала целевая программа "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2035 года" (ФЦП ЯРБ-2), которая успешно реализуется в данный момент. Согласно отчета за 2022 год, выведено из эксплуатации 69 ЯРОО из плановых 76 единиц, реабилитировано 553,5 тыс. кв. м территорий из 1304,4 тыс. кв. м. [5].

Реализация ФЦП-ЯРБ-1 и ФЦП ЯРБ-2 позволила решить часть критических угроз связанных с деградацией защитных барьеров и рисками аварий с радиационными последствиями, включая облучение персонала и населения, загрязнение окружающей среды в густонаселенных районах, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Свердловской и Челябинской областях.

Для достижения установленных и перспективных целей по реабилитации радиационно-загрязненных территории, помимо реализации целевых федеральных программ, необходимо уже сейчас возрождать научный потенциал и активно перенимать опыт реализации подобных проектов в других странах.

Библиографический список:

1. Бюллетень МАГАТЭ, апрель 2016 года "Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация". URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/bull571_apr2016_ru.pdf.
2. Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Иванов А. Ю., Сахаров В. К., Полунин К. Е.. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий: Т. 1. / под общей ред. И. И. Линге и А. А. Абрамова. М : ИБРАЭ РАН, 2017. 336 с.
3. Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Иванов А. Ю., Сахаров В. К., Полунин К. Е.. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий. Т. 2. / под общей ред. И. И. Линге и А. А. Абрамова. М: ИБРАЭ РАН, 2017. 336 с.
4. Федеральная целевая программа "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года" (ФЦП ЯРБ-1). URL: <https://xn----btb4bfrm9d.xn--p1ai/about/archiv/>.
5. Федеральная целевая программа "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016 – 2020 годы и на период до 2035 года". URL: <https://xn----btb4bfrm9d.xn--p1ai/about/overview/>.

**ИНЖИНИРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
И ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Хладагенты с низким потенциалом глобального потепления: проблемы и перспективы перехода в Арктическом регионе

Бугаев С. А., Иваней А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, *bugaevsa@mauniver.ru*)

Аннотация. В статье рассмотрены хладагенты с низким потенциалом глобального потепления, проблемы и перспективы перехода в арктическом регионе. Цель статьи – обзор существующих альтернативных хладагентов с низким ПГП, описание преимуществ и недостатков их использования. Актуальность проблемы связана с экологическими проблемами и соблюдением международных соглашений, связанных с хладагентами.

Abstract. The article discusses low global warming potential refrigerants, problems and prospects for change in the Arctic regions. The purpose of the article is to review existing alternative refrigerants with low GWPs and describe the advantages and disadvantages of their use. The urgency of the problems is related to environmental standards and compliance with international conventions and refrigerant standards.

Ключевые слова: хладагенты с низким потенциалом глобального потепления, ПГП

Key words: refrigerants with low global warming potential, GWP

Проблема перехода на хладагенты с низким потенциалом глобального потепления (ПГП) становится все более актуальной в последние годы. Эта важность обусловлена отрицательным воздействием на окружающую среду традиционных хладагентов, таких как хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) и гидрофторуглероды (ГФУ). Кроме того, существует неотложная необходимость соблюдения международных соглашений и нормативных актов, таких как Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, и Кигалийское соглашение. Эти документы предусматривают сокращение использования хладагентов с высоким уровнем ПГП с целью уменьшения негативного воздействия на климат.

В арктическом регионе особо заметны последствия изменения климата. Таяние льда, повышение температуры и изменение экосистем – основные опасения. В таких условиях особо важно выбирать хладагенты с низким ПГП для смягчения экологического ущерба.

Цель данной работы – обзор существующих альтернативных хладагентов с низким ПГП, описание преимуществ и недостатков их использования.

Актуальность данной работы связана с экологическими проблемами и соблюдением международных соглашений, связанных с хладагентами.

В 2020 году Россия утвердила поправку к Монреальскому протоколу, в соответствии с которой стране предстоит уменьшить использование гидрофторуглеродов. Конкретные цифры уменьшения объемов потребления представлены следующим образом: на 5 % с 2020 года, на 35 % с 2025 года, на 70 % с 2029 года, на 80 % с 2034 года и на 85 % с 2036 года. В дальнейшем предусмотрена возможность использования гидрофторуглеродов в объеме 15 % от базового уровня [1].

Аммиак (R717), диоксид углерода (R744), пропан (R290), изобутан (R600) и пропилен (R1270) относятся к природным альтернативным хладагентам с низким потенциалом глобального потепления (ПГП). Эти хладагенты обладают высокой эффективностью применения, при этом оказывая минимальное воздействие на глобальное потепление. Однако у них также есть ряд недостатков.

Аммиак (R717), хотя и обладает высокой эффективностью, обладает рядом негативных характеристик. Этот хладагент является токсичным и, при достижении определенной концентрации, может образовывать взрыво- и пожароопасные смеси. Кроме того, он агрессивно взаимодействует с некоторыми материалами. Системы холодильных установок, использующих аммиак, подлежат строгому контролю со стороны государственных органов. Несмотря на эти отрицательные свойства, существует система подготовки специалистов для безопасной работы с этим хладагентом, а также утвержденная нормативная документация, проверенная практикой [2].

Диоксид углерода (R744) обладает высоким рабочем давлением и отрицательно влияет на организм человека [3].

Пропан (R290) обладает эффективностью применения и свойствами, близкими к широко известному хладагенту R22. Этот хладагент горюч, и для его безопасного использования установлены нормы по минимальной заправке [3].

Изобутан (R600) ограничивается применением в бытовых системах с небольшим объемом заправки, что делает несущественными такие отрицательные характеристики, как горючесть [3].

Пропилен (R1270) схож с пропаном как с точки зрения положительных, так и отрицательных свойств [3].

Среди синтетических альтернативных хладагентов с низким потенциалом глобального потепления можно выделить некоторые гидрофторуглероды, гидрофторолефины и их смеси. К этой категории относятся хладагенты, такие как R32, R1234yf, R1234ze, R1233zd, R454B, R513A, R455A, R448A, R449A, R452B и другие. Перспективный гидрофторуглерод R32 мало токсичен, трудно горюч [3].

Синтетические хладагенты тяжелее воздуха и не имеют запаха, из-за чего невозможно обнаружить утечку с помощью органов чувств, а при попадании в дыхательные пути происходит замещение кислорода, что приводит к удушающему эффекту. Новые синтетические хладагенты, несмотря на их недостатки, обычно содержат в своем составе гидрофторолефины (ГФО), что приводит к снижению их потенциала глобального потепления (ПГП).

При решении вопроса о выборе хладагента с низким потенциалом глобального потепления (ПГП) важно учесть два аспекта: замену хладагента в уже существующем оборудовании и проектирование нового оборудования, предназначенного для работы с новыми хладагентами.

В первом случае ключевыми моментами являются:

Производительность установки с новым хладагентом должна быть близкая или такая же, как при использовании старого хладагента.

Совместимость нового хладагента с используемыми материалами.

Во втором случае, при производстве нового оборудования для работы с новыми хладагентами необходимо обращать внимание на ближайшую перспективу, проектирование нового оборудования для хладагентов, которые будут выводиться из оборота не целесообразно, например R448A.

В России аммиак (R717) является единственным хладагентом, для которого правила безопасности и система подготовки кадров полностью отработаны. При этом эффективность холодильных установок при использовании аммиака не вызывает сомнений [2].

В этой статье были рассмотрены хладагенты с низким потенциалом глобального потепления, проблемы и перспективы перехода. Подводя итог можно сказать, что необходимо сфокусировать внимание на более обширном использовании природных веществ в качестве хладагентов и смесей на их основе, т.к. существующие запреты не распространяются на хладагенты данной группы. Такие хладагенты обладают крайне низким уровнем ПГП, низкой стоимостью и высокой эффективностью. К отрицательным факто-

рам применения данных хладагентов можно отнести проблемы безопасности и необходимость искать новые подходы к проектированию установок. Но не стоит недооценивать новые синтетические хладагенты с низким ПГП, такие как R1234yf, R1234ze и др., обладающие низким ПГП и высокой эффективностью, но дороги в производстве.

Библиографический список

1. Россия ратифицировала поправку к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой // government.ru. URL: <http://government.ru/news/39294/> (дата обращения: 10.12.2023).
2. Использование аммиака в холодильной отрасли России: проблемы и перспективы // unido-russia.ru. URL: <https://www.unido-russia.ru/archive/num1/art11/> (дата обращения: 11.12.2023).
3. Проблемы перехода на альтернативные хладагенты // holodcatalog.ru URL: <https://holodcatalog.ru/entsiklopedii/khladagenty-i-masla/problemy-perekhoda-na-alternativnye-khladagenty/#1> (дата обращения: 15.12.2023).

Изучение закономерностей обезвоживания крепкосолоного рыбного сырья клипфискной разделки

Михайлов С. А., Похольченко В. А., Хоменко Ю. В., Горохов А. А.

*(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра технологического и холодильного оборудования,
Mikhaylovs@mstu.edu.ru)*

Аннотация. Работа направлена на аналитическое и экспериментальное исследование процесса сушки крепкосолоной рыбы клипфискной разделки и адаптацию энергоэффективных систем обезвоживания. Исследуется влияние различных параметров на эффективность проведения процесса. Закономерности протекания процесса послужат основой для разработки оптимальных режимов и эффективного технологического оборудования для сушильных производств.

Abstract. The work is aimed at an analytical and experimental study of the salted clipfisk drying process and energy-efficient dehydration systems adapting. The influence of various parameters on the process efficiency is determined. The regularities of the process will become the basis for the development of optimal modes and efficient technological equipment for drying industries.

Ключевые слова: соленый клипфиск, обезвоживание, сушильная установка, жесткость режима

Key words: salted clipfisk, dehydration, drying unit, the mode rigidity

Тепло- и массообменные процессы, протекающие при конвективной сушке крепкосолоной рыбы клипфискной разделки в настоящее время мало изучены [1; 2]. Оптимизация процесса и повышение его энергоэффективности возможна на базе получения кинетических и диффузионных закономерностей. При их наличии открываются пути надежного управления процессом и модернизации существующего оборудования, а также разработки инновационных образцов сушильной техники [2; 3].

Для исследования тепло- и массообменных процессов, протекающих при обработке крепкосолоной рыбы была проведена серия экспериментальных исследований. Исследования проводились на производственной площади учебно-экспериментального цеха Мурманского арктического университета. Опытная партия охлажденной трески была рассортирована по схожим весовым категориям. Произведена ручная клипфискная разделка рыбы, мойка, стекания, крепкий посол в избытке соли (включая соб-

ственно посол, досаливание и выдержку). По истечении 14 суток соленый клипфиск подвергался удалению с поверхности кристаллической соли и размещался в вагонетках универсальной коптильно-сушильной установки [4]. Процесс обезвоживания крепосоленой рыбы осуществлялся в режиме холодной конвективной сушки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Процесс сушки клипфиска в универсальной коптильно-сушильной установке

Универсальная коптильно-сушильная установка состоит из теплоизолированной камеры, поделенной на пять отсеков перегородками, образующими каналы попеременного движения воздуха в каждом из них. Это обеспечивает равномерную циркуляцию воздуха и уменьшает количество застойных зон в объеме камеры. Приточный вентилятор обеспечивает рециркуляцию сушильного агента. Вытяжной вентилятор, установленный на выходе из установки, позволяет направлять часть воздуха на утилизацию. Нагрев воздуха до заданной температуры в камере смешения осуществляется электрокалориферами. Регулировка количества отводимого и рециркуляционного воздуха определяется положением воздушных клапанов. Загрузка отсеков камеры производится через индивидуальные двери. Для контроля заданных параметров воздуха, в камере установлены датчики влажности и температуры [4].

Контролируемыми параметрами процесса сушки крепкосоленой рыбы являлись: средняя температура (t , °C) и относительная влажность (ϕ , %) в камере, начальная влажность рыбы (ω , %) и ее удельная поверхность (S/m , m^2/kg), скорость циркуляции теплоносителя (v , м/с). Параметры t и ϕ объединены параметром $x_p = t(1 - 1/\phi)$, характеризующим жесткость режима тепловой обработки.

Эксперимент проводился при полной загрузке камеры в условиях приближенных к промышленным в два этапа – с изменением жесткости режимов сушки (x_p). Первый этап эксперимента проводился в течении трех суток при жесткости режима равного $x_p = 9,4$. Второй этап эксперимента проводился в течении четырех суток при жесткости режима $x_p = 9,8$. В проведенной серии экспериментов исследовалось влияние размерно-массовых характеристик соленого клипфиска на темп обезвоживания. Последние учитывались удельной поверхностью крепкосоленой рыбы, рассортированной на три фракции. Получен ряд кривых кинетики обезвоживания зависимости вида $\omega = f(\tau)$. Установлено, что в щадящих режимах холодной сушки с указанной жесткостью достигается стандартная влажность в течение 2–3 суток в зависимости от размерно-массовых характеристик соленого полуфабриката. Работы по изучению влияния режимных параметров на характер протекания процесса сушки клипфиска продолжают с целью получения обобщенных закономерностей процесса и использования их в повышении энергоэффективности теплового процесса.

Библиографический список

1. Глазунов Ю. Т. Процессы сушки, копчения, вяления рыбы и их аппаратное оформление / Ю. Т. Глазунов, А. М. Ершов, М. А. Ершов, В. А. Похольченко. Калининград : Изд-во ФГБОУ ВПО "КГТУ", 2013. 220 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и [др.] / под ред. А. М. Ершова. СПб. : ГИОРД, 2006. 944 с.
3. Похольченко В. А. Результаты модернизации коптильных установок типа "Квернер Брук" и "НИКМА-500" / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // 3 междунар. спец. выставка "Море. Ресурсы. Технологии–2002" : материалы докл. практ. семинара "Стратегия развития берегового рыбоперерабатывающего комплекса и технологий в современных условиях региона" (Мурманск, 13–16 марта 2002). Мурманск : МГТУ, 2002. С. 15–20.
4. Коптильно-сушильная установка : пат. 51827 Рос. Федерация : МПК7 А 23 В 4 / 044 / Ершов А. М., Ершов М. А., Похольченко В. А. ; заявитель и патентообладатель Мурм. гос. техн. ун-т. № 2005130780/22 ; заявл. 04.10.2005; опубл. 10.03.2006 , Бюл. № 7.

Анализ основных неисправностей при эксплуатации компрессорного блока системы холодоснабжения

Плешков А. Ю., Голубева О. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, Golubevaoo@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты анализа неисправностей, поломок и производимого ремонта компрессорного блока холодильной установки ледокола, обеспечивающей охлаждение воздуха для всех необходимых объектов. Анализ выполнен на основании актов технического состояния и произведенных ремонтных работ оборудования.

Abstract. The article presents the results of the analysis of malfunctions, breakdowns and repairs of the compressor unit of the icebreaker refrigeration unit, which provides air cooling for all necessary facilities. The analysis was performed on the basis of certificates of technical condition and repair work performed on the equipment.

Ключевые слова: холодильная установка, компрессор, объект, наработка, дефектация, размеры

Key words: refrigeration unit, compressor, facility, operating time, defect, dimensions

На судне установлена холодильная установка stal NB 474. Установка работает на хладагенте R22. В состав установки входят три компрессионных агрегата типа РК24K22. Два агрегата обеспечивают работу соответственно морозильной и холодильной провизионных камер. Третий агрегат является резервным. Компрессора одноступенчатые, четырехцилиндровые прямого действия. Расположение цилиндров V-образное под углом 60 градусов. Охлаждение воздушно-принудительное.

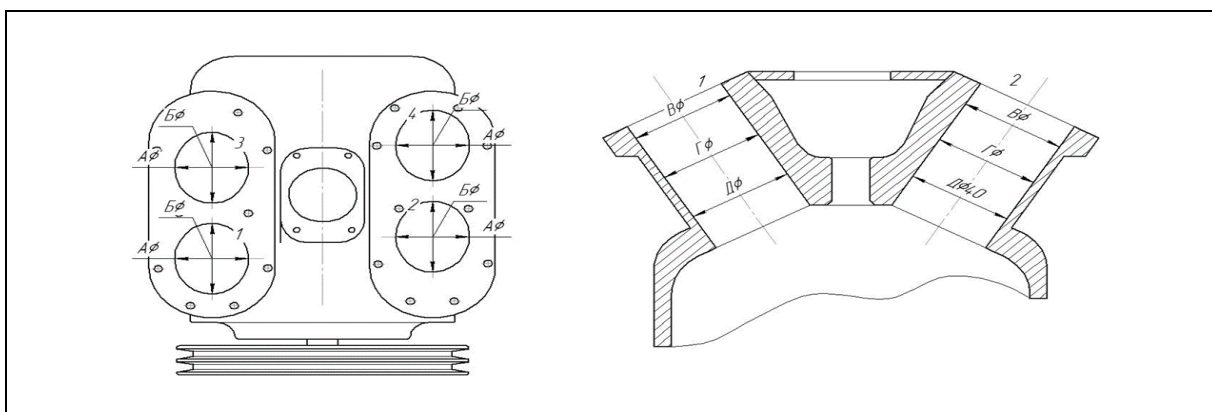
Блок цилиндров отлит в одно целое вместе с картером из специального сплава. Хонингованные цилиндры имеют малые допуски и высококачественную поверхность. Коренные подшипники состоят из готовых к монтажу вкладышей. Коленчатый вал изготовлен из чугуна с графитом шаровидной формы. Шатуны изготовлены из железных поковок и снабжены точно высверленными втулками из свинцовой бронзы для поршневых пальцев и сменными вкладышами, изготовленные из металла средней жесткости и покрытые специальным антифрикционным составом. Цемен-

тированные поршневые пальцы изготовлены с исключительно малыми допусками. Поршни изготовлены из чугуна.

В статье приводятся результаты дефектации деталей (систем) одного из компрессоров, полученные во время очередных ТО или ремонта по причине его низкой производительности. Все замеры производились от маховика.

Результаты дефектации цилиндров представлены в таблице 1.

Таблица 1



Наработка (общая / с последне- го ремонта), ч	Размер, мм								
		1 цилиндр		2 цилиндр		3 цилиндр		4 цилиндр	
		<i>Аφ</i>	<i>Бφ</i>	<i>Аφ</i>	<i>Бφ</i>	<i>Аφ</i>	<i>Бφ</i>	<i>Аφ</i>	<i>Бφ</i>
60296 / 4648	<i>Бφ</i>	48,05	48,04	48,05	48,05	48,05	48,04	48,06	48,04
	<i>Гφ</i>								
	<i>Дφ</i>								
63585 / 3289	<i>Бφ</i>	48,07	48,05	48,06	48,06	48,05	48,05	48,07	48,04
	<i>Гφ</i>								
	<i>Дφ</i>								
70245 / 6660	<i>Бφ</i>	48,07	48,05	48,07	48,05	48,07	48,05	48,08	48,04
	<i>Гφ</i>	48,06	48,05	48,07	48,06	48,06	48,05	48,08	48,05
	<i>Дφ</i>	48,03	48,03	48,02	48,02	48,02	48,02	48,03	48,03

Трещины, задиры, отсутствуют. Имеются незначительные продольные царапины, оставшиеся с предыдущего ремонта и хонингования цилиндров.

Номинальный размер 48,3 мм. С увеличением срока эксплуатации возрастает значение параметра овальности 0,02 мм до 0,04 мм. Общее состояние удовлетворительное. В таблице 2 приведены результаты дефектации коленчатого вала.

Таблица 2

Наработка (общая / с последнего ремонта), ч	Размер, мм					
	<i>Kφ</i>	<i>1φ</i>	<i>2φ</i>	<i>3φ</i>	<i>4φ</i>	<i>K1φ</i>
31,93	34,93	34,95	34,94	34,94	31,94	
31,93	34,93	34,93	34,93	34,92	31,92	
31,93	34,92	34,93	34,93	34,92	31,91	

На коренных и мотылевых шейках имеются выработка, следы цветного металла подложки вкладышей мотылевых подшипников, небольшие царапины. Состояние удовлетворительное. На рабочих поверхностях имеются глубокие кольцевые риски.

В таблице 3 приведены результаты дефектации шатунов.

Таблица 3

Наработка (общая / с последнего ремонта), ч	Размер, мм								
		1 шатун		2 шатун		3 шатун		4 шатун	
		<i>Bφ</i>	<i>B1φ</i>	<i>Bφ</i>	<i>B1φ</i>	<i>Bφ</i>	<i>B1φ</i>	<i>Bφ</i>	<i>B1φ</i>
60296 / 4648	<i>1φ</i>	16,05	16,06	16,06	16,07	16,05	16,06	16,05	16,06
	<i>2φ</i>	35,04	35,04	35,04	35,04	35,05	35,05	35,05	35,05
63585 / 3289	<i>1φ</i>	16,04	16,03	16,04	16,03	16,03	16,04	16,03	16,02
	<i>2φ</i>	35,04	35,02	35,04	35,05	35,04	35,05	35,04	35,08
70245 / 6660	<i>1φ</i>	16,05	16,05	16,05	16,04	16,04	16,03	16,04	16,04
	<i>2φ</i>	35,04	35,02	35,04	35,03	35,03	35,01	35,03	35,05

При наработке 4648 ч. Втулки головных подшипников в удовлетворительном состоянии. Номинальный размер 16,3 мм. Зазоры головных подшипников: 0,1/0,1/0,11/0,11 мм. Предельный зазор 0,2 мм. Вкладыши мотылевых подшипников в плохом состоянии. Имеются отслоения, истирание фрикционного слоя, задиры, выкрашивание. Вкладыши заменены на но-

вые. Радиальные зазоры: 0,08 /0,08/0,09/ 0,09 мм. Номинальный зазор 0,04 – 0,06 мм. Максимальный допустимый зазор – 0,15 мм.

При наработке 6660 ч. Зазоры палец – головной подшипник: 0,08 / 0,10 / 0,09 / 0,08 мм. Номинальный зазор 0,03 мм. Требуется замена шатунов № 2 и № 3. Вкладыши мотылевых подшипников в плохом состоянии вследствие полного истирания фрикционного слоя и наличия мелких царапин – необходима замена. Зазоры подшипник/вал: 0,12/0,11; 0,11/0,10; 0,10/0,08; 0,11/0,13 мм. Номинальный зазор – 0,05мм. Осевой зазор между шейками коленвала и мотылевыми подшипниками – 0,1мм. Требуется замена вкладышей мотылевых подшипников.

Применение эффективных методов тепловой обработки мясного сырья при производстве снековой продукции

Похольченко В. А., Иванов М. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, PokholchenkoVA@mstu.edu.ru)

Аннотация. Работа направлена на повышение энергоэффективности процесса конвективной сушки мясного сырья для линий снековой продукции. Определяются оптимальные режимы ведения технологического процесса конвективной тепловой обработки на мясное сырье различного видового состава. Выявление особенностей влияния режимных параметров на характер протекания процесса послужит основой разработки энергосберегающих режимов и ресурсосберегающей технологии мясных снеков.

Abstract. The work is aimed to improving the energy efficiency of the convective drying process of meat raw materials for snack product lines. The optimal modes of convective heat treatment technological process for various species composition of meat raw materials are determined. Obtaining the characteristics of the influence of regime parameters on the intensity of the process will serve as the basis for the development of energy-saving modes and resource-saving technology of meat snacks.

Ключевые слова: мясные снеки, обезвоживание, сушильная установка, энергосберегающие режимы

Key words: meat snacks, dehydration, drying unit, energy-saving modes

Процессы тепловой обработки пищевых продуктов конвективной сушкой относятся к одним из наиболее энерго- и ресурсозатратных в технологических линиях мясоперерабатывающих заводов. При этом в силу особенностей химического и видового состава мясного сырья проведение данных процессов необходимо осуществлять при строгом соблюдении соответствующих режимных параметров [1; 2]. Выявление и проектирование рациональных и оптимальных режимов ведения процесса должно базироваться на научно-практических основах обработки мясных продуктов.

В настоящее время наблюдается возросший интерес потребителей к белковым продуктам. Мясная снековая продукция находит распространение в качестве удобного и быстрого питания, одновременно, служит ценным источником энергии для организма. Это в свою очередь стимулирует рост рынка мясной закусочной продукции с перспективой превращения белковых мясных снеков в ведущий его сегмент. Большинство произ-

водителей снековой продукции уделяют внимание их пищевой ценности и развивают отдельное направление в сегменте пищевых продуктов. Таким образом, развитие линий изготовления сушеных и вяленых мясных снеков направлено на привлечение потребителей готовой деликатесной продукции, сбалансированной в энергетическом и пищевом соотношении. При растущем спросе на мясные снеки имеет место невысокий уровень развития промышленного оборудования для их производства. При отсутствии специального теплового оборудования, изготовители мясных снеков часто используют для этих целей термошкафы и камеры для производства колбасной и мясной деликатесной продукции [1; 3; 4].

В работе предложено изготовление мясной снековой продукции в виде колбасок и соломки с различной удельной поверхностью из мясного сырья с низким, средним и высоким содержанием жира.

В качестве объектов тепловой конвективной обработки в условиях полугорячей сушки использовали мелко измельченное мясо свинины нежирной, филе куриного, филе индейки, а также в виде тонко измельченного сырья (фаршевой эмульсии) без дополнительных ингредиентов и с различным соотношением основного сырья и ингредиентов. После созревания мясного фарша (эмульсий) проводились формование снековых заготовок на носителях экспериментальной сушильной установки. Проведены серии экспериментов при различной жесткости (тепло-влажностных режимах) конвективной обработки [5] методами полугорячей сушки. Внешний вид готовой снековой продукции, получаемой с применением методов полугорячей сушки, приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Снековая мясная продукция

В качестве рационального на данном этапе исследования нами был принят режим обезвоживания при жесткости режима тепловой обработки $X_p = 40\text{--}44$ [5]. Продолжительность процесса составила от 5 до 7 часов в зависимости от удельной поверхности полуфабриката снеков. Обезвоживание проводили до остаточной влажности 35–37 %.

Исследования по выявлению особенностей обезвоживания мясного сырья были также проведены на производственной площади учебно-экспериментального цеха Мурманского арктического университета с применением универсальной коптильно-сушильной установки [6].



Рисунок 2 – Сушка снеков в универсальной коптильно-сушильной установке

Построены и проанализированы графические зависимости процесса обезвоживания для различных видов мясного сырья, отражающие характер удаления влаги в процессе сушки. Зависимости определяли на основе разных серий опытов, в которых учитывали влияние на процесс одного из параметров при таковых постоянных остальных. Разрабатывается предварительная математическая модель для использования ее в методике проектирования оптимальных режимов обезвоживания мясного сырья.

Разрабатывается конструкция сушильного агрегата для снековой мясной продукции. Для дальнейших исследований предполагается собрать установку, исследовать эффективность комбинированной сушки в несколько этапов при разных режимных параметрах, а также адаптировать ее к использованию в сочетании с альтернативной системой теплоснабжения от теплонасосной установки.

Библиографический список

1. Калинина И. В., Руськина А. А. Современные подходы в технологии безопасной снековой продукции // Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2, № 3. С. 29–36.
2. Фейнер Г. Мясные продукты. Научные основы технологии, практические рекомендации. СПб. : Профессия, 2010. 720 с.
3. Потапова В. А., Мезенова О. Я. Биотехнология сушеных снеков повышенной биологической ценности на основе хребтов лососевых и топинамбура // Известия ТИНРО. 2014. Т. 178. С. 246–252.
4. Иванов И. В., Гуринович Г.В. Исследование вакуум-инфракрасной сушки чипсов из мяса птицы // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3. С. 22–26.
5. Похольченко В. А., Смирнова А. П. Разработка и создание ресурсо- и энергоэффективной технологии сушки структурированных рыбных изделий. // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. 2020. № 3. С. 36–45.
6. Коптильно-сушильная установка : пат. 51827 Рос. Федерация : МПК7 А 23 В 4 / 044 / Ершов А. М., Ершов М. А., Похольченко В. А. ; заявитель и патентообладатель Мурман. гос. техн. ун-т. № 2005130780/22 ; заявл. 04.10.2005; опубл. 10.03.2006, Бюл. № 7.

Анализ современных способов сжижения природного газа

Селюков П. К., Голубева О. А. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, selyukovpk@mauniver.ru*)

Аннотация. В статье рассмотрены существующие способы получения СПГ. Цель статьи – обзор применяемых способов, их описание и анализ, выявление преимуществ и недостатков. Актуальность проблемы связана с растущим спросом, необходимостью повышения энергетической.

Abstract. The article discusses the existing methods of obtaining LNG. The purpose of the article is to review the methods used, describe and analyze them, identify advantages and disadvantages. The relevance of the problem is associated with growing demand, the need to increase energy.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, СПГ, малотоннажное производство
Key words: liquefied natural gas, LNG, low-tonnage production

Важность сжижения природного газа обусловлена экономической эффективностью транспортировки его объемной жидкой формы, которая составляет всего 1/600 объема по сравнению с газообразной формой. СПГ пользуется большим спросом во всем мире в качестве источника топлива для выработки электроэнергии, и спрос растет год от года. Высокий спрос на СПГ-топливо связан с тем, что он выделяет в атмосферу меньше вредных газов по сравнению с другими видами ископаемого топлива. Поэтому, чтобы удовлетворить этот спрос, производители СПГ ищут наилучший вариант максимизации производства за счет оптимизации своих существующих установок. Однако следует учитывать несколько других факторов этого варианта, чтобы не пришлось нести дополнительные расходы по увеличению мощности установки.

Цель данной работы – обзор применяемых способов, их описание и анализ, выявление преимуществ и недостатков.

Актуальность работы связана с растущим спросом, развитием глобальных рынков и необходимостью повышения энергетической эффективности и экологической устойчивости.

Арктический Каскад – это технология сжижения газа с использованием климата Арктики. НОВАТЭК 21 марта 2018 г. сообщил о получении российского патента № 2645185 С1 на Арктический каскад [1].

Данный способ использует арктический холод для сжижения газа. Процесс сжижения состоит из двух этапов, которые обеспечивают высокую энергоэффективность технологии за счет максимального использования арктического климата.

Технология Арктический каскад: упрощает технологический процесс; обеспечивает стабильность работы при изменении параметров процесса сжижения; позволяет снизить капитальные затраты на оборудование [1].

Недостатками технологии являются низкое давление сжижаемого газа (41 бар), из-за чего возрастают удельные энергозатраты на сжижение, большое количество единиц оборудования, необходимость доставки хладагента этилена от сторонних поставщиков, сложная схема регулирования потоков хладагента - три трехступенчатых компрессора, девять антипомпажных контуров [2].

Данный способ подходит из-за экономических затрат и размеров подходит для среднетоннажных и крупнотоннажных заводов СПГ.

Сжижение природного газа с помощью дроссельно-эжекторного цикла высокого давления и с предварительным охлаждением является одним из методов сжижения природного газа.

Одними из достоинств можно считать его простоту и надежность.

К недостаткам такого способа относятся узкий диапазон оптимального контура и высокое энергопотребление при относительно низком коэффициенте сжижения, который зависит от работы газораспределительной станции и потребления газа за сезон.

Расчетный коэффициент сжижения СПГ составляет 48 % [3].

Данный способ получения сжижения природного газа подходит для малотоннажных производств СПГ.

Азотный цикл является одним из наиболее широко используемых методов для сжижения природного газа. Он базируется на принципе использования азота для охлаждения природного газа до низких температур, которые позволяют превратить его в жидкость.

Азотный цикл для сжижения природного газа является надежным и широко используемым методом. Он хорошо работает для сжижения больших объемов газа, позволяет достичь высокой плотности и удобства при хранении и транспортировке. Однако, его применение требует специализированного оборудования и постоянной подачи азота, что может вызывать дополнительные затраты.

В этой статье были проанализированы современные способы сжижения природного газа, которые уже используются в российском производстве. Когда дело доходит до малотоннажного производства наиболее перспективным способом является использование азотного цикла, который может обеспечить коэффициент сжижения 99 %. В крупнотоннажном производстве СПГ Россия значительно отстает от зарубежных стран, но в области малотоннажного производства СПГ уже накоплен некоторый опыт и есть достаточные научные, инженерно-технические и производственные ресурсы для успешного практического развития данного направления [4].

Библиографический список

1. Арктический каскад // Neftegaz.ru URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/pererabotka-nefti-i-gaza/524100-arkticheskiy-kaskad/> (дата обращения: 05.12.2023).
2. RU №2645185 С1. Способ сжижения природного газа по циклу высокого давления с предохлаждением этаном и переохлаждением азотом "Арктический каскад" и установка для его осуществления // Федеральный институт промышленной собственности. URL: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=0fcd52ff2569f7abb90750b09f73df6e> (дата обращения: 05.12.2023).
3. Российские малотоннажные производства по сжижению природного газа // cyberlinka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskie-malotonnazhnye-proizvodstva-po-szhizheniyu-prirodnogo-gaza/viewer> (дата обращения: 05.12.2023).
4. Федорова Е.Б., Мельников В.Б. Основные проблемы малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа // Тр. РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. 2014. № 4. С. 112–123.

Экспериментальное исследование процесса охлаждения рыбы

Шутов А. В., Похольченко В. А., Иваней А. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, Shutovav@edu.ru)

Аннотация. Для улучшения качества рыбной продукции, важно на начальном этапе производства создать условия для быстрого охлаждения. Применение кипящего слоя с добавлением чешуйчатого льда требует проведения многочисленных экспериментов. На основании опытных данных определены частные эмпирические зависимости, отражающие влияние отдельных факторов. Получено обобщенное уравнение процесса теплообмена в модели рыбоохладителя с добавлением чешуйчатого льда.

Abstract. The use of an ice-water mixture contributes to the intensification of fish pre-cooling process and, as a result, improves product quality indicators. The results of processing experimental data obtained during the experiments made it possible to determine particular empirical dependencies for the weighted layer, reflecting the influence of individual factors. A generalized heat transfer equation for cooling fish in a suspended layer using an ice-water mixture is determined.

Ключевые слова: предварительное охлаждение рыбы, интенсификация процесса, теплообмен

Key words: preliminary fish cooling, process intensification, heat transfer

В пищевой промышленности важной задачей является сохранение качества продукции. Интенсификация процесса теплообмена способствует этому. Консервирование посредством охлаждения необходимо для сохранения качества сырья. На этапе предварительного охлаждения используют охлажденную морскую воду. Чаще применяют на промысле способ [1; 2]. Рыбный слой рассматривается как зернистая среда с большими частицами (рыба). Изучение процессов (фильтрация, теплообмен, массообмен) и проводимые эксперименты позволяют судить о возможности дальнейшей интенсификации. Применение взвешенного слоя [3–5], дает ощутимый результат. Эксперименты выявили недостатки способа, заключающиеся в неустойчивости процесса витания. Подтверждено влияние числа Рейнольдса Re на интенсивность процесса охлаждения. Влияние порозности слоя ε неоднозначно и требует дальнейшего исследования.

Порозность взвешенного слоя меняется в пределах 0,4–1,0. Фактическое оптимальное значение для процесса, как и оптимальные формулы, отсутствуют. Необходимость дополнительных работ очевидна, важно исследовать

довать зависимости значений порозности взвешенного слоя из рыб от скорости потока воды. Ранее проводились исследования преимущественно в воздушном слое с частицами малых размеров. Для нашего случая необходимы дополнительные исследования с использованием разных моделей рыб с учетом среды, формы и размера [3; 5].

Отличительная особенность взвешенного слоя в нашем случае заключается в том, что отличие плотности среды и частиц не значительны. Частицы значительно большего размера и могут по форме быть плоской (ерш, палтус, скат) и классической веретенообразной формы (треска, скумбрия, окунь).

В производственных условиях соотношение воды и рыбы поддерживается 1:1 или 1:2. Соответственно порозность будет от 0,3 до 0,55. Из литературных источников значение порозности $\varepsilon = 0,52$ является оптимальным.

Прибегая к ранее проведенным исследованиям, можно сделать вывод о незначительном влиянии порозности в нашем случае. Следовательно, можем порозность учитывать как константу.

Исследования процесса охлаждения во взвешенном слое позволяют получить обобщенное уравнение [3]

$$Nu = 0,483 Re^{0,66} \varepsilon^{-0,33} \quad 300 < Re < 700, \quad 0,35 < \varepsilon < 0,55. \quad (1)$$

Для интенсификации охлаждения предлагается добавление чешуйчатого льда. Для учета изменений и уточнения имеющихся уравнений требуется проведение дополнительных замеров.

Метод анализа размерностей получим критериальное уравнение, описывающее теплообмен во взвешенном слое для нашего случая (добавление чешуйчатого льда).

$$Nu = C Re^n Pr^d (M_{\text{л}}/M_{\text{в}})^m, \quad (2)$$

где Nu - критерий Нуссельта;

Pr – критерий Прандтля.

Критерий Прандтля можно не учитывать в виду малого диапазона температур (влияние на уровне погрешности измерительных приборов). В результате получим

$$Nu = C Re^n (M_{\text{л}}/M_{\text{в}})^m. \quad (3)$$

По результатам обработки экспериментальных данных получены эмпирические зависимости, по которым определено обобщенное уравнение теплообмена с учетом влияния наиболее значимых факторов на критерий

Нуссельта Уравнение теплообмена применимо к охлаждению рыбы во взвешенном (кипящем) слое с добавлением чешуйчатого льда.

$$Nu = 0,678Re^{0,66}(M_{л}/M_{в})^{0,243} \quad 300 < Re < 700, \quad 0,4 < (M_{л}/M_{в}) < 1 \quad (4)$$

В данном случае был обобщен размер моделей рыб (эквивалентный диаметр) и применена средняя температура в диапазоне проводимого эксперимента (процесс охлаждения).

Проведенные испытания с добавлением чешуйчатого льда подтвердили обобщенное уравнение теплообмена во взвешенном (кипящем) слое моделей рыб. Выполнена модернизация опытной установки для исследования теплообменного процесса применительно к судам рыбной промышленности. Предложена методика инженерного расчета промышленного рыбоохладителя.

Библиографический список

1. Семенов Б. Н. [и др.]. Современные технологии холодильной обработки рыбы // *Материалы научно – практической конференции "Техника и технологии пищевых производств на рубеже 21 века"*. Калининградский ГТУ, 2002.
2. *Технология рыбы и рыбных продуктов : учебник для вузов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др. ; под ред. А. М. Ершова. СПб. : ГИОРД, 2006. 944 с.*
3. Шутов А. В., Глазунов Е. А., Похольченко В. А. Применение энергосберегающих технологий в процессе предварительного охлаждения рыбы // *Рыбное хозяйство. 2016. № 5.*
4. Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. Исследование гидродинамики потока охлаждающей морской воды в судовых рыбоохладителях методом электрогидравлических аналогий. *Мат. Междунар. науч.-практ. конф. "Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья"*, посвящ. памяти проф. Н. Н.Рулева, 24–25 апреля 2008 г. Мурманск : МГТУ, 125. С. 2008.
5. Шутов А. В., Похольченко В. А. Анализ и практическое подтверждение обобщенного уравнения теплообмена при охлаждении рыбы во взвешенном слое // *Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств: мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 26 апреля 2018 г. / Мурманский государственный технический университет. Мурманск : МГТУ, 2018. С. 259–262.*

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

Инновационные решения в туризме на основе принципов устойчивого развития

Воловик О. А., Сидоровская Т. В., Соколова Е. С. (*г. Архангельск, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, e.s.sokolova@narfu.ru*)

Аннотация. Рассмотрены понятия и принципы устойчивого туризма и инноваций в туризме, проведен аналитический обзор внедряемых инноваций в устойчивом туризме.

Abstract. The concepts and principles of sustainable tourism and innovations in tourism are considered, and an analytical review of the implemented innovations in sustainable tourism is carried out.

Ключевые слова: устойчивый туризм, принципы устойчивого туризма, инновации, виды инноваций, зеленые инновации, проблемы внедрения инноваций

Key words: sustainable tourism, principles of sustainable tourism, innovation, types of innovation, green innovation, problems of innovation implementation

Устойчивое развитие туризма означает балансирование экономических, экологических, социальных и культурных целей развития на долгосрочной основе и предполагает учет интересов всех заинтересованных сторон и рациональное использование туристских ресурсов. В обобщенном виде основные принципы устойчивого развития туризма можно представить следующим образом: оптимально использовать экологические ресурсы, помогая сохранять природное наследие и биоразнообразие; уважать социально-культурную аутентичность принимающих общин, сохранять их архитектурное и живое культурное наследие; обеспечивать жизнеспособные, долгосрочные экономические операции [1].

Использование инноваций и цифровых достижений предоставляет туризму возможности для повышения инклюзивности, расширения прав и возможностей местных сообществ и эффективного управления ресурсами, а также для достижения других целей в рамках более широкой повестки дня в области устойчивого развития. Особенностью инноваций в туризме является их качественная новизна, как в турпродуктах, так и в рынках сбыта, информационных технологиях и современных методах управления туристскими организациями. Рассмотрим инновации в устойчивом туризме, опираясь на классификацию по содержанию инноваций: продуктовые, инфраструктурные, технологические и управленческие.

Продуктовые инновации – это качественно новые маршруты, туры, отдельные товары и услуги, которые сегодня мы рассматриваем в контексте устойчивого развития. Примерами продуктовых инноваций в Архангельской области являются такие туры как Национальный туристский маршрут России "Архангельск: здесь начинается Арктика", туры "Сказание о земле Поморской", "Сказка Русского Севера", "Арктические каникулы 2024", промышленный тур "Вкусные производства Арктики", в сфере экологического туризма: экотропа "Птицы, рыбы и киты" национального парка "Онежское Поморье" и маршрут "Заповедная Чудь" Парка "Голубино", отвечающие таким принципам устойчивого развития как сохранение культуры, быта, развитие экономики принимающих общин. Инновационным видом эко-туризма является джайлоо-туризм – молодой вид активного отдыха, путешествия в самые удаленные уголки земли, которых почти не коснулась цивилизация. Тур "К северным оленям" предполагает знакомство с оленеводами-кочевниками и их бытом, с северными оленями.

Инфраструктурной инновацией является уникальный сервис NEBI TRAVEL – инновационный мультифункциональный классифайд сервис, предназначенный для поддержки этичного и экологичного туризма, а также содействия туристическим компаниям в достижении устойчивости²⁰. Каждый отель, гостевой дом, ресторан или курорт в коллекции сервиса соответствует как минимум 5 критериям из 18, среди которых активное сокращение одноразового пластика, энерго- и водосбережение, забота о животных, зеленые технологии при строительстве, продукты питания местного производства, отдельный сбор отходов и другие.

В индустрии гостиничного сервиса сегодня становятся популярными и доступными такие "зеленые" инновации, как энергосберегающие и водосберегающие технологии; цифровые инновации; экологичные строительные материалы; эко-декор в номере; гипоаллергенные постельные принадлежности, натуральные средства гигиены и другие [2].

Среди технологических инноваций можно выделить виртуальные туры, VR и AR технологии, ГИС-технологии, технологии в транспортной инфраструктуре. Примером может служить виртуальный тур "Красивое Поморье" (<https://mynorth29.ru/pomorie/>), в котором доступны несколько лока-

²⁰ Nebi Travel [Электронный ресурс]. – URL: <https://hebitravel.org/o-nas/>

ций Архангельской области: г. Архангельск, г. Северодвинск (набережная), Кий-остров, г. Сольвычегодск, г. Каргополь, Пинежские пещеры и Соловки.

Из общедоступных геоинформационных систем наиболее известны в России Google Earth, Яндекс.Карты и 2GIS. Нововведением в 2ГИС является новый слой "Туристические места", в котором более ярко выделены места интересные туристам, и приглушены другие менее важные объекты. Недавно появилась возможность более детально рассматривать архитектуру некоторых зданий и смотреть их планы по этажам.

Технологии в транспортной инфраструктуре предполагают использование технологии распознавания лиц (биометрия), бронирование досмотра, санитарную обработку багажа и "санитэги", кабинки для дезинфекции в полный рост и умные устройства Intelligent Sanitisation Robots (роботы-клинеры), бесконтактный прокат автомобилей.

В качестве управленческих инноваций представляет интерес межрегиональное сотрудничество и культурный обмен между регионами. Примером межрегионального сотрудничества в Архангельской области является проект "Северное трехречье", главная цель которого – объединить усилия в продвижении туристских маршрутов по красивейшим местам юго-востока региона.

При внедрении инноваций в туристский бизнес имеются проблемы: недостаток финансовых ресурсов у предприятий туристской индустрии; увеличение затрат на приобретение экологичных расходных материалов и инвестиции в эко-инновации, что приводит к росту цен на услуги; неготовность высшего менеджмента и/или собственников бизнеса к внедрению "зеленых инноваций", связанная с недостаточным пониманием сущности устойчивого развития туризма и необходимости перемен. Преодоление указанных проблем возможно, на наш взгляд, благодаря имеющемуся мировому опыту, усилиям органов власти и туристского сообщества по внедрению в туризме стандартов устойчивого развития, растущей потребности самих туристов в получении более качественных и экологичных туристских продуктов.

Библиографический список

1. Сидоровская Т. В. Реализация принципов устойчивого развития в туризме / Т. В. Сидоровская, Е. С. Соколова, О. А. Воловик // Устойчивость региональных систем в условиях глобальных изменений: Сборник материалов VII Всероссийской конференции с международным участием, Архангельск, 02–03 декабря 2022 года / сост. И. А. Сивоброва. Архангельск : ООО "КИРА", 2023. С. 268–277. EDN TMWPFI.
2. Гомилевская Г.А., Савлук Д.А. Зеленые инновации в гостиничном бизнесе: разработка концепции экологичного гостиничного номера // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 9. С. 22–28. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=2968&ysclid=lpoinc86y2554915559> (дата обращения 01.12.2023).

Технологическое обеспечение крупнотоннажных СПГ-проектов Арктической зоны Российской Федерации в условиях санкций²¹

Гафуров А. Р. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра ЭиУ, gafurovar-mstu@yandex.ru)

Аннотация. Рассмотрены перспективы развития крупнотоннажных арктических СПГ-проектов в условиях санкционной политики Западных стран.

Abstract. The prospects for the development of large-capacity Arctic LNG projects in the context of the sanctions policy of Western countries are considered.

Ключевые слова: санкции, СПГ-проекты, технологиями сжижения газа

Key words: sanctions, LNG projects, gas liquefaction technologies

Одной из главных задач государства является создание условий для развития проектов, связанных с экспортом сжижения природного газа (СПГ) [1]. Несмотря на жесткую конкурентную борьбу, резкое ухудшение инвестиционного климата и санкционное давление, стратегической целью для СПГ-отрасли стало вхождение России в число стран-лидеров по генерации СПГ, и, в первую очередь, за счет крупнотоннажных арктических проектов [2; 3].

Ключевыми проектами арктического кластера стали проекты "Ямал СПГ" и "Арктик СПГ-2" как основа для развития всего арктического кластера СПГ-проектов. Перспективные объемы генерации СПГ в Арктической зоне (67,7 млн тонн в 2033–2034 гг.) определены Планом развития Северного морского пути на период до 2035 года [4].

Для обеспечения устойчивого и экономичного производства линий СПГ в арктической зоне, в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.06.2015 № 1129-р, в поселке Белокаменка (Мурманская область) ПАО "НОВАТЭК" реализован стратегический инвестиционный проект "Центр строительства крупнотоннажных морских сооружений" (ЦСКМС) – не имеющий аналогов в мире завод по серийному производству линий СПГ на основаниях гравитационного типа (ОГТ) [5].

²¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР (№ государственной регистрации в ЕГИСУ НИОКТР 122060900086-8).

На рисунке 1 представлен график ввода в эксплуатацию крупнотоннажных СПГ-проектов в Арктической зоне РФ.

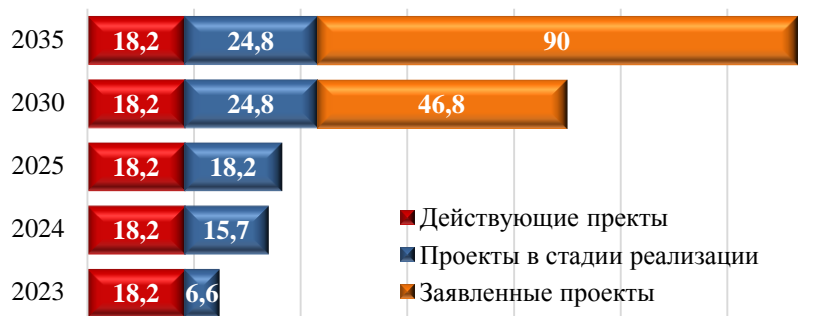


Рисунок 1 – График ввода в эксплуатацию крупнотоннажных СПГ-проектов в Арктической зоне РФ, млн тонн [6]

На сегодняшний день к категории крупнотоннажных СПГ-проектов в Арктической зоне, находящихся в стадии реализации, можно отнести: "Арктик СПГ-2" (линии 1–3); "Обский ГХК". По плану 1-ю очередь проекта "Арктик СПГ-2" планируется запустить уже к концу 2023 года, в 2026 году – запуск обоих проектов на полную мощность [6]. Однако сценарии реализации обозначенных проектов находятся в прямой зависимости от поставок основного оборудования и технологий из ряда западных стран. Поэтому в дальнейшем все новые арктические проекты, связанные с СПГ, на 80 % планируется оснащать отечественным оборудованием.

Для запуска действующего проекта "Ямал СПГ" была использована зарубежная технология сжижения газа – AP-C3MR (Air Products – США). Однако проактивная позиция ПАО "НОВАТЭК" в отношении развития отечественных технологий сжижения позволила снизить подобную зависимость в отношении проектов в стадии реализации и в отношении заявленных проектов. Так, ПАО "НОВАТЭК" впервые в России, на базе отечественной технологии "Арктический каскад" с использованием климата Арктики, построила 4-ю линию проекта "Ямал СПГ" (проектная мощность составляет 950 млн тонн в год), что дало возможность реализовать в относительно сжатые сроки среднетоннажный проект "Обский ГХК" (2 линии мощностью по 2,5 млн тонн).

В июне 2023 года ПАО "НОВАТЭК" получил российский патент на технологию сжижения природного газа (СПГ) "Арктический микс", на основе, усовершенствованной с учетом эксплуатационного опыта, технологии "Арктический каскад". Подобная технология может применяться для реализации нового проекта "Мурманский СПГ".

Таким образом, доля совокупной мощности, обеспеченной отечественными технологиями сжижения газа по проектам в стадии реализации, составляет не менее 20,2 %; по заявленным проектам – 29,1 %. Основную потребность в оборудовании для СПГ формируют крупнейшие инвестиционные проекты: "Арктик СПГ-2", "Обский СПГ", "Арктик СПГ-1", совокупная мощность которых около 45 млн тонн.

В таблице 1 представлены альтернативные решения по замене поставщиков основного критически важного оборудования для реализации проекта "Арктик СПГ-2".

Таблица 1 – Поставщики основного технологического оборудования для проекта "Арктик СПГ-2" [7]

Основное технологическое оборудование	Базовый поставщик (до введения санкций)	Альтернативный вариант поставки
Турбины для обеспечения процесса генерации энергии на наземных электростанциях	Baker Hughes (США)	Harbin Guanghan Gas Turbine Co. Ltd (КНР)
Компрессорное оборудование	Siemens (Германия)	АО "Казанькомпрессормаш"
Теплообменное оборудование	Linde (Германия)	АО "Атомэнергомаш"
Емкости для хранения и транспортировки	Gaztransport&Technigaz SA (Франция)	ПАО "Криогенмаш", НПО "Гелиймаш", АО "РМ Рейд", АО "Атомэнергомаш"

Таким образом, в среднесрочной перспективе в России появятся альтернативные варианты поставок ключевых элементов основного технологического оборудования для СПГ-проектов.

Однако сложившаяся макроэкономическая ситуация, санкционная политика США и европейских стран значительно повышают уровень риска срыва сроков реализации проекта "Арктик СПГ-2", что потребует изменения стратегии технологического обеспечения СПГ-проекта в направлении импортозамещения, создания собственных аналогов западного оборудования и развития кооперационных связей с производителями из нейтральных и дружественных стран.

Риски наложения дополнительных санкций, ограничивающих возможность транспортировки СПГ в западном направлении, требуют формирования сценариев перенаправления избыточных объемов СПГ на внутренний рынок.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. N 645 "О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года" (с изменениями и дополнениями от 27 февраля 2023 г.) / Собрание законодательства Российской Федерации, 6 марта 2023 г. N 10 ст. 1655.
2. Федеральный закон от 18 июля 2006 г. N 117-ФЗ "Об экспорте газа" (ред. от 02.11.2023) / Собрании законодательства Российской Федерации от 04 ноября 2023 г. N 41 ст. 1114.
3. Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164 "Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года" (ред. от 21 февраля 2023 г.) / Собрание законодательства Российской Федерации, 27 февраля 2023 г. N 9 ст. 1463.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации №2115-р от 01 августа 2022 года. URL:
<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202208040008/> свободный. (дата обращения: 20.11.2023).
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2015 № 1129-р. URL:
<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201506190013/> свободный. (дата обращения: 20.11.2023).
6. Справочные материалы. Карта российских СПГ проектов 2023. 96 с. URL: <http://агаз.рф/> свободный. (дата обращения: 20.11.2023).
7. Дмитриева Т. Парадокс экспорта российского СПГ и курс на импортозамещение // Морские порты. 2023. №1. URL:
<https://morvesti.ru/themes/1694/102144/>. (дата обращения: 20.11.2023).

Устойчивое развитие Арктической зоны РФ в контексте технологий циркулярной экономики

Головина Т. А., Авдеева И. Л. (*г. Орел, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, кафедра менеджмента и управления персоналом, i-avdeeva-i@yandex.ru*)

Аннотация. В статье определены приоритеты устойчивого развития Арктической зоны. Обосновано, что применение технологий циркулярной экономики является наиболее перспективным для развития данной территории.

Abstract. The article defines the priorities of sustainable development of the Arctic zone. It is substantiated that the application of circular economy technologies is the most promising for the development of this territory.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Арктическая зона, циркулярная экономика, инфраструктурные и технологические возможности

Key words: sustainable development, Arctic zone, circular economy, infrastructure and technological opportunities

Арктическая зона Российской Федерации в ближайшее десятилетие может стать основным драйвером роста отечественной промышленности. Арктическая зона Российской Федерации обеспечивает десятую часть валового внутреннего продукта (ВВП) страны, а к 2030 году объем ВВП от арктических проектов, осуществляющих перевозки Северным морским путем, может вырасти практически в два раза. Устойчивое развитие российской Арктики в условиях промышленной трансформации достаточно сложная задача, которая может быть реализована лишь при соблюдении эколого-социо-экономического баланса [1, с. 29].

Россия предпринимает шаги по эффективному использованию природных ресурсов Арктического региона, обеспечению эффективного управления регионом, развитию международного сотрудничества – важного элемента экономической интеграции, проведению политики в рамках взаимозависимости и подготовке к урегулированию разногласий и конфликтов, обладающих повышенными рисками перерастания в глобальный кризис. Насколько эффективно Россия сможет использовать энергетические ресурсы своих арктических территорий, несомненно, во многом зависит от отношений, сложившихся в регионе и в мире в целом.

К переходу на возобновляемые источники энергии уже готовы многие крупных холдинги, в которые входят предприятия, работающие в АЗ РФ в цветной и черной металлургии, нефтегазовой промышленности, энергетике, машиностроении и химической промышленности. Важную роль в обеспечении национальных интересов России играют потенциальные возможности минерально-сырьевой базы, которые смогут гарантировать устойчивый рост экономики и энергетического сектора. Продолжение освоения российского Севера, разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений – все это ключевые вопросы на повестке дня страны.

Одним из факторов, стимулирующим внедрение ESG-практик (экологической и социальной ответственности, высокого уровня менеджмента) в арктических промышленных предприятиях, является поддержка государства, которая включает преференции для социальных и экологических проектов, поддержку и льготное финансирование проектов, предусматривающих создание замкнутых циклов производства; расширение сфер применения государственно-частного партнерства. Это способствует повышению инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности промышленных предприятий на внутреннем и внешнем рынке. Приоритеты устойчивого развития Арктической зоны РФ представим на рисунке 1.

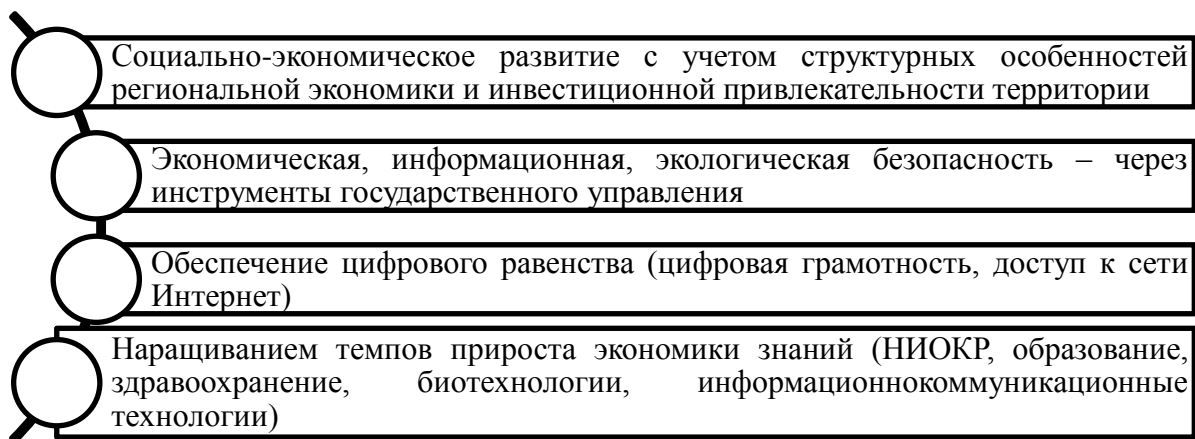


Рисунок 1 – Приоритеты устойчивого развития Арктической зоны РФ

Необходимо отметить, что на сегодняшний день ни одна страна не обладает инфраструктурой и технологическими возможностями для единоличной полноценной деятельности в регионе. За последние двадцать лет арктические страны стали особенно интенсивно работать над своей политикой в регионе, поскольку Арктический регион стал более доступным в связи с глобальным потеплением и растущими технологическими возможностями.

Одним из приоритетов концепции устойчивого развития является развитие циркулярной экономики в регионально и отраслевом разрезах. Циркулярная экономика – новая экономическая модель, при которой вторичное сырье вовлекается в хозяйственный оборот [2, с. 24], то есть цикл производства замыкается, что дает экономический и экологический эффекты. Циркулярная экономика стимулирует применение экологических и инновационных альтернативных способов использования продуктов, разрабатываемых с учетом сбалансированных отношений между экономикой и окружающей средой.

Формирование циркулярной экономики является новым этапом эколого-социально-экономического развития Арктической зоны. В глобальном масштабе экономический рост и повышение благосостояния обусловлены качеством потребления природных ресурсов и используемыми подходами к организации процессов производства, потребления и последующего обращения с отходами.

Необходимость исследования проблем регионально-отраслевого развития Арктической зоны на основе принципов циркулярной экономики обусловлена несовершенством традиционной модели экономики, глобальной цифровой трансформацией и кризисными процессами, диктующими необходимость поиска современных стратегий и инструментов развития общества и хозяйствующих субъектов данной территории в рамках новой экономической модели.

Таким образом, принципиальное доминантное значение для регионально-отраслевого развития Арктической зоны приобретают такие условия как внедрение системы экологического менеджмента, ориентированной на учет отходов производства, государственная поддержка экологических инициатив и обязательное участие потребителя в обеспечении рециркуляции производственного процесса.

Благодарность и финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00659, <https://rscf.ru/project/23-28-00659/>.

Acknowledgements and Funding. The reported study was funded by Russian Science Foundation (RSF) № 23-28-00659, <https://rscf.ru/en/project/23-28-00659/>

Библиографический список

1. Иванова Е. А. Устойчивое эколого-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации невозможно без развития "зеленой" экономики // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2021. № 1 (5). С. 27–32. DOI: 10.51823/74670_2021_1_27.
2. Молчанова С. М. Концепция циркулярной экономики в устойчивом развитии / С. М. Молчанова, А. В. Самойлов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. Т. 3, № 5 (125). С. 22–28. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2022.05.03.003.

Инновационное развитие рыбной отрасли

Кузьменко В. М. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экономики и управления, kuzmenkovm@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы и перспективы инновационного развития предприятий и организаций рыбной отрасли Российской Федерации на современном этапе.

Abstract. The article discusses the problems and prospects of innovative development of enterprises and organizations in the fishing industry of the Russian Federation at the present stage

Ключевые слова: инновационное развитие, рыбная отрасль, модернизация флота, инвестиционные квоты, судостроение

Key words: innovative development, fishing industry, fleet modernization, investment quotas, shipbuilding

В современных условиях экономика РФ столкнулась с серьезными проблемами социального, экономического, политического характера, решение которых связано, в том числе с инновационным развитием отраслей и комплексов национальной экономики. Добывающие и перерабатывающие предприятия и организации рыбной отрасли не являются исключениями. Введенные санкции, такие как запрет на заход в иностранные порты, переориентация экспортных потоков, ограничение экспорта рыбной продукции, обострение проблем судоремонта, разрушение традиционных транспортно-логистических коридоров наложили отпечаток на деятельность предприятий рыбной отрасли. Следует отметить, что в меньшей степени влияние ограничительных санкций сказалось на объемах добычи водных биологических ресурсов, к октябрю 2023 года общий объем добычи водных биоресурсов всеми российскими рыбодобывающими компаниями превысил 4,4 млн тонн, что на 11,7 % больше уровня аналогичного периода 2022 года [5].

В тоже время санкции и иного рода ограничения в большей степени сказались на поставках оборудования, материалов, комплектующих, что непосредственным образом оказывает влияние на инновационное развитие добывающих и перерабатывающих предприятий рыбной отрасли. К примеру, в период с 2019 по 2022 год произошло сокращение доли поставок оборудования для рыбной отрасли из Германии с 23,4 % до 17,2 %, США – полностью прекратили поставки [4].

Стратегические ориентиры развития отрасли определены "Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года" и обусловлены особенностью и задачами отрасли в области обеспечения продовольственной безопасности страны и направлены на инновационное развитие береговых перерабатывающих предприятий, обновление флота рыбодобывающих компаний, организацию эффективного промысла с учетом принципов рационального природопользования, а также разработку и внедрение инноваций в системе транспортировки и реализации продукции.

Как же решаются сегодня задачи, поставленные перед отраслью.

Одно из основных направлений развития отрасли – обновление рыбопромыслового флота. В соответствии с механизмом реализации инвестиционных квот, строительство новых рыбопромысловых судов должно осуществляться на российских верфях, которые не меньше пострадали от санкций, как следствие рост затрат и сроков реализации проектов. По оценкам экспертов в среднем удорожание проектов по строительству новых судов составило около 30–35 % [2].

Но, невзирая на возникшие трудности на начало 2023 года, в рамках первого этапа программы инвестиционных квот строится 105 судов, часть из которых уже работают на промысле. Также российские промысловые компании продолжают реализовывать проекты строительства судов на иностранных верфях в основном китайских, вьетнамских, малайзийских и турецких. В 2022 году на них было построено 16 судов различного класса и назначения, в 2021 году – 12 судов [3]. Ожидаемый эффект от реализации этих проектов – обновление на 80 % флота для рыбодобывающих предприятий Северного бассейна и на 40 % для Дальневосточного, что приведет к повышению производительности и безопасности флота. В качестве примера можно привести проект по строительству современного не имеющего аналогов в отрасли судно "Марлин" проекта MT1112XL Спущенное на воду судно будет вести промысел в Северном, Норвежском и Баренцевом морях. Судно соответствует жестким экологическим международным требованиям, способно вести промысел при любой погоде, автономность плавания может составить 45 суток, общая производительность до 30 тонн готовой продукции в сутки. Ярусный способ лова позволяет ловить строго определенные виды рыб, не нанося ущерба остальным, сохраняя кормовую базу и молодь. За счет винторулевых колонок, ранее

в отечественном рыбопромысловом флоте не применявшихся, судно получит высокую степень маневренности, необходимую при работе с ярусом. На ярусолове установлена современная рыбоперерабатывающая фабрика для обработки улова производства рыбной продукции в море. Емкость морозильного трюма для готовой продукции – 500 тонн. Кроме того на судне созданы комфортные условия не только для 26 членов экипажа, но и для курсантов, что позволит им проходить стажировку в реальных условиях промысла. Проект строительства судна – это результат взаимодействия норвежской компании Marin Teknikk AS и российской Северной верфи. Второй этап реализации инвестиционных квот в большей степени ориентирован на стимулирование инновационного развития береговой переработки и инфраструктуры рыбной отрасли. Что касается модернизации флота, то в рамках второго этапа планируется строительство 45 судов на базе верфей Дальневосточного бассейна [1].

Развитие и модернизация рыбной отрасли невозможна без поддержки со стороны государства, поскольку решение данной проблемы носит комплексный характер и связан с развитием судостроительной отрасли и подготовкой кадров, способных разрабатывать и осуществлять сложные инженерные проекты. В связи, с чем на уровне правительства РФ принято ряд важных решений направленных на поддержку отрасли судостроения и реализации проектов по разработке, серийному выпуску и модернизации производства оборудования для строительства гражданских судов в том числе для рыбной отрасли.

Библиографический список

1. В Росрыболовстве заявили, что в рамках второго этапа инвестквот построят 45 судов // URL: <https://tass.ru/ekonomika/17522771>.
2. Информационное агентство "Медиапалуба" // URL: <https://paluba.media/news/3685>.
3. Как российское судостроение прошло 2022 год // URL: <https://paluba.media/news/47871>.
4. Поставки оборудования для рыбопереработки // URL: <https://fsarf.ru/analytics/postavki-oborudovaniya-dlya-rybopererabotki/>.
5. Российские рыбаки идут с превышением по объему вылова почти в 12% к прошлому году. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/154708/>.

Оценка влияния условий внешней среды на инновационный потенциал корпораций АЗРФ

Метелева М. А. (*г. Кемерово, АНО "Институт научных исследований проблем управления", IMR42meteleva@gmail.com*)

Аннотация. Проведена сравнительная оценка инновационного потенциала крупных корпораций, ведущих деятельность в территориях АЗРФ, за период 2012–2019 гг. и период 2012–2022 гг., включающий кризис, связанный с Covid-19 и международными санкциями.

Abstract. A comparative assessment of the innovative potential of large corporations operating in the territories of the Russian Arctic for the period 2012–2019 and the period 2012–2022, which including the crisis associated with Covid-19 and international sanctions was carried out.

Ключевые слова: предпринимательский инновационный потенциал, внешняя венчурная политика, внутренняя венчурная политика, корпорации, сети

Key words: entrepreneurial innovation potential, external venture policy, internal venture policy, corporations, networks

Развитие отношений инновационной экономики и переход к высшей ее форме – экономике знаний – требуют создания механизмов и инструментов управления социально-экономическими процессами, отвечающих сути информационной производительности [1], когда потенциал развития общества генерируется в инновационных системах в процессе производства новых знаний [2]. Опираясь на принятие экономической природы предпринимательства как источника новаторских импульсов, можно заключить, что предпринимательская деятельность является базовой компонентой инновационных систем [3]. Наиболее всего логике сложных многоуровневых процессов развития систем в парадигме экономики знаний отвечают сетевые формы организации социально-экономических отношений их участников [1], а одной из задач проектирования эффективных предпринимательских сетей является формирование оптимального состава акторов, имеющих максимальные инновационные возможности. Особое положение среди акторов территориальных инновационных систем занимают крупные корпорации благодаря концентрации широкого ряда ресурсов и капитала [4]. В нестандартных условиях развития территорий АЗРФ, ставших фронтиром мировой экономики, "неразрывно связанным с инно-

вационным, новаторским творческим поиском" [5], корпорации являются "генетически предрасположенными" инициаторами венчурного инвестирования [6–9].

В связи с этим актуальной является задача оценки потенциала корпораций для проектирования предпринимательских сетей в территориях присутствия. Ранее автором предложен методологический подход к проектированию предпринимательских сетей, включающий ряд методик оценки сетевых предпринимательских потенциалов: бизнеса, представляющего инфраструктуру предпринимательства; некоммерческих организаций и гражданских сообществ; региональных органов государственной власти; населения территорий; крупных корпораций [10–12]. Согласно предлагаемой методике модель сетевого предпринимательского потенциала корпорации (СППК) имеет следующий вид:

$$\text{СППК}_i = \text{СППК}_{\text{ивк}i} + \text{СППК}_{\text{внутрвп}i} + \text{СППК}_{\text{внешвп}i} \quad (1)$$

Потенциал корпорации в качестве источника капитала определяется как доля выручки корпорации в общей сумме выручки, полученной предприятиями территории за период:

$$\text{СППК}_{\text{ивк}i} = \frac{B_i}{B_T}, \quad (2)$$

где $\text{СППК}_{\text{ивк}i}$ – предпринимательский потенциал i -ой корпорации в качестве источника венчурного капитала; B_i – объем выручки i -ой корпорации за период; B_T – суммарный объем выручки, полученной предприятиями территории за период.

Предпринимательский потенциал по реализации внутренней венчурной политики отдельной корпорации ($\text{СППК}_{\text{внутрвп}i}$) определяется как значение коэффициента корреляции r между переменными ОИП $_i$ (Y) и НИР $_i$ (X):

$$\text{СППК}_{\text{внутрвп}i} = r, \text{ ОИП}_i = r \text{ НИР}_i, \quad (3)$$

где $\text{СППК}_{\text{внутрвп}i}$ – сетевой предпринимательский потенциал i -ой корпорации по реализации внутренней венчурной политики; r – коэффициент корреляции; ОИП $_i$ – объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг (продукции) собственного производства в регионе присутствия i -ой корпорации за период; НИР $_i$ – объем затрат на научные исследования и разработки i -ой корпорации за период.

Предпринимательский потенциал по реализации внешней венчурной политики отдельной корпорации ($СППК_{\text{внешвп}i}$) определяется как значение коэффициента корреляции r между переменными ОИП_{*i*} (Y) и НМА_{*i*} (X):

$$СППК_{\text{внешвп}i} = r, \text{ ОИП}_i = r\text{НМА}_i, \quad (4)$$

где $СППК_{\text{внешвп}i}$ – сетевой предпринимательский потенциал i -ой корпорации по реализации внешней венчурной политики; r – коэффициент корреляции; ОИП_i – объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг (продукции) собственного производства в регионе присутствия i -ой корпорации за период; НМА_i – стоимость нематериальных активов i -ой корпорации за период.

Для того, чтобы оценить реакцию СППК на значительные колебания во внешней среде, предлагается протестировать методику на двух периодах: периоде 2012–2019 гг. и периоде 2012–2022 гг., включающем кризис, связанный с Covid-19 и международными санкциями (таблица 1, таблица 2). В анализе участвуют корпорации, ведущие деятельность непосредственно в территориях АЗРФ. В таблицах представлены корпорации с весомыми значениями потенциалов. При отрицательном значении коэффициента корреляции СППК принимается равным 0.

Таблица 1– Оценка предпринимательского потенциала корпораций АЗРФ по состоянию на 2020 г.

Субъект РФ	Корпорация	СПП-Кик, Ви/Вт	СППК внутрвп, к-т корреляции r , $\text{ОИП}=r\text{НИР}$	СППКвнешн вп, к-т корреляции r , $\text{ОИП}=r\text{НМА}$
Республика Карелия	АО "Сегежский ЦБК"	0,25	0	0,97
Красноярский край	ПАО горно-металлургическая компания "Норильский никель" Таймырский район	0,57	0,74	0
Мурманская область	АО "Северо-Западная Фосфорная Компания" г. Кировск	0,01	0,7	0
Ненецкий автономный округ	ООО "Башнефть-Полюс" г. Нарьян-Мар	0,44	0	0,8
Ямало-Ненецкий автономный округ	ПАО "Новатэк" Пуровский район	0,14	0	0,99

Источник: авторская разработка по данным: "Спарк. МИА "Интерфакс". URL: <https://www.spark-interfax.ru/ru/sources> (дата обращения 27.07.2021); профессиональная система проверки контрагентов "Контрагент. Про". URL: <https://kontragent.pro/> (дата обращения 27.08.2021)

Таблица 2 – Оценка предпринимательского потенциала корпораций АЗРФ по состоянию на 2023 г.

Субъект РФ	Корпорация	СППКик, Ви/Вт	СППКвнутрви, к-т корреляции г, ОИП=гНИР	СППКвнешнви, к-т корреляции г, ОИП=гНМА
Республика Карелия	АО "Сегежский ЦБК"	0,34	0	0,8
Красноярский край	ПАО горно-металлургическая компания "Норильский никель" Таймырский район	0,65	0,74	0,83
Мурманская область	АО "Северо-Западная Фосфорная Компания" г. Кировск	0,03	0,09	0,34
Ненецкий автономный округ	ООО "Башнефть-Полюс" г. Нарьян-Мар	0,9	0	0
Ямало-Ненецкий автономный округ	ПАО "Новатэк" Пуровский район	0,17	0	0,79

* Источник: авторская разработка по данным: "Спарк. МИА "Интерфакс". URL: <https://www.spark-interfax.ru/ru/sources> (дата обращения 16.11.2023); всероссийская система проверки контрагентов "Зачестный бизнес". URL: <https://zachestnybiznes.ru/> (дата обращения 16.11.2023)

Результаты оценки показали, что корпорации АЗРФ, которые обладали весомым предпринимательским потенциалом в периоде 2012–2019 гг. сохранили приверженность политике инновационного развития (ПАО "Новатэк", ПАО "Норникель", АО "СЗФК"). При этом интересно наблюдать изменение курсов венчурной политики корпораций. ПАО "Новатэк" по-прежнему придерживается венчурной политики внешнего типа, несколько снизив ее активность. ПАО "Норникель" продолжает политику внутреннего типа, сохраняя докризисный уровень активности и одновременно мощно "включает" процессы привлечения инновационных активов из внешней среды. В некоторых случаях корпорации изменили курс венчурной политики с внутренней на внешнюю. Так, АО "СЗФК" почти прекратило финансирование внутренних венчурных проектов, начав переход на внешнюю форму венчурного инвестирования. При этом, корпорации увеличивают свое участие в доходах территорий, повышая статус в качестве источников венчурного финансирования и оставаясь флагманами инновационных изменений в территориях присутствия.

Библиографический список

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / пер. с англ. под науч. ред. О. И. Шкаратана. М : ГУ ВШЭ, 2000. 608 с.
2. Иванова М. В. Определение основных элементов региональной инновационной подсистемы // Управление экономическими системами. 2012. № 6 (42). С. 42–62.
3. Метелева М. А. Роль предпринимательства в информационной парадигме развития экономики и некоторые подходы к проектированию предпринимательских сетей // Вестник МИРБИС. 2020. № 3 (23). С. 49 – 62. DOI: 10.25634/MIRBIS.2020.3.6
4. Кетова Н. П., Овчинников, В. Н. Роль крупных корпораций в формировании инновационной системы региона // Вестник Адыгейского государственного университета. 2015. № 4 (170). С. 96–103.
5. Пилясов А. Н. Арктическая алхимия: от периферии к фронтиру // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2015. №2 (87). С. 112–122.
6. Smolander K., Rossi, M., Pekkola, S. Heroes, contracts, cooperation, and processes: Changes in collaboration in a large enterprise systems project // Information & Management. 2021. Iss. 58. 103407.
7. Freeman J., Engel, J. Models of Innovation: Startups and Mature Corporations // California Management Review. 2007. Iss.1. P. 94–119.
8. Гусева Г.В. К вопросу об особенностях типов венчурных стратегий корпорации // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2019. №4 (61). С. 4–6. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.8.61.66.
9. Waldkirch M., Kammerlander, N., Wiedeler, C. Configurations for Corporate Venture Innovation: Investigating the Role of the Dominant Coalition // Journal of Business Venturing. 2021. Iss. 36. 106137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2021.106137>.
10. Метелева М. А. Проектирование предпринимательских сетей: оценка сетевого потенциала региона АЗРФ // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. №3 (69). С. 56–71. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.004.
11. Метелева М. А. Проектирование и управление предпринимательскими сетями: оценка сетевого потенциала населения территорий Арктической зоны Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. №4 (69). С. 172–187. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2021.74.013.
12. Метелева М. А. Проектирование предпринимательских сетей: развитие методики оценки сетевого потенциала корпораций Арктической зоны Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. №3. С. 19–35. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2022.77.002.

Анализ подходов к оценке инновационного потенциала субъектов Арктического региона

Минаева А. Р., Чечурина М. Г., Гапоненкова Н. Б. (г. Мурманск,
ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экономики
и управления, *nast.2001@yandex.ru*)

Аннотация. Исследованы подходы к определению понятия инновационного потенциала, проанализированы методики оценки инновационного потенциала предприятия и сделаны предложения по их совершенствованию.

Abstract. Approaches to the definition of the concept of innovative potential are investigated, methods for assessing the innovative potential of an enterprise are analyzed and suggestions for their improvements are made.

Ключевые слова: инновационный потенциал, методики оценки инновационного потенциала, показатели инновационного потенциала, обоснование границ интегрального показателя инновационного потенциала

Key words: innovative potential, methods for assessing innovation potential, indicators of innovation potential, substantiation of the boundaries of the integral indicator of innovation potential

Опережающее развитие и создание конкурентных преимуществ организации во всех сферах экономики достигается за счет активного внедрения инноваций, разработки и реализации инновационной стратегии.

Для формирования инновационной стратегии компании необходимо знать насколько готово предприятие к инновационным преобразованиям. Одним из инструментов оценки готовности предприятия к инновационной деятельности является оценка инновационного потенциала компании.

В настоящее время нет единообразия в определении "инновационного потенциала", как и нет однозначного подхода к его оценке и системы показателей оценки.

Для решения данной проблемы были рассмотрены различные подходы к толкованию определения и сущности "инновационного потенциала" [1; 2; 5; 6]. Сделан вывод в виде следующего определения: инновационный потенциал – это не только ресурсы, используемые для инновационной деятельности, но и инновационные механизмы, позволяющие повысить уровень инновационного потенциала [7]. Грамотно используя свой инновационный потенциал, предприятие может создавать реальные ценности, совершенствующие общество.

Единой методики оценки инновационного потенциала на данный момент нет, поэтому был проведен анализ основных существующих методик и выделен ряд недостатков, присущих рассмотренным методикам [3; 4]:

- недостаточная обоснованность принципов отбора факторов для оценки совокупных показателей инновационного потенциала предприятия;
- показатели, объединенные в группы для характеристики той или иной составляющей инновационного потенциала, не всегда непосредственно характеризуют инновационный потенциал;
- отсутствует обоснование границ оценки уровня инновационного потенциала предприятий.

Исходя из данного анализа, была разработана методика оценки инновационного потенциала предприятия. Алгоритм оценки инновационного потенциала предприятия с помощью Excel-модели расчета интегрального показателя представлен на рисунке 1:



Рисунок 1 – Алгоритм оценки инновационного потенциала предприятия с помощью Excel-модели

Методика оценки инновационного потенциала разработана на следующих принципах:

- оцениваемые факторы определяют непосредственно инновационный потенциал, его компоненты (принцип соответствия и управляемости);
- набор показателей ограничен небольшим числом, но при этом достаточным для полного охвата компонент инновационного потенциала предприятия (принцип достаточности);

– для каждого показателя разработаны и обоснованы критериальные значения (принцип обоснованности).

Расчет показателей предприятия осуществляется в рамках кадрового, финансово-экономического, производственно-технологического, научно-технологического и организационного управленческого потенциалов.

Суть разработанной методики состоит в том, что каждому показателю присваивается балл от 1 до 4 в соответствии с критериями для того, чтобы привести показатели оценки к сопоставимому виду. По результатам балльной оценки и нормирования с учетом веса влияния (значимости в общей оценке), рассчитывается общий интегральный (комплексный) показатель, который может быть получен путем объединения двух частных оценок для качественных и количественных показателей инновационного потенциала.

Таким образом, предложенная методика оценки проста в использовании, учитывает оптимальное количество показателей инновационного потенциала, которые являются универсальными для всех предприятий.

Библиографический список

1. Бобкова Н. Г. Инновационный потенциал и его сущность // Бизнес-образование как инструмент устойчивого развития экономики : материалы науч.-практ. конф. (Иркутск, 1 февр.– 22 апр. 2011г.) / Байкальская международная бизнес-школа. Иркутск : БМБШ ИГУ, 2011. С. 39–43.
2. Гунин В. Н., Баранчев В. П., Устинов В.А., Ляпина С. Ю. Управление инновациями: 17-модульная программа для менеджеров "Управление развитием организации". Модуль 7 // Юнити, 1999. 328 с.
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.
4. Кокурин Д. И. Инновационная деятельность // Экзамен. 2001. 575 с.
5. Лисин Б. К., Фридлянов В. Н. Инновационный потенциал как фактор развития. Межгосударственное социально-экономическое исследование // Инновации. 2002. № 7.
6. Фриман К. Национальная система инноваций в исторической перспективе // Кембриджский экономический журнал. 1995. Вып. 19. № 1.
7. Чечурина М. Н., Гринь А. А., Круглов Н. В. Показатели инновационного потенциала предприятия в условиях развития цифровой экономики // Proceedings of the International Conference "Process Management and Scientific Developments", 2021.

Перспективы технологического предпринимательства в Арктике

Поляков Н. А. (г. Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", кафедра экономики предприятия, предпринимательства и инноваций, n.polyakov@spbu.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы развития технологического предпринимательства в арктических регионах. Особое внимание автор уделяет предложениям по стимулированию деятельности малых инновационных компаний.

Abstract. The article discusses the issues of technological entrepreneurship development in the Arctic regions. The author pays special attention to the proposals for stimulating the activities of small innovative companies.

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, технологическое предпринимательство, малые инновационные компании, инновационно-территориальные кластеры

Key words: the Arctic zone of the Russian Federation, technological entrepreneurship, small innovative companies, innovation and territorial clusters

Планы освоения Арктической зоны РФ (АЗРФ) выстраиваются с учетом основных приоритетов экономического развития страны в долгосрочной перспективе. Сегодня добыча полезных ископаемых является главным видом бизнеса в регионе. По мнению экспертов [1], запасы Арктики составляют треть мировых запасов природного газа, 13 % нефти; также отмечается высокая концентрация таких запасов как медь, платина, золото, никель, уголь и др. АЗРФ – это не только ресурсная база и предприятия нефтегазовой сферы, реализующие крупномасштабные проекты, но и вопросы социально-экономического развития регионов, экологии, транспортных узлов, решения задач национальной безопасности и вооруженных сил. В сложных природно-климатических условиях, ледовой обстановки, вечной мерзлоты, полярного дня и ночи Федеральному центру, региональным органам власти, бизнесу требуется повышенное внимание решения повседневных задач и перспектив отдаленных в освоении территории (минимум до 2035 года, с учетом положений "Арктической стратегии"²² и "Основ государственной политики в арктических регионах"²³). Для этого

²² Указ Президента РФ от 26.10.2020 №645 "О Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года"

²³ Указ Президента РФ от 05.03.2020 №164 "Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года"

необходимо обеспечивать продвижение технологических инициатив в регионе, создавать благоприятные условия развития технологического предпринимательства. В 2023 году принят закон, регламентирующий деятельность технологических компаний в России²⁴, где особое внимание уделяется малому технологическому предпринимательству. Применение технологических инноваций (процессных и продуктовых) рассматривается не только крупным бизнесом, имеющих свои научно-технические (технологические) центры, но также важно учитывать потенциал малых инновационных компаний. Для этого необходимо стимулировать спрос на результаты интеллектуальной деятельности (РИД) со стороны государства и крупного бизнеса – локомотивов национальной экономики [2]. Решение вопроса лежит в плоскости инновационно-территориальных и промышленных кластеров в административных центрах арктических регионов. Важное условие: наличие научно-образовательного комплекса, университета и технопарковых структур. Малые предприятия кластеров способны оживить наукоемкий и высокотехнологичный бизнес в регионе, способны решать приоритетные задачи развития Арктики, учитывая фактор гибкости и скорости принятия решений. На основе мирового опыта мы видим, что университеты способны стать центром притяжения высокотехнологичного бизнеса. Дополнительным стимулом в развитии инновационной деятельности арктических вузов является возможность получения статуса Инновационно-технологического центра (ИНТЦ)²⁵ (например, для ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", как крупного научно-образовательного центра Мурманской области).

Планы развития регионов и крупномасштабных проектов, включая мега-проект Северный морской путь, определяют потребности в развитии таких секторов экономики как: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ); микроэлектроника; радиоэлектроника и приборостроение; нефтегазовый сектор; геологоразведка; промышленное машиностроение; судостроение; ядерные и радиационные технологии; навигация, космические технологии, телекоммуникации, связь; экология [3].

²⁴ Федеральный закон от 04.08.2023г. № 478-ФЗ "О развитии технологических компаний в Российской Федерации"

²⁵ Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ "Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"

Соответственно, перспективы технологического предпринимательства необходимо рассматривать с позиции создания благоприятных условий не только для крупного бизнеса, как ключевых резидентов АЗРФ, но и для малых инновационных компаний, формируя спрос на научно-техническую продукцию.

Библиографический список

1. Земсков В. В., Прасолов В. И., Худяков Д. С., Канашина А. И., Тимофеев Е. А. Оценка вклада Арктической зоны в экономическое развитие страны // Финансы: теория и практика/Finance: Theory and Practice. 2022; 26(2):160–174. DOI: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2022-26-2-160-174>.
2. Гузов Ю. Н., Поляков Н. А., Титов В. О. Вопросы применения технологических инноваций в крупномасштабных проектах Арктической зоны Российской Федерации // Технологические тренды и наукоемкая экономика: бизнес, отрасли, регионы : коллективная монография / под редакцией О. Н. Кораблевой [и др.]. СПб. : Астерион, 2021. С. 537–546.
3. Поляков Н. А. Бизнес инновации в освоении Арктической зоны РФ // Пятый международный экономический симпозиум – 2021. СПб. : Скифия-принт, 2021 С. 258–262.

Основные критерии успешности инновационной деятельности в Арктическом регионе²⁶

Розанова Л. И. (*г. Петрозаводск, Институт экономики Карельский научный центр РАН, lrozanova@mail.ru*)

Аннотация. Исследованы факторы, оказывающее влияние на инновационную деятельность в Мурманской области. На основе анализа инновационного потенциала определены значимые критерии, отражающие эффективность инноваций. Обозначена роль государства в развитии Арктической зоны.

Abstract. The factors influencing innovative activity in the Murmansk region are investigated. Based on the analysis of the innovation potential, significant criteria reflecting the effectiveness of innovations have been identified. The role of the state in the development of the Arctic zone is outlined.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, инновации, человеческий капитал, финансирование инноваций, роль государства, Арктическая зона, опорные агломерации

Key words: mineral resource base, innovations, human capital, financing of innovations, the role of the state, the Arctic zone, supporting agglomerations

Базовыми критериями успеха инновационной деятельности являются благоприятные экономические условия для ее осуществления, наличие квалифицированного персонала, готовность бизнеса инвестировать в инновационные проекты, способность создания и освоения инноваций на имеющейся научно-производственной базе. Оценивая положение Мурманской области в инновационном рейтинге регионов, следует отметить положительную динамику. Если в исследованиях НИУ "Высшая школа экономик" ее положение среди российских регионов определялось в 2019 г. 41 местом, то по данным агентства РИА Рейтинг в 2021 г. область повысила ранг до 32 места, переместившись вверх на 7 мест по сравнению с 2020 г., за счет показателя объема выпуска инновационной продукции. Первую тройку регионов по инновациям длительное время возглавляют Москва, Санкт-Петербург и Татарстан, на которую приходится около 30 процентов выпущенных в России инновационных товаров [1].

Рейтинг характеризует качество человеческих ресурсов и состояние материально-технической базы – наиболее важные факторы, задействованные в сфере науки и технологий и отражающие масштаб и эффективность научно-технологической деятельности. В каждом регионе своя спе-

²⁶ Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием КарНЦ РАН №122032200200-2

цифика и структура экономики, поэтому нет однозначных параметров уровня развития инновационной деятельности, наблюдаются определенные различия в характеристиках лидерства. Вместе с тем, можно отметить первенство таких регионов, где имеется достаточный научный, трудовой и производственный потенциал, способствующий освоению инноваций [2]. Ранее в наших исследованиях отмечалось снижение качества человеческого потенциала в северных регионах, входящих в состав СЗФО [4].

В методологическом плане подходы к оценке уровня инновационного развития также имеют различия. Так, мировой инновационный рейтинг, составляемый Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) [3], составляется на основе характеристик более 80 показателей, сгруппированных в 7 блоков. Но также наиболее значимые критерии – это человеческий капитал и исследования, инфраструктура, институты. У России среди 132 стран достаточно высокие показатели по человеческому капиталу (таблица 1).

Таблица 1 – Место России в Глобальном инновационном индексе по группам показателей (2021–2023 годы*)

		2021	2022	2023
1	Человеческий капитал и исследования	29	27	26
2	Инфраструктура	63	62	72
3	Институты	67	89	110
4	Уровень развития рынка	61	48	56
5	Уровень развития бизнеса	44	44	44
6	Результаты в области знаний и технологий	48	51	54
7	Результаты творческой деятельности	56	48	53

* Источник: база данных Глобального инновационного индекса, ВОИС, 2023

Оценивая важные критерии развития инновационной деятельности Мурманской области по российским рейтингам, обращаем внимание на макроэкономические показатели – одно из уязвимых мест: они в два раза ниже средних по России. В то же время, выше средних по России в области такие показатели, как образовательный потенциал населения, инновационная активность организаций, доля несырьевого экспорта товаров, затраты на технологические инновации и интенсивность затрат, доля организаций, осуществляющих технологические инновации своими силами, доля активных пользователей интернета среди взрослого населения. Также

на первых местах среди субъектов РФ по институциональной среде, способствующей инновационной деятельности. Остается низкой доля бизнеса в финансировании исследований и разработок, доля экспорта в объеме инновационной продукции.

Важной составляющей является государственная поддержка инвестиционной деятельности, что способствует модернизации производственных фондов. Вхождение Мурманской области в пояс Арктической зоны и определение опорных агломераций (Мурманская, Кирово-Апатитская и Мончегорская), выполняющих функции по обеспечению национальной безопасности и (или) функции базы для развития минерально-сырьевых центров, реализации экономических и (или) инфраструктурных проектов в Арктике, будет и в дальнейшем способствовать активизации инвестиционной деятельности. А инвестиции и инновации – это два взаимообусловленных критерия успешности инновационной деятельности. Таким образом, при гарантированной государственной поддержке регион становится привлекательным для бизнеса, имеющего хорошие перспективы развития, а предпринимательство важнейший драйвер экономического роста.

Библиографический список

1. Рейтинг российских регионов по научно-технологическому развитию // URL: <https://ria.ru/20221024/tekhnologii-1826145476.html?in=t> (дата обращения 15.09.2023г.).
2. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 7 / В. Л. Абашкин, Г. И., Абдрахманова, С. В. Бредихин [и др]. ; под ред. Л. М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". М. : НИУ ВШЭ, 2021. 274 с.
3. Global Innovation Index 2023 Innovation in the face of uncertainty // URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023/ (Дата обращения 27.09.2023г.).
4. Розанова Л. И. Социопространственное неравновесие как фактор снижения качества человеческого потенциала в северных регионах // Комплексное развитие территориальных систем и повышение эффективности регионального управления в условиях цифровизации экономики : материалы IV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции / редкол.: Н. А. Шибаева [и др.]. Орел, 2022. С. 201–208.

Экономическая подготовка инженерных кадров в высшей школе в современных условиях: проблемы и возможности

Савельева С. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экономики и управления, SavelevaSB@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые проблемы качества подготовки специалистов системой высшего образования России. Обращается внимание на необходимость экономической подготовки специалистов инженерного профиля с соблюдением гармоничного сочетания теоретической подготовки с прикладными экономическими дисциплинами.

Abstract. The article discusses some problems of specialists training quality by the Russian higher education system. Attention is drawn to the need for economic training of engineering specialists in compliance of a theoretical training with applied economic disciplines harmonious combination.

Ключевые слова: система образования, высшее образование, подготовка кадров, экономическая теория, образовательный стандарт, инженерное образование

Key words: education system, higher education, personnel training, economic theory, the educational standart, engineering education

Проблемы экономической подготовки инженерных кадров в технических вузах в современных условиях нельзя рассматривать в отрыве от проблем, существующих в высшей школе. В статье не ставится задача всесторонне рассмотреть проблемы современной высшей школы, но не обратить внимание на некоторые из них нельзя, т. к. они затрагивают подготовку по всем специальностям и направлениям.

Российское образование в целом и высшее образование, в частности, в настоящее время переживает сложные времена. Неоднократные попытки его реформирования на фоне не очень высоких расходов на эти цели, изменения образовательных стандартов и прочее создают постоянно изменяющуюся среду, которая не способствует достижению желаемых результатов, повышению качества высшего образования.

Можно согласиться с точкой зрения ряда исследователей [1], что это связано в том числе и с неолиберальными рекомендациями о сведении к минимуму социальных расходов государства и в целом коммерциализации социальной сферы. В конечном итоге это привело к тому, что социальную сферу превратили в источник для извлечения прибыли, а социальные блага превратились в социальные услуги, в том числе

образовательные и медицинские. "Что касается финансирования образования (и в целом социальной сферы), то оно так и осталось скудным – достаточно сказать, что и в самые "тучные годы" в России расходы на образование были в два раза меньше, чем в среднем по странам ОЭСР" [1, с.161]. Вышесказанное можно отнести к внешним причинам, находящимся за пределами системы образования, и, безусловно, оказывающими серьезное воздействие на ситуацию внутри нее.

Вместе с тем, существуют и внутренние причины такого состояния системы образования в целом и высшего образования, в частности. Прежде всего это касается качества подготовки выпускников школ и особенно знаний по математике и физике, которые необходимы тем, кто стремится к получению инженерного образования. По нашему мнению, школа не в полной мере справляется с этой задачей. Об этом косвенно свидетельствует и рынок репетиторских услуг, который расширяется, т.к. имеется устойчивый спрос на них со стороны населения.

В самих вузах стремление к экономии финансовых средств приводит к постоянным процессам оптимизации и внутренних структур, и учебных планов (прежде всего в сторону сокращения часов контактной работы). Введение подушевого финансирования внесло свой "вклад" в эти процессы: желание сохранить контингент. Стремление же сохранить контингент любой ценой может отрицательно отразиться на качестве подготовки будущего специалиста [2].

На наш взгляд, надо менять подход к формированию численности профессорско-преподавательского состава (ППС). Ставить его не в зависимость от численности обучающихся, а отталкиваться от учебного плана конкретного направления подготовки, в котором будут предусмотрены полноценные часы контактной работы по всем дисциплинам, что будет способствовать формированию необходимых компетенций, знаний и умений.

Не стоит недооценивать и материальные условия обучающихся. Размер стипендий в подавляющем большинстве случаев небольшой. Многие вынуждены работать, при этом работа чаще всего не связана с будущей профессиональной деятельностью. Не все обучающиеся успешно справляются с такой нагрузкой, что отрицательно сказывается на качестве подготовки.

Вышесказанное не исчерпывает всех внутренних проблем в работе высшей школы. Эти проблемы оказывают влияние и на подготовку инженерных кадров. Учитывая специфику современного этапа социально-

экономического развития нашей страны сегодня, как никогда, экономика заинтересована в инженерных кадрах самого высокого уровня подготовки, которые будут способны обеспечить технологический суверенитет и превосходство нашей стране. Современный инженер должен не только обладать компетенциями, умениями и навыками в рамках своей профессии, но должен уметь системно мыслить, принимать нестандартные решения, ориентироваться в меняющихся рыночных условиях, видеть риски и последствия принимаемых им решений. Такие знания и умения формируются, в том числе, в процессе изучения экономических дисциплин. При этом в экономической подготовке должны гармонично сочетаться теоретические знания о базовых экономических процессах, законах, закономерностях и категориях, прежде всего, рыночной системы (в рамках либо "Экономической теории" либо "Экономики") с изучением прикладных экономических дисциплин, которые дают конкретные знания по отдельным сферам экономики. Отсутствие такой преемственности в формировании экономической подготовки приведет к фрагментарности полученных знаний, что может отрицательно отразиться на будущей профессиональной деятельности выпускников.

Таким образом, проблемы экономической подготовки инженерных кадров тесно связаны с той ситуацией, которая сложилась на сегодняшний день в высшей школе. И их успешное решение целиком и полностью зависит от тех действий, которые будут предприниматься в этой сфере в целом и тесной связи этих действий и решений со стратегией экономического развития страны.

Библиографический список

1. Александрова О. А. Проблемы высшей школы: внутри и вне системы образования // Уровень жизни населения регионов России. 2023. Т. 19, № 2. С. 157–168. DOI: https://doi.org/10.52180/1999-9836_2023_19_2_1_157_168.
2. Похолков Ю. П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования // Инженерное образование. 2021. № 30. С. 96–107. DOI: https://doi.org/10.54835/18102883_2021_30_9.

Северный морской путь: исторический аспект и современные вызовы

Топольницкая С. В. ^{1,2} (¹г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет"; ²г. Анапиты, Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина ФИЦ КНЦ РАН, topolnitskayasv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассмотрено значение развития Северного морского пути (СМП) как крайне необходимого условия для обеспечения перевозок в регионы Крайнего Севера, а также реализации инвестиционных проектов в Арктической зоне страны, возможные сценарии развития грузопотока СМП на ближайшее десятилетие, перспективы круглогодичной навигации по СМП.

Abstract. The importance of the Northern Sea Route (NSR) development as an essential condition for transportation to the Far North regions, as well as for the implementation of investment projects in the Arctic zone of the country, possible scenarios of the NSR cargo traffic development for the next decade, and the prospects of year-round navigation along the NSR are considered.

Ключевые слова: Северный морской путь, Северный морской транзитный коридор, развитие Северного морского пути, прогноз грузопотока, сценарии развития грузопотока, транзитные перевозки

Key words: Northern Sea Route, Northern Sea Transit Corridor, Northern Sea Route development, transport corridor, cargo flow forecast, cargo flow development scenarios, transit transportation

СМП является важнейшим транспортным коридором национального и мирового значения. Открытие и начало эксплуатации СМП является одной из выдающихся страниц освоения Российского Севера [1].

Впервые за одну навигацию Северный морской путь был пройден экспедицией Отто Шмидта в 1932 году на ледокольном пароходе "Александр Сибиряков". Появление атомных ледоколов ("Ленин" в 1959 г., "Арктика" в 1975 г.) придало СМП статус транспортного маршрута национального значения [2].

До начала XX века использовалось название Северо-Восточный проход. В 1991 году Северный морской путь был открыт для международного судоходства. В официальных российских документах СМП определен как "исторически сложившаяся национальная транспортная коммуникация РФ".

СМП – кратчайший водный маршрут между европейской частью России и Дальним Востоком. Расположен в территориальных водах и исклю-

чительной экономической зоне России, что особенно важно в условиях внешнего санкционного давления, когда нарушаются логистические цепочки поставок продукции. Протяженность пути от Карских Ворот до бухты Провидения составляет около 5 600 километров. Северный морской транзитный коридор – перспективный маршрут от Мурманска до Петропавловска-Камчатского, проходящий через СМП, связывая европейские и азиатские рынки [3]. Расстояние по СМП почти в два раза короче других морских путей. Так, к примеру, расстояние от Санкт-Петербурга до Владивостока через Суэцкий канал – 23 200 км, а по СМП – 14 280 км, что практически на 40 % короче [1].

Главными целями по развитию СМП являются обеспечение надежной и безопасной перевозки грузов и товаров для людей, живущих в районах Крайнего Севера, а также создание условий для реализации инвестиционных проектов в Арктической зоне страны [4].

Минвостокразвития РФ смоделировало три сценария развития грузопотока в акватории Арктической зоны и СМП до 2030 г. с перспективой до 2035 г. (таблица 1) [5].

Таблица 1 – Сценарии развития грузопотока в акватории Арктической зоны

	Консервативный, млн тонн	Базовый, млн тонн	Оптимистичный, млн тонн
2024	–	74	81
2030	117	224	244
2035	131	230	288

Примечание. Построено автором по данным ИА Neftegaz.RU [5]

Согласно консервативному сценарию, значения грузопотоков значительно отличаются от целевых показателей (150 млн. т в 2030 г. и 220 млн. т в 2035 г). Предполагается, что ограничение грузооборота по СМП может быть вызвано, прежде всего, с нехваткой судов либо же в связи с сокращением мощности проектов НОВАТЭКА.

По мнению заместителя генерального директора государственной компании по ядерной энергетике "Росатом" и директора Дирекции Северного морского пути Вячеслава Рукши целевые показатели 2024 года в 80 млн. т будут достигнуты позже, а целевой показатель 2030 года в 150 млн. тонн грузопотока будет даже превышен. Причиной отклонения от планируемых значений стали пандемия коронавируса и международная обстановка. Тем не менее, транспортная артерия эффективно работает

и наращивает грузопоток. В декабре 2023 г. в объем превысил ожидаемое значение к началу года в 33,12 млн. т. и составил 35 млн. т. [6]. Основу грузопотока СМП составляют сжиженный природный газ и нефть. В 2023 году вернулся транзит и за январь–ноябрь составил рекордное значение в 2,1 млн. т. Годом ранее, снижение произошло до 90 % и транзит составлял всего 200 тыс. т. [7].

Традиционно, при выборе маршрутов для перевозки, главными параметрами выступают факторы стоимости или расстояния для минимизации затрат, либо критерий времени для минимизации времени. Но добавляется еще один важный фактор – безопасность. Сегодня данный фактор становится определяющим. В связи с начавшимся конфликтом на Ближнем Востоке и ограничением судоходства в районе Красного моря, крупнейшие в мире грузоперевозчики все больше предпочитают выбирать фактор надежности и безопасности, нежели расстояния и время, отказываясь от традиционного маршрута, проходящего через Суэцкий канал [8]. Вполне вероятно, что интерес к СМП будет только возрастать.

Северный морской путь имеет большой потенциал и может превратиться в широко востребованную транспортную артерию.

Открытие круглогодичной навигации по СМП, которая планируется с 2024 г., создание новой портовой инфраструктуры и модернизация действующей, обеспечение стабильной связи, эффективный аварийный спасательный флот, наличие мощного арктического атомного ледокольного флота ("Ямал", "50 лет Победы", "Таймыр", "Вайгач" ледоколов нового поколения (проекта 22220) – "Арктика" и "Сибирь") [3] и строительство новых атомных ледоколов, принятие правительством РФ ряда документов, предусматривающих дальнейшее развитие и освоение арктического региона и его континентального шельфа, базовое инвестирование в объекты транспортной и логистической инфраструктуры в акватории российского участка СМП, использование новых технологий и экологической защиты для использования в районах Арктики и Крайнего Севера.

Все эти условия создадут возможность круглый год обеспечивать Заполярье всем необходимым и конкурировать с другими ключевыми маршрутами.

Библиографический список

1. Приставка М. В., Ганич, Я. В., Рогалева, Н. Л., Макаров, Д. В.. Северный морской путь: от прошлого к будущему : монография / М. В. Приставка, Я. В. Ганич, Н. Л. Рогалева, Д. В. Макаров. М. : Русайнс, 2020. 162 с.
2. Северный морской путь: история, регионы, проекты, флот и топливообеспечение // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО. Т. 3. М., 2020. 105 с.
3. Кузнецова С. Северный морской транзитный коридор: задачи и перспективы. Аналитический доклад // Институт проблем естественных монополий. М., 2023. 15 с.
4. Михаил Мишустин утвердил план развития Северного морского пути до 2035 года. URL: <http://government.ru/docs/46171/>.
5. Объем грузопотока по СМП в 2024 г. может не достичь 80 млн т/год // Neftegas.ru. URL: <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/798875-obem-gruzopotoka-po-smp-v-2024-g-mozhet-ne-dostich-80-mln-t-god/> (дата обращения 27.10.2023).
6. Новый рекорд грузоперевозок по Северному морскому пути зафиксирован в этом году // Проект "Сделано у нас". URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/156417/> (дата обращения 22.12.2023).
7. Росатом: транзит по СМП в 2023 году стал рекордным // Neftegaz.ru. URL: <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/802025-rosatom-tranzit-po-smp-v-2023-godu-stal-rekordnym/>.
8. Пираты Красного моря: как арабские повстанцы сломали всю мировую логистику // Статьи НТВ. URL: <https://www.ntv.ru/cards/6021/> (дата обращения 23.12.2023).

Роль качества городской среды в формировании инновационного потенциала Арктического региона

Федоров Д. Ю., Щебарова Н. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экономики и управления, *dm.fedorov2021@gmail.com, censey@mail.ru*)

Аннотация. Данная статья фокусируется на значимости качества городской среды в роли фактора успешного развития Арктической зоны Российской Федерации. Рассматривается важность создания и поддержки оптимальных условий для жизни и работы населения в городах АЗРФ, а также влияние качества городской инфраструктуры на инновационный потенциал северных регионов.

Abstract. This article focuses on the significance of urban environment quality as a factor in the successful development of the Arctic zone of the Russian Federation. The importance of creating and maintaining optimal living and working conditions for the population in Arctic cities is examined, along with the influence of urban infrastructure quality on the innovation potential of northern regions.

Ключевые слова: развитие Арктической зоны, инновационный потенциал, национальная инновационная система, региональные инновационные системы, демографический кризис, городская инфраструктура, качество городской среды, экономический рост, социально-экономическое развитие

Key words: development of the Arctic zone, innovative potential, national innovation system, regional innovation systems, demographic crisis, urban infrastructure, quality of the urban environment, economic growth, socio-economic development

Развитие Арктической зоны Российской Федерации является неотъемлемой частью национальной политики страны. В статье рассматриваются концепции "способность к инновациям", "городская инфраструктура в современном контексте" и "потребности и требования людей".

Инновационный потенциал формируется в результате сложного взаимодействия множества факторов и ресурсов, которые способствуют появлению и развитию инноваций в регионе или организации.

Инновационный потенциал – совокупность характеристик социально-экономической системы (предприятие, город, регион, страна), определяющих ее способность по созданию, внедрению и распространению новых идей, технологий и продуктов. Является результатом систематического развития и интеграции научных, технологических, финансовых и кадровых ресурсов, а также социально-экономических условий [1].

Создание национальной инновационной системы (НИС) является важной задачей для ускорения инновационной деятельности. НИС представляет собой систему отношений и взаимодействий между государственными органами и бизнес-сектором.

Региональные инновационные системы (РИС) в рамках НИС необходимы для устранения различий в социально-экономическом развитии регионов, обусловленных их территориальными особенностями. Территориальные особенности охватывают множество параметров, включая географическое расположение, наличие природных ресурсов, демографическую структуру и экономический потенциал [2; 3].

Арктический регион, как особое географическое пространство, обладает рядом особенностей, которые оказывают влияние на формирование и функционирование инновационных систем. Одной из таких особенностей является высокая степень урбанизации. Связан этот показатель с тем, что северные регионы имеют богатые природные ресурсы, такие как нефть, газ, руды и другие, которые могут быть используемыми для производства и переработки. Наличие значительной ресурсной базы привело к тому, что в данных районах исторически сложилось преобладание доли промышленных предприятий в экономической структуре и формированию городских агломераций в качестве основных мест проживания. [4].

В настоящее время демографический кризис является одной из важнейших проблем для арктических регионов. Он выражается в негативных демографических тенденциях, таких как отрицательный рост населения, старение населения и отток молодежи. [5].

Качество и комфортность среды проживания выступают в роли одного из самых значимых факторов обеспечения конкурентоспособности муниципальных образований, регионов и страны в целом.

Анализируя роль качества городской среды в формировании инновационного потенциала Арктического региона, становится очевидно, что успешное развитие городов в этом регионе имеет прямое влияние на общую динамику его развития.

Инновационный потенциал Арктического региона напрямую зависит от уровня развития инфраструктуры городов. Наличие современных транспортных коммуникаций, энергетической инфраструктуры и связи является основополагающим фактором для успешного привлечения инвестиций и размещения новых инновационных предприятий.

Качество жизни в городах Арктического региона играет ключевую роль в привлечении талантов и высококвалифицированных специалистов. Современная городская среда, обеспечивающая комфортное проживание, доступность образования, здравоохранения, культурных и спортивных мероприятий, создает условия для привлечения и удержания высокопрофессиональных кадров.

Активная социальная политика, направленная на поддержку инноваций, научных исследований, стимулирование предпринимательства и развитие технопарков и инновационных кластеров, также играет существенную роль в формировании инновационного потенциала Арктического региона.

С учетом всех этих факторов, можно сделать вывод, что успешное развитие Арктической зоны невозможно без внимания к качеству городской среды.

Библиографический список

1. Гуреев П. М. Инновационный потенциал: проблемы определения и оценки / П. М. Гуреев, В. Н. Гришин // Инновации : электронный журнал 2017. № 4 (222). URL: <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2017/innovacii-n4-2017/innovacionnyj-potencial-problemy-opredeleniya-i-ocenki> (дата обращения: 26.11.2023).
2. Березикова Е. Н. Инновационный потенциал регионов Российского Севера: тенденции развития / Е. Н. Березикова, Е.С. Носкова // Экономика региона : электронный журнал. URL: <https://economyofregion.ru/> (дата обращения: 26.11.2023).
3. Глухов В. В., Деттер Г.Ф., Туккель И.Л. Создание региональной инновационной системы в условиях Арктической зоны Российской Федерации: проектирование и опыт реализации // Инновации. 2015. №5 (199). URL: <https://maginnov.ru/assets/files/volumes/2015.05/sozдание-regionalnoj-innovacionnoj-sistemy-v-usloviyah-arkticheskoy-zony-rossijskoj-federacii-proektirovanie-i-opyt-realizacii.pdf> (дата обращения: 28.11.2023).
4. АО "Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики". URL: <https://erdc.ru/about-azrf-old/> (дата обращения: 28.11.2023).
5. Шарова Е. Н., Бурцева, Александра Вячеславовна Современная демографическая ситуация на Кольском севере: к вопросу о присутствии человека в Арктике // Теория и практика общественного развития. 2020. № 1 (143). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-demograficheskaya-situatsiya-na-kolskom-severe-k-voprosu-o-prisutstvii-cheloveka-v-arktike-1> (дата обращения: 20.12.2023).

Проблемные аспекты рисков банковской деятельности в практике использования банковских инноваций

Яковлев С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экономики и управления, usa9113253115@mail.ru)

Аннотация. В условиях усиления конкуренции для сохранения своего положения на рынке банковских услуг кредитные организации расширяют предложение новейших банковских технологий. Внедрение в практику банковских инноваций при невысоком уровне финансовой грамотности и финансовой культуры оказывает негативное влияние на риск кредитных организаций.

Abstract. In conditions of increasing competition, in order to maintain their position in the banking services market, credit institutions are expanding the offer of the latest banking technologies. The introduction of banking innovations into practice with a low level of financial literacy and financial culture has a negative impact on the risk of credit institutions.

Ключевые слова: инновационные банковские продукты, кредитные риски банковских инноваций, финансовая грамотность, финансовая культура

Key words: innovative banking products, credit risks of banking innovations, financial literacy, financial culture

Развитие банковского дела в России оказало влияние на усиление конкуренции как между кредитными организациями, обусловленное возможностями их влияния на рынок, так и между кредитными организациями и иными финансовыми институтами. При этом к числу особенностей банковской конкуренции можно отнести однородность перечня предоставляемых услуг. В то же время, в российских условиях конкуренция выступает важнейшим фактором, оказывающим качественное влияние на изменения банковской среды и в значительной мере в направлении расширения спектра использования новых банковских продуктов [1].

По своей сущности банковские инновации ориентированы на создание новых или усовершенствование уже применяемых банковских продуктов, обеспечивающих увеличение доходов кредитных организаций за счет роста потребностей клиентов. Рядом исследователей предложена различная типология видов банковских инноваций. Вместе с тем, в сложившейся практике обычно выделяют следующие их виды: банковские продукты на новых сегментах, инновации в новых областях денежно-кредитного рынка, управление денежной наличностью и использование новых инфор-

мационных технологий, услуги финансового посредничества, новые продукты в сегментах рынка ссудных капиталов [3, с. 599]. Независимо от направления развития банковских продуктов, складывающиеся изменения обуславливают трансформацию экономики кредитных организаций от модели спроса к модели предложения банковских инноваций. Очевидно, что такой вектор развития банковской сферы значительно повышает конкурентоспособность банковских институтов. Вместе с тем этот процесс сопряжен с более высокими рисками, обусловленными рядом проблем. В их числе выделим некоторые из них. Это усложнение современных телекоммуникационных систем, что требует от клиента банка более высокого уровня знаний и технологической культуры. Это развитие дистанционного банковского обслуживания сложных банковских продуктов, что приводит к увеличению числа пользователей, не обладающих нужными знаниями использования программного обеспечения при низком уровне оценки информационной безопасности. Эти обстоятельства также способствует росту количества хищений денежных средств, обуславливают низкую степень доверия потребителя к инновационным банковским продуктам и, как следствие, оказывают негативное влияние на рост банковских рисков.

В условиях отмечающегося роста предложения новых банковских технологий, значимым фактором снижения рисков в развитии банковских инноваций является повышение уровня финансовой грамотности домашних хозяйств.

На основе данных кредитных рисков²⁷ и индексов финансовой грамотности представляется важным выявление какой-либо связи между показателями [4; 5]. В исследовании использовались расчетные данные квартильного распределения значений индекса финансовой грамотности и квартильного распределения уровня просроченной задолженности по кредитам, предоставленных населению в региональном разрезе. С точки зрения формальной логики, очевидно, что чем выше финансовая грамотность заемщиков банка, тем должна быть ниже доля проблемных кредитов [2]. В то же время результаты анализа показали не высокие доли субъектов РФ, относящихся к соответствующим квартилям уровня просроченной ссудной задолженности и индекса финансовой грамотности. Так значения показателя по 2 квартилю не превышало 35 %, по 1, 3 и 4 квартилям оно

²⁷ Информация сайта банка России

не было выше 25 %. В конечном итоге это указывает на отсутствие явной связи между просроченной ссудной задолженностью по кредитам, предоставленными физическим лицам, и индексами финансовой грамотности. Результат можно прокомментировать с точки зрения сущности понятий финансовая грамотность и финансовая культура.

Финансовая грамотность в прямой зависимости не соотносится с таким понятием, как финансовая культура. Так, если финансовая грамотность – это совокупность знаний области финансов, то понятие финансовая культура значительно шире. Финансовая культура находит свое проявление в выверенности рационального поведения и эффективности управления финансовыми ресурсами.

Полученный результат исследования в значительной мере отражает проявление невысокого уровня финансовой культуры в условиях расширения предложения банковских инноваций в сфере кредитования домашних хозяйств. Несмотря на ограниченность области выполненного исследования, в качестве вывода можно констатировать, что инновационные банковские продукты оказывают весомое влияние на увеличение рисков в банковской деятельности.

Библиографический список

1. Дзансолова Б.С. Новые банковские продукты и проблемы их внедрения на российском рынке // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Экономика и право. 2015. № 2. С. 44–47.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.09.2017 № 2039-р "Стратегия повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017–2023 годы".
3. Управление деятельностью коммерческого банка (банковский менеджмент) / под ред. д-ра экон. наук, проф. О.И. Лаврушина. М. : Юрист, 2005. 688.
4. Финансовая грамотность и финансовое просвещение населения: атлас российских практик : монография / Н. В. Аликперова [и др.]; отв. ред. Н. В. Аликперова. М. : ФНИСЦ РАН, 2021. 177 с. URL: https://www.fnisc.ru/index.php?page_id=1198&id=9709. ISBN 978-5-89697-355-3. DOI: 10.19181/monogr.978-5-89697-355-3.2021.
5. URL: <https://karta.vashifinancy.ru/>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Применение алгоритмов интеллектуального анализа данных в исследованиях молнии и молниезащиты

Бороздина Е. Д. (*г. Апатиты, Центр физико-технических проблем
энергетики Севера КНЦ РАН, jenyaborozdina@gmail.com*)

Аннотация. Грозовые воздействия известны своими разрушительными последствиями, поэтому их исследованию уделяется внимание во всем мире. Развитие искусственного интеллекта (ИИ) и методов машинного обучения способствовало прогрессу в области изучения молний и молниезащиты. В работе рассмотрены самые распространенные методы, применяемые для решения задач мониторинга и прогнозирования гроз, оценки риска грозových аварий в энергетических сетях. Обсуждаются проблемы и перспективы применения ИИ в данной области.

Abstract. Lightning is known for its destructive nature. Many scientists around the world pay great attention to lightning research. The rise of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning techniques has had positive implications in the study of lightning and lightning protection. The work examines the most common methods used to solve lightning monitoring and predicting problems, lightning failure risk assessment for power systems. In addition, challenges and prospects of using AI in lightning studies are discussed.

Ключевые слова: мониторинг и прогнозирование молний, оценка риска грозových аварий, машинное обучение

Key words: lightning monitoring and prediction, lightning failure risk assessment, machine learning

Введение

Молниевые воздействия приводят к жертвам среди людей и животных, пожарам, а также являются одной из основных причин аварий в энергосетях, вызывая перебои в электроснабжении потребителей. По оценкам, во всем мире ежегодно 24 тысячи смертей и 240 тысяч травм происходят из-за молний [1]. Значительное количество ударов молний наносит ущерб электроэнергетическим предприятиям, сетям связи и инфраструктуре, что приводит к финансовым потерям для страны. Таким образом, исследование молний и молниезащиты является важнейшей мировой задачей.

Традиционных мер молниезащиты [2] недостаточны для борьбы с последствиями, вызванными молнией. Молнию и риски, связанные с ней необходимо предсказывать заранее, чтобы можно было заблаговременно принять меры.

В последнее время наблюдается большой интерес к исследованиям, связанным с мониторингом и прогнозированием гроз, оценкой риска грозовых аварий. Это связано с доступностью данных о молниях, метеорологических данных и данных о грозовых отключениях в энергосетях. Знание этих данных дает возможность прогнозировать предстоящее событие на основе исторической закономерности с использованием подходов интеллектуального анализа данных и сочетания их с методами машинного обучения и глубокого обучения [3].

В работе рассматривается применение методов ИИ в двух важнейших областях исследования: (1) Мониторинг и прогнозирование молний и (2) Оценка риска грозовых аварий на линиях электропередачи. Внедрение ИИ в эти области потенциально может повысить точность и эффективность существующих методов, что в конечном итоге позволит избежать значительного ущерба и опасностей, вызванных молнией.

Мониторинг и прогнозирование молний

Традиционные системы прогнозирования молний полагаются на метеорологические данные и статистические модели, но их эффективность ограничена. Способность методов ИИ анализировать большие объемы данных и выявлять сложные закономерности может значительно повысить точность прогнозов молний.

Различные методы машинного обучения, такие как нейронные сети (сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN)), деревья решений и метод опорных векторов, показали высокую эффективность в прогнозировании молний [4]. Эти модели могут обрабатывать атмосферные данные в режиме реального времени, включая температуру, влажность и скорость ветра, для определения условий, способствующих образованию молний. Постоянно обучаясь на новых данных, модели адаптируются к изменяющимся атмосферным явлениям, повышая точность прогнозов. С их помощью возможно выявлять сложные взаимосвязи в данных, что может оказаться затруднительным для традиционных методов.

Оценка риска грозовых аварий на линиях электропередачи

Линии электропередачи уязвимы к отключениям, вызванным молниями, что приводит к сбоям в электроснабжении и повреждению энергетической инфраструктуры. Методы машинного обучения могут помочь в оценке и снижении риска сбоев, связанных с молнией [5].

Алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать исторические данные об отключениях линий электропередачи, связанных с молнией, характеристики линий (напряжение, геометрия) и факторы окружающей среды (высота над уровнем моря, рельеф, грозовая активность в данном регионе и т. д.) для оценки риска сбоев [6]. Учитывая множество переменных, модели машинного обучения могут обеспечить более полное понимание уязвимости линий электропередачи перед ударами молний.

ИИ может облегчить реализацию прогнозного обслуживания, анализируя данные в реальном времени от датчиков, установленных на линиях электропередачи. Выявляя потенциально слабые места или повреждения, системы искусственного интеллекта могут помочь энергетическим предприятиям в проведении обслуживания, снижая вероятность сбоев, вызванных молнией.

Проблемы, связанные с внедрением технологий машинного обучения

Точность прогнозов моделей машинного обучения обусловлена объемами датасетов и качеством данных. На практике, доступ к некоторым данным может быть весьма затруднен или ограничен, например к метеорологическим данным или данным об аварийных отключениях на линиях электропередачи. К тому же наблюдается нехватка статистики по молниевым явлениям, отсутствие достаточного количества грозопеленгаторов в некоторых регионах. Также требуется обновление структуры энергетических сетей, а именно установка датчиков на линиях электропередачи, анализирующих об ударах молнии.

Таким образом для успешного внедрения ИИ в данную область необходимо систематическое накопление данных о молниях и авариях, вызванных ими; а также тесное сотрудничество ученых, инженеров, метеорологов и энергетических компаний.

Заключение

Сбор и обработка данных о молниях важны для лучшего понимания этого явления и предупреждения рисков, вызванных молнией. В настоящее время ИИ можно использовать только как дополнение к традиционным методам. Существует необходимость в систематическом накоплении данных по молниям и авариям, вызванным ими, а также в модернизации энергетической инфраструктуры. Использование ИИ зависит от большого количества выборок данных, высокой мощности компьютеров и глобального

сетевого взаимодействия. Поскольку область ИИ продолжает развиваться, будущие исследования должны быть направлены на совершенствование существующих моделей, включение дополнительных источников данных и расширение применения ИИ к другим аспектам исследований молний.

Библиографический список

1. Holle R. L. Annual Rates of Lightning Fatalities by Country // 20th International Lightning Detection Conference. 2008. P. 1–14.
2. Akyuz M. and Cooray V. The Franklin lightning conductor: conditions necessary for the initiation of a connecting leader // Journal of Electrostatics. 2001. Vol. 51. P. 319–325. DOI: 10.1016/S0304-3886(01)00113-9.
3. Stankova E., Tokareva I. O., Dyachenko N. V. On the possibility of using neural networks for the thunderstorm forecasting // Computational Science and Its Applications–ICCSA 2021: Lecture Notes in Computer Science. 2021. Vol. 12956. P. 350–359. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87010-2_25.
4. Rufus S. A., Ahmad N. A., Abdullah, N., Abdul-Malek, Z. A Comparative Analysis Using Machine Learning Approach for Thunderstorm Prediction in Southern Region of Peninsular Malaysia // 2023 International Symposium on Lightning Protection (XVII SIPDA), Suzhou, China. 2023. P. 1–6. DOI: 10.1109/SIPDA59763.2023.10349193.
5. Tong C., Wang Q., Gao Y., Tong M., Luo, J. Dynamic Lightning Protection of Smart Grid distribution system // Electric Power Systems Research. 2014. Vol. 113. P. 228–236. DOI: 10.1016/j.epsr.2014.03.012.
6. Pérez E., Espinosa, J., Aranguren, D. On the Development of Dynamic Stroke Density for Transmission Line for Power System Operational Applications // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. 2020. Vol. 116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105527>.

Разработка интерактивного приложения на основе OR-tools для решения комбинаторных задач с ограничениями

Вдовиченко Н. А. (*г. Апатиты, Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, claysfo@gmail.com*)

Аннотация. Статья описывает разработку интерактивного приложения на базе библиотеки Google OR-Tools для решения комбинаторных задач с ограничениями, основанной на концепции блочного программирования.

Abstract. The article describes the development of an interactive application based on the Google OR-Tools library for solving combinatorial problems with constraints based on the concept of block programming.

Ключевые слова: or-tools, комбинаторные задачи, ограничения, интерактивное приложение, программирование в ограничениях, блочное программирование, разработка программного обеспечения

Key words: or-tools, combinatorial problems, constraints, interactive application, constraint programming, block programming, software development

В современной области оптимизации задачи комбинаторной природы играют значительную роль. Из-за технологического прогресса и появления новых программных средств возникает потребность в создании эффективных инструментов, способных предоставить пользователям возможность решать подобные задачи, не обладая специализированными знаниями в программировании.

В данной статье представляется приложение, разработанное с использованием библиотеки Google OR-Tools для решения задач оптимизации и удовлетворения ограничений с акцентом на упрощении процесса решения при помощи подхода, который базируется на блочном программировании [1; 2].

Программирование в ограничениях – это парадигма программирования, в которой отношения между переменными указаны в форме ограничений. В отличие от императивного программирования, где в явном виде определяются инструкции для исполнительного устройства (процессора), в рамках данного подхода задача программиста заключается в формулировании ограничений на допустимые решения задачи. Такой подход часто используется для решения комбинаторных задач. Данные задачи могут быть сложными самостоятельно, но с использованием разработанного приложения становятся доступными для большего числа людей. Это осо-

бенно важно для тех, кто далек от программирования и оптимизации, но сталкивается с необходимостью решения сложных задач.

Процесс разработки приложения включал в себя использование языка программирования C# и библиотеки Google OR-Tools с акцентом на блочном программировании. Этот подход предоставляет пользователям возможность создавать, настраивать и соединять блоки для эффективного решения задач, делая процесс более интуитивным и понятным [3; 4].

Приложение предоставляет удобный интерфейс для работы с библиотекой Google OR, облегчая процесс решения задач без необходимости в программировании. Пользователи могут вносить ограничения, определять параметры оптимизации и визуализировать результаты при помощи специальных блоков, что значительно упрощает взаимодействие с приложением [5; 6]

Рассмотрим практический сценарий использования. Допустим, пользователь хочет оптимизировать рабочее расписание с учетом нескольких ограничений, таких как рабочие часы, приоритеты задач и ограничения времени. Создав и настроив блоки для каждого из указанных ограничений и связав их в цепочку, пользователь может получить допустимое расписание, которое удовлетворяет всем установленным ограничениям.

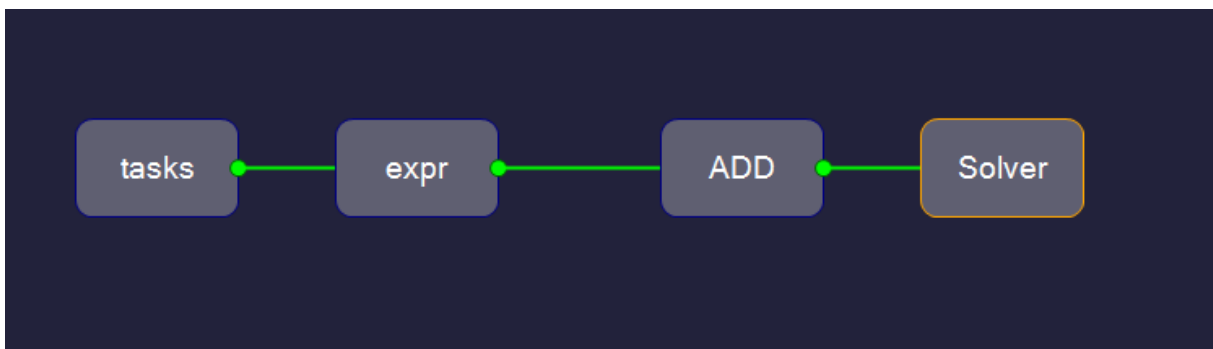


Рисунок 1 – Скриншот рабочего экрана приложения

Программирование в ограничениях в данном контексте означает использование методов, при которых задача формулируется не только как поиск оптимального решения, но и учитывает набор ограничений, которым это решение должно удовлетворять. Таким образом, пользователь может управлять процессом решения задачи, посредством установки и настройки ограничений для получения решений.

Разработанное приложение, основанное на технологии Google OR-Tools является эффективным инструментом для решения комбинаторных

задач с учетом ограничений. Уникальность данного приложения проявляется в применении концепции блочного программирования, что позволяет даже пользователям с ограниченными знаниями в области программирования в ограничениях эффективно применять его возможности.

Полученный опыт подчеркивает важность различных подходов в создании программных решений, способных преобразовывать сложные программные конструкции в интуитивно понятные и доступные средства для широкого спектра пользователей. Дальнейшее развитие данного приложения предполагается в создании своей библиотеки, ориентированной на решение комбинаторных задач в парадигме программирования в ограничениях.

Библиографический список

1. Троелсен Андерс. Язык программирования C# 7 и платформы. NET и NET Core. М. : ДМК Пресс, 2017. 1600 с.
2. Албахар Джозеф, О'Нилл, Бен. C# 5.0 в подлиннике. СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 880 с.
3. Саймон Робинсон. Программирование: теоремы, задачи, решения. СПб. : БХВ-Петербург, 2015. 480 с.
4. Таненбаум Эндрю С., Вудхалл, Дэвид. Структура компьютерных систем. СПб. : Питер, 2011 .912 с.
5. Фримен Эндрю, Робсон, Роберт. Паттерны проектирования на платформе .NET. М. : ДМК Пресс, 2013. 384 с.
6. Анджел Шарп. LINQ в действии. М. : Вильямс, 2010. 768 с.

Проектирование информационной системы контроля целостности горнодобывающей техники с использованием методов машинного обучения

Виноградов Н. К., Тоичкин Н. А. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра информатики и вычислительной техники, nikitik.2001@mail.ru, toichkin@list.ru)

Аннотация. Представлен проект информационной системы контроля целостности горнодобывающей техники с использованием методов машинного обучения. Предложен способ генерации синтетической обучающей выборки с помощью создания растровых изображений объекта с поломками, под разными углами и наличием белого шума.

Abstract. A project of an information system for monitoring the integrity of mining equipment using machine learning methods is presented. A method is proposed for generating a synthetic training sample by creating raster images of an object with breakdowns, at different angles and the presence of white noise.

Ключевые слова: машинное обучение, модель, нейронная сеть, горная техника, информационная система, архитектура информационной системы

Key words: machine learning, model, neural network, mining technic, information system, information system architecture

С первой половины XX века и по настоящее время добыча минералов открытым способом является одним из важных методов получения полезных ископаемых ряда стран, включая Россию. Для чего используется большое количество горной техники. В ходе работ детали техники изнашиваются и получают механические повреждения [1], которые можно быстро диагностировать при помощи видеофиксации и сигнализировать водителю об отводе техники на ремонт. При этом вся полученная информация фиксируется в системах хранения для дальнейшего анализа и составления отчетов. Для реализации данного процесса необходимо построить информационную систему, использующую технологии машинного обучения для идентификации поломок.

На рисунке 1 представлена архитектура подобной информационной системы.

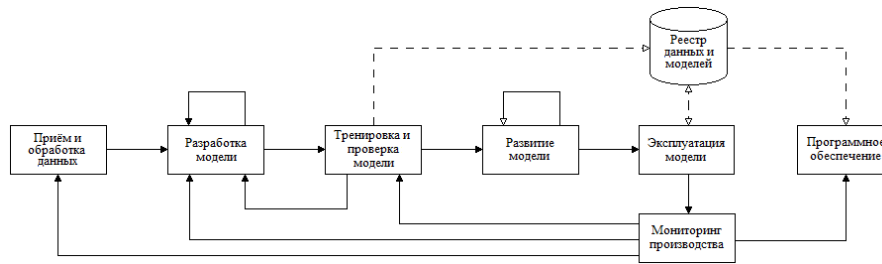


Рисунок 1 – Архитектура ИС

Ниже приведено описание основных модулей рассматриваемой архитектуры.

Прием и обработка данных. Формирование новых или изменение имеющихся данных, необходимых для обучения модели. Для имплементации моделей машинного обучения, содержащих большое количество данных видеопотока в режиме реального времени, в производственный цикл, потребуются современные технологии обработки больших данных (Big Data) [2].

Разработка модели. Подготовка и разметка данных, выбор модели машинного обучения, разбиение выборки на тестовую и обучающую части.

Тренировка модели. Обучение модели предлагаем производить на синтетических данных [3; 4], т.к. получение реальных данных по поломкам горной техники, затруднительно и сопровождается рядом трудностей, в том числе конфиденциального характера. Такие данные, являются искусственными, они имитируют наблюдения реального мира, и будут использованы для обучения модели. В качестве примера работы системы поставлена цель распознать зашумленные зубья ковша экскаватора (рисунок 2).

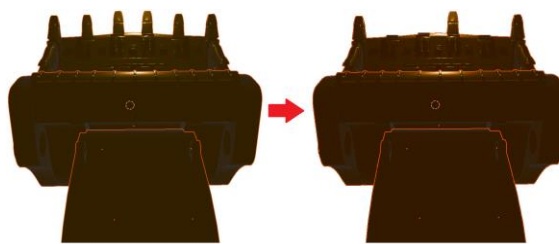


Рисунок 2 – Пример шаблона данных для обучения

Для создания обучающей выборки потребуется разработка программного скрипта, который создает растровые изображения ковша с поломками на основе шаблонов, разработанных в среде Blender, добавляя белый шум и артефакты на изображения и применяя повороты на разные углы. Склеивание и генерация изображений будут выполнены в среде Unity. В результате, модель, обученная на синтетических данных, будет применяться в работе с реальными данными, полученными с видеочкамер.

Развитие модели. В этот процесс входит: оптимизация гиперпараметров, регуляризация, нормализация данных.

Эксплуатация модели. Анализ и диагностирования неисправности в режиме реального времени, сбор и сохранение данных.

Мониторинг производства. Отслеживание и сбор нарушений целостности горной техники, и передача данных на панель мониторинга.

Реестр данных и моделей. Занесение в реестр моделей и данных для сохранения и последующего использования.

Программное обеспечение. Инструмент визуализации и анализа данных.

Реализация заявленной ИС не потребует существенных изменений в конструкции горной техники, потребуется установка видео камеры для фиксации изображения диагностируемого объекта. Используя полученные изображения, обученная модель сможет распознавать поломки в режиме реального времени, и оперативно сигнализировать операторам.

Библиографический список

1. Болобов В. И. Влияние вида горной породы на закономерности изнашивания коронки зуба ковша экскаватора / В. И. Болобов, Э. В. Ахмеров, И. В. Ракитин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6–2. С. 189–204. DOI 10.25018/0236_1493_2022_62_0_189. EDN LOJMUUV.
2. Тихонов А. А. Большие данные и глубокое машинное обучение в искусственных нейронных сетях / А. А. Тихонов // Наука и образование сегодня. 2018. № 6(29). С. 35–38. EDN XRHGYYX.
3. Пчелинцев С. Метод создания синтетических наборов данных для обучения нейросетевых моделей распознаванию объектов / С. Пчелинцев, М. А. Юляшков, О. А. Ковалева // Информационно-управляющие системы. 2022. № 3(118). С. 9–19. DOI 10.31799/1684-8853-2022-3-9-19. EDN LBEAQQ.
4. Dubovitski A. A. Applicability of machine learning models using a neural network for predicting the parameters of the development of food markets / A. A. Dubovitski, E. A. Klimentova, M. A. Rogov // Journal of Process Management and New Technologies. 2022. Vol. 10, No. 3-4. P. 93–105. DOI 10.5937/jpmnt10-41317. EDN SMPAQA.

Прагматическая оценка информативности пространственных данных для синтеза адаптивных геоинтерфейсов

Вицентий А. В. (*г. Апатиты, Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, alx_2003@mail.ru*)

Аннотация. Эта статья кратко описывает технологию синтеза адаптивных геоинтерфейсов на основе использования прагматической информативности данных. Описан способ оценки информативности данных с точки зрения их полезности для принятия решения. Способ основан на использовании семанτικο-прагматического подхода к оценке информации на основе анализа тезауруса пользователя.

Abstract. This paper briefly describes a technology for synthesising adaptive geointerfaces based on the use of pragmatic data informativeness. The method of evaluating the informativeness of data in terms of its usefulness for decision making is described. The method is based on the use of semantic-pragmatic approach to information evaluation based on the analysis of user's thesaurus.

Ключевые слова: адаптивный геоинтерфейс, информативность данных, геовизуализация, пространственные данные, географические информационные системы

Key words: adaptive geointerface, data informativeness, geovisualisation, spatial data, geographic information systems

Разработка технологий синтеза адаптивных геоинтерфейсов информационных систем является актуальной задачей, направленной на повышение эффективности человеко-компьютерного взаимодействия [1; 2]. Такие интерфейсы наиболее эффективны в системах поддержки принятия решений, связанных с управлением территориями и природно-промышленными системами.

Для синтеза эффективного адаптивного геоинтерфейса необходимо иметь представление как о реальных информационных потребностях пользователя, так и о его ментальной модели. В частном случае, для обеспечения информационной поддержки лица, принимающего решения, достаточно иметь представление его тезауруса (части тезауруса), относящегося к предметной области решаемых задач [3]. Тогда, с помощью предложенной технологии синтеза адаптивных геоинтерфейсов, информационная система может предоставлять пользователю в первую очередь наиболее информативные с прагматической точки зрения данные.

Ранжирование и отбор наиболее полезных, с точки зрения решаемой задачи, данных осуществляется на основе расчета количественной оценки меры семантической близости концептов из тезауруса пользователя и тезауруса базы данных информационной системы с геоинтерфейсом. Таким образом возможно обеспечить как новизну, так и понятность данных для конечного пользователя [5]. Расчет количественной оценки семантической близости концептов производится на основе топологической меры Ву и Палмера [4]:

$$Sim(c1, c2) = \frac{2 * deep (lso(c1, c2))}{len (c1, c2) + 2 * deep (lso (c1, c2))} \quad (1)$$

где: $c1$ и $c2$ – концепты, для которых рассчитывается мера семантической близости;

$len (c1, c2)$ – расстояние между концептами в тезаурусе;

$deep$ – максимальная глубина отношения;

$lso (c1, c2)$ – глубина рассматриваемого тезауруса от корня до минимального концепта, являющегося общим для концептов $c1$ и $c2$.

Технология синтеза адаптивных геоинтерфейсов на основе использования прагматической информативности данных, наряду с предложенным ранее формальным представлением ментальной модели пользователя [6], являются методологической основой синтеза когнитивных интерфейсов информационных систем обработки пространственно-временных данных.

Библиографический список

1. Вицентий А. В. К вопросу о разработке когнитивных интерфейсов средств информационной поддержки управления развитием пространственно-распределенных систем / А. В. Вицентий, М. Г. Шишаев, Т. А. Порядин // Наука – производству : материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 24–27 марта 2015 года. – Мурманск : МГТУ, 2015. С. 109–113. EDN: VFYJNH.
2. Vicentiy A. V. Development of methods and tools to support regional management in the Arctic zone of the Russian Federation based on cognitive interfaces / A. V. Vicentiy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Saint Petersburg, 17–18 апреля 2019 года. Vol. 302. Saint Petersburg: IOP Publishing, 2019. P. 012139. DOI 10.1088/1755-1315/302/1/012139. – EDN: IMAENG.

3. Afzal W. Conceptualisation and Measurement of Information Needs: A Literature Review // *Journal of the Australian Library and Information Association*. 2017. Vol. 66, № 2. P. 116–138. DOI: 10.1080/24750158.2017.1306165
4. Wu Z., Palmer M. Verbs semantics and lexical selection // *Proceedings of the 32nd annual meeting on Association for Computational Linguistics*. Morristown, NJ, USA : Association for Computational Linguistics, 1994. P. 133–138.
5. Vicentiy A.V., Dikovitsky V.V., Shishaev M.G. Automated Extraction and Visualization of Spatial Data Obtained by Analyzing Texts About Projects of Arctic Transport Logistics Development // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Vol. 1046. P. 419–433. DOI: 10.1007/978-3-030-30329-7_37.
6. Вицентий А. В. Обзор подходов и уточнение основных понятий в области моделирования пользователей / А. В. Вицентий // *Труды Кольского научного центра РАН. Сер. Технические науки*. 2022. Т. 13, № 2. С. 66–77. DOI 10.37614/2949-1215.2022.13.2.006. EDN: VDYTSG.

Анализ эмоциональной окраски обсуждений вакцинации в социальных сетях

Кобенко А. В., Латухина Е. А. (г. Архангельск, ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова", кафедра информационных систем и информационной безопасности, a.kobenko@narfu.ru)

Аннотация. Статья посвящена анализу тональности обсуждений вакцинации в социальных сетях. Для анализа были использованы Python, VK API, Google Colab и сверточная нейронная сеть на основе word2vec. В результате было выявлено соотношение комментариев различной эмоциональной окраски в собранном наборе данных.

Abstract. The article considers sentiment analysis of vaccination discussions on social networks. Python, VK API, Google Colab and a convolutional neural network based on word2vec were used for the analysis. The ratio of comments of different emotional tones in the collected data set was revealed as a result.

Ключевые слова: вакцинация, анализ тональности, сверточная нейронная сеть, социальные сети, word2vec

Key words: vaccination, sentiment analysis, convolutional neural network, social networks, word2vec

Вакцинация стала одним из главных тем обсуждений в социальных сетях в последние годы. Во время пандемии COVID-19 государство старалось предотвратить распространение вируса, в том числе с использованием вакцинации [1], что вызывало огромное количество негативных комментариев. С другой стороны, еще до начала пандемии ученые исследовали причины отказов родителей от вакцинации детей [2] и пришли к выводу, что недостаток информированности вызывает настороженность у населения.

С учетом постоянного распространения дезинформации, а также увеличивающегося интереса к вопросам здоровья, понимание того, как эмоциональная окраска влияет на восприятие информации о вакцинации, становится критически важным.

Этапы исследования анализа тональности:

- анализ имеющихся источников с целью получения списка ключевых слов;
- поиск сообществ по ключевым словам;
- выгрузка постов из найденных сообществ;

- предварительная обработка данных;
- классификация постов;
- анализ и интерпретация результатов.

Для составления списка лингвистических маркеров (ключевых слов) были использованы "Словарь русского языка коронавирусной эпохи" [3] и тематическая текстовая коллекция, собранная исследователями МГУ имени М. В. Ломоносова и Томского государственного университета.

После составления списка ключевых слов был сформирован список сообществ, в постах которых упоминались слова из выделенных лингвистических маркеров. Всего было выделено 26 сообществ.

Для сбора и анализа данных из сообществ социальной сети "ВКонтакте" были использованы язык программирования Python, VK API, официальный интерфейс доступа к данным социальной сети, и облачная среда разработки Google Colab. Для анализа тональности собранных данных была использована сверточная нейронная сеть (CNN) на основе word2vec.

Для обучения нейронной сети был выбран словарь оценочных слов и выражений русского языка "РусСентиЛекс" [4], в котором содержится более 16 тысяч слов и выражений, каждому из которых присвоена тональность: позитивная (positive), негативная (negative), нейтральная (neutral) или неопределенная оценка, зависящая от контекста (positive/negative).

После обучения нейронной сети модель была применена к имеющемуся набору данных. В результате было выяснено, что в имеющейся коллекции преобладают посты с негативной эмоциональной окраской (рисунок 1).

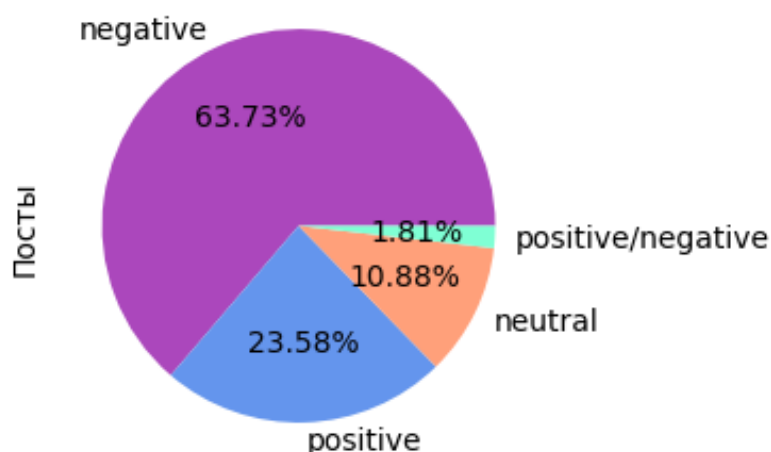


Рисунок 1 – Распределение значений тональностей

Далее планируется провести более глубокий анализ динамики изменения мнений с учетом специфики пользовательской аудитории "ВКонтакте".

Библиографический список

1. Количество привитых от коронавируса в России. – Текст : электронный // GOGOV – о главном в России без политики. URL: <https://gogov.ru/covid-v-stats/russia> (дата обращения: 21.12.2023).
2. Кригер Е. А., Самодова О. В., Пастбина И. М. Вакцинопрофилактика инфекций у детей: отказы родителей и их причины // Вопросы практической педиатрии. 2018; 13 (1): 21–26.
3. Словарь русского языка коронавирусной эпохи. Сост. Х. Вальтер, Е. С. Громенко, А. Ю. Кожевников, Н. В. Козловская, Н.А. Козулина, С. Д. Левина, В. М. Мокиенко, А. С. Павлова, М. Н. Приемышева, Ю. С. Ридецкая / ред. кол.: Е. С. Громенко, А. С. Павлова, М. Н. Приемышева (отв. ред.), Ю. С. Ридецкая / СПб. : Институт лингвистических исследований РАН, 2021. 550 с.
4. Словарь оценочных слов и выражений русского языка РуСентиЛекс. – Текст : электронный // LABINFORM.RU. URL: <http://www.labinform.ru/pub/rusentilex/> (дата обращения: 21.12.2023).

Разработка программного компонента генерации блочной модели с учетом угла естественного откоса при моделировании рудоперегрузочного склада горнодобывающего предприятия

Ковалев В. С. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра информатики и вычислительной техники, *tumbamba@gmail.com*)

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме распределения разгрузок самосвалов в штабеле рудоперегрузочного склада с целью усреднения полезного ископаемого в горной породе, а также созданию каркасной цифровой модели рудоперегрузочного склада послойной закладки для разработки компонента вычисления местоположений разгрузки самосвалов. Данный компонент позволит в автоматическом режиме по установленному набору параметров сформировать блочную модель склада с целью проведения анализа распределения породы каждой выгрузки самосвала. Программный компонент разрабатывается в рамках командного проекта, посвященного созданию программного решения для автоматизации формирования рудных складов горнодобывающего предприятия для получения стабильного качества руды.

Abstract. This article is devoted to the problem of distributing dump truck unloadings in the ore-handling warehouse stack with the aim of averaging the mineral in the rock, as well as creating a wireframe digital model of the ore-handling stack-by-layer laying for developing a component for calculating the locations of dump truck unloading. This component will automatically, according to a set of parameters, form a block model of the warehouse in order to analyze the distribution of rock of each dump truck discharge. The software component is being developed as part of a team project dedicated to creating a software solution for automating the formation of ore warehouses of a mining enterprise to obtain a stable quality of ore.

Ключевые слова: усреднение качества полезных ископаемых, цифровые двойники, рудный склад

Key words: averaging the quality of minerals, digital twins, ore stockpile

Введение

Разработка программного компонента проводится в рамках проекта по формированию блочной модели рудо-перегрузочного склада горнодобывающего предприятия и выполнялась в двух направлениях.

Первое направление заключалось в формирование объектов под влиянием угла естественного откоса и реализовывалось для построения "элементарного объема", выгружаемого самосвалом при формировании слоя штабеля. Задача состояла в построении фигуры, напоминающей холм,

формирующийся высыпанием из самосвала горной породы. Поскольку наиболее близкая геометрическая фигура, напоминающая холм – конус, то задача была сведена к построению блочной модели конуса с заданным углом естественного откоса и объемом выгруженной породы.

Второе направление заключалось в разработке алгоритма, моделирующего процесс разравнивания с помощью бульдозера. Одной из основных функций бульдозера является перемещение грунта. Т.к. задача заключается в перемещении породы перед отвалом, а отвал имеет форму щита, то щит представлен в виде плоского прямоугольника. Основная задача отвала заключается в толкании породы вперед. При этом сложная система управления самосвалом не применяется. Отвал выставляется перпендикулярно направлению движения бульдозера и расталкивает горную породу перед ним в пустоты, находящиеся перед горной породой. Поскольку за отвалом бульдозера все пустоты заполняются ранее выбранными блоками, то динамической корректировки высоты отвала относительно трактора не требуется, а оптимальная высота положения отвала задается через расчетную высоту разровненного слоя [1].

Средства реализации

Для реализации данного проекта была использована интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio и язык программирования C#. А также библиотека Newtonsoft.Json для записи полученных результатов работы компонента [2].

Реализация

Первым разработанным компонентом является генерация блочной модели холма, выгружаемого самосвалом. По заданным показателям, таким как: плотность горной породы; масса, перевозимая самосвалом; угол естественного откоса и заданной детализации (количество блоков в радиусе холма), строилась блочная модель холма, анализирующая расстояние от оси конуса до каждого блока вокруг выбранной оси. Радиус уменьшался с увеличением высоты.

Вторым разработанным компонентом является построение модели не разровненного слоя штабеля. По указанным габаритам штабеля и ранее созданной модели холма, рассчитывались размеры слоя, выраженные в количестве холмов, которые могут быть отсыпаны вдоль длины и ширины штабеля. По указанным координатам генерировалась блочная модель холма в модели слоя штабеля.

Третьим разработанным компонентом является имитация работы отвала бульдозера. Для получения необходимых данных был разработан сценарий, который запускался несколько раз и собирал данные для имитации работы отвала бульдозера вдоль одного вектора разравнивания. Пользователь определял траекторию бульдозера, по которой должно было выполняться распределение блоков модели, длину пути, который должен преодолеть бульдозер, и точку отправления бульдозера.

Заключение

На данном этапе развития проекта реализована первая рабочая версия формирования слоя рудоперегрузочного склада послойной закладки с последовательным разравниваем каждого холма. Данная версия включает в себя алгоритм формирования слоя самосвалами, до его разровненного состояния, и алгоритм разравнивания, распределяющий блоки по траектории движения бульдозера, которая задается пользователем.

Библиографический список

1. Типовая инструкция по хранению углей, горючих сланцев и фрезерного торфа на открытых складах электростанций. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/391877/
2. Браузер API .NET. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/>.

Разработка мобильного приложения "ЭкоПоиск"

Мигаль Ю. В., Глицевич А. В., Латухина Е. А. (г. Архангельск, ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова", кафедра информационных систем и информационных технологий, *migaly@list.ru*)

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема неинформированности населения о правильных методах сбора и классификации вторичных материалов, а также вариант ее решения – создание мобильного приложения, предоставляющего необходимую информацию пользователю.

Abstract. The article considers the actual problem of lack of information about the correct methods of collecting and classifying secondary materials. A possible solution such as mobile application development providing the necessary information is described.

Ключевые слова: мобильное приложение, вторсырье, сбор мусора

Key words: mobile application, secondary materials, waste collection

В настоящее время актуальна ситуация неосведомленности граждан о правильном сборе и сортировке вторсырья. С каждым годом количество отходов растет, а их неправильная утилизация негативно влияет на окружающую среду [1]. Раздельный сбор мусора выделяется как важная инициатива, способствующая более эффективному управлению отходами и поддерживающая заботу о природе [2]. Эта практика активно поддерживает стремление к устойчивому и ответственному обращению с ресурсами, создавая путь к более здоровой и устойчивой экологической ситуации.

Сравнительный анализ приложений, предназначенных для информирования пользователей о переработке вторсырья, показал, что существующие решения не обеспечивают достаточной функциональности и понятности в использовании. Так, в приложении "ВторПлюс" [3] отсутствует информационная часть с объяснением видов маркировки и возможности просмотреть карту точек сбора, если в вашем регионе приложение не находит пункты приема, а в приложении "Вторсырье" [4] присутствует лишь часть с объяснением видов маркировки.

Целью работы является разработка мобильного приложения "ЭкоПоиск", предоставляющего пользователям информацию о переработке втор-

сырья и помогающего им определить возможность сдачи упаковки и других материалов на переработку.

С использованием средства прототипирования Figma с учетом пожеланий и потребностей целевой аудитории был построен прототип мобильного приложения, который является визуальным представлением основного функционала и пользовательского интерфейса приложения (рисунок 1).

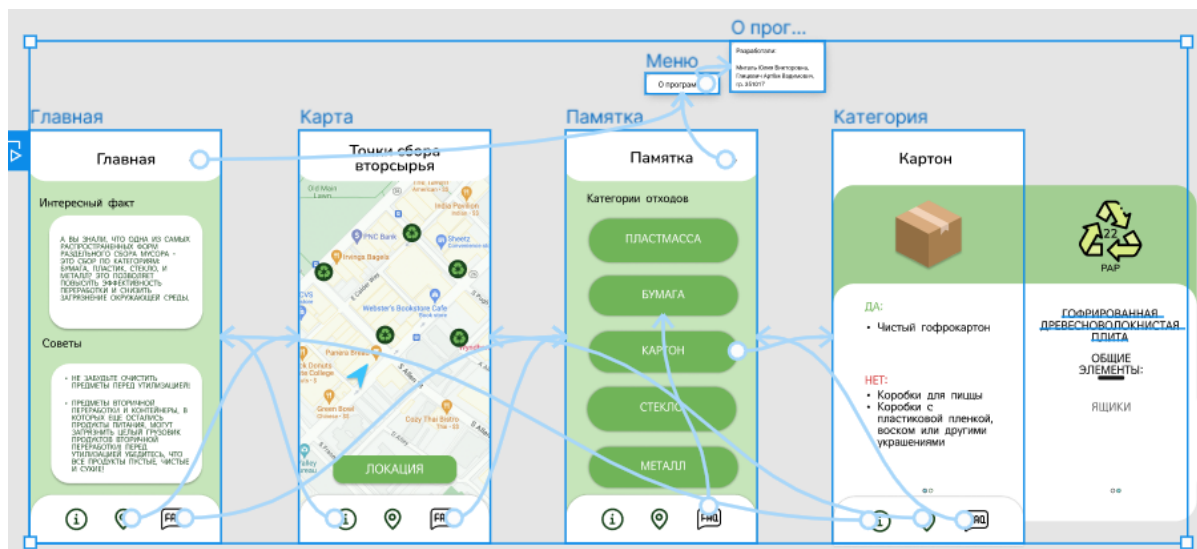


Рисунок 1 – Прототип мобильного приложения

В качестве языка разработки был выбран Kotlin, средой разработки являлась Android Studio. Архитектура приложения основана на шаблоне MVVM, который обеспечивает разделение логики приложения, пользовательского интерфейса и данных. Приложение взаимодействует с базой данных Firebase, откуда получает необходимые данные. Кроме того, в приложение интегрирован Yandex MapKit для отображения интерактивной карты точек сбора вторсырья.

В процессе работы с приложением пользователь может ознакомиться с главным экраном, где представлены интересные факты и советы по переработке материалов. Также представлена карта, с доступными функциями просмотра сборных пунктов и нахождения собственного положения и памятка с перечислением категорий отходов, видов маркировок и советами по утилизации (рисунок 2).

В процессе тестирования работа мобильного приложения была проверена на двух различных устройствах. Результаты тестирования показали, что на обоих устройствах наше приложение работает стабильно и без существенных задержек или ошибок.

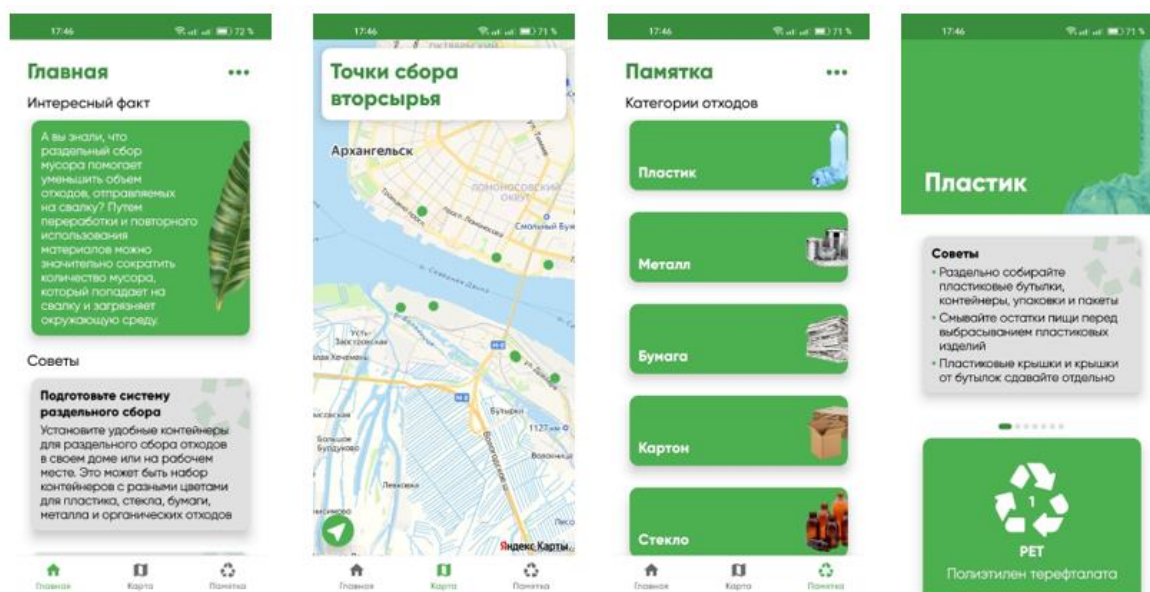


Рисунок 2 — Экраны готового приложения

В планы по развитию приложения включена интеграция искусственного интеллекта для автоматического распознавания объектов и классификации материалов. Это может быть реализовано с использованием алгоритмов глубокого обучения.

Библиографический список

1. Организация системы раздельного сбора отходов: проектный подход / А. А. Новоселова, П. А. Табанакова, С. В. Махлонова, Н. А. Лавринова // Лучшие студенческие исследования : сб. ст. VI Междунар. науч.-исследовательского конкурса, Пенза, 10 января 2022 года. Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 72–74. EDN: XVZZZU.
2. Костыря А. В. Анализ отечественного опыта раздельного сбора отходов / А. В. Костыря // Управление городом: теория и практика. 2019. № 1(32). С. 43–51. EDN: XAYYAE.
3. Мобильное приложение ВторПлюс. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vtorplus&pli=1> (дата обращения : 21.12.2023).
4. Мобильное приложение Вторсырье. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.homoterano.recycle> (дата обращения : 21.12.2023).

Сравнительный анализ российских средств OLAP-аналитики

Неупокоева Е. О. (*г. Апатиты, Институт информатики
и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН,
neupokoeva@iimt.ru*)

Аннотация. В работе проводится сравнительный анализ средств OLAP-аналитики российской разработки. В качестве источников информации использованы в большей степени официальные сайты программных продуктов. В результате анализа выбрано наиболее подходящее средство для проведения научного исследования по заданному набору критериев – Loginom.

Abstract. The work provides a comparative analysis of Russian-developed OLAP analytics tools. Official websites of software products are mostly used as sources of information. As a result of the analysis, the most suitable tool for conducting scientific research on a given set was selected – Loginom.

Ключевые слова: OLAP, анализ данных, многомерный куб

Key words: OLAP, data analysis, multidimensional cube

В наше время прослеживаются тенденции необходимости перехода на отечественное программное обеспечение. В научном исследовании, посвященном разработке средства поддержки принятия решений в кадровой логистике регионального производственного кластера, появилась необходимость оперативного и комплексного анализа больших объемов информации из разных источников. В связи с этим возникла потребность в выборе инструментальной среды OLAP для оперирования многомерными данными. Были отобраны и проанализированы программные продукты, разработанные российскими компаниями.

В качестве рассматриваемых платформ OLAP-аналитики были выбраны следующие программные продукты: Loginom (Loginom company), Полиматика (ООО "Полиматика Рус"), Turbo X (Consyst Business Group), Триафлай ("Доверенная среда"), МойОфис. Аналитика (ООО "Новые облачные технологии"), Optimacros (OptiTeam), ViQube (Visiology), Форсайт (Форсайт), Arenadata DB (Arenadata), Контур-стандарт ("Intersoft Lab"), YDB (Яндекс).

Разрабатываемое программное средство представляет из себя систему поддержки принятия решений для регионального производственного кла-

стера в области кадровой логистики [1]. В качестве среды разработки используется программный продукт Anylogic [2]. Для работы системы необходим большой объем статистических данных, который необходимо анализировать, в том числе в реальном времени. Зарекомендовавшим себя способом работы с большими данными являются многомерные кубы OLAP [3], представленные в программных продуктах класса Business Intelligence. Многие из указанных инструментальных сред требуют больших аппаратных мощностей или являются дорогостоящими, что не подходит для проведения некоммерческого исследования. Также необходима возможность интеграции с инструментальной средой Anylogic.

Поэтому в качестве критериев для выбора программного средства были определены следующие требования:

- возможность работы в облаке для экономии аппаратных ресурсов;
- бесплатное распространение или демо-версия, доступная длительный срок;
- прямой экспорт в базы данных или форматы, совместимые с java;
- возможность использования встроенных интерактивных инструментов визуальной обработки данных: дашбордов, диаграмм и прочих интерактивных элементов графического интерфейса;
- возможность осуществления потоковой аналитики;
- присутствие инструментальной среды в реестре отечественного программного обеспечения;
- возможность работы на базе ОС Windows;
- поддержка русских операционных систем на базе Linux;
- низкий порог вхождения, возможность работы без программирования (low-code/no-code разработка);
- наличие возможности моделирования и прогнозирования;
- наличие функции, позволяющей использовать методы машинного обучения.

При рассмотрении различных программных средств OLAP-аналитики основной упор был сделан на технические требования и стоимость. Более подробная информация о рассмотренных продуктах и сравнительная таблица будут опубликованы в статье [4]. По совокупности факторов наиболее подходящим для проведения исследования был признан программный продукт Loginom.

Библиографический список

1. Khaliullina D. N., Malygina S. N., Neupokoeva E. O., Bystrov V. V. Development of a Simulation Model of Personnel Logistics of a Mining and Chemical Cluster // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol. 232 LNNS. P. 650–667. DOI: 10.1007/978-3-030-90318-3_52.
2. Anylogic. URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения: 19.12.2023).
3. Кудрявцев Ю. OLAP-технологии: обзор решаемых задач и исследований // *Бизнес-информатика*. 2008. №1. С. 66–70.
4. Неупокоева Е. О., Быстров В. В. Анализ OLAP-решений для исследования жизнеспособности региональных социально-экономических систем // *Труды Кольского научного центра РАН. Сер. Технические науки*. 2023. Т. 14, № 7. DOI: 10.37614/2949-1215.2023.14.7.006.

Извлечение терминов и отношений из обсуждений в социальных медиа

Никонорова М. Л., Пимешков В. К. (г. Апатиты, Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, лаборатория информационных технологий управления региональным развитием, nikonorova@iimm.ru)

Аннотация. Рассмотрена проблема автоматизированного извлечения терминов и отношений из естественно-языковых текстов с целью их дальнейшего использования при построении графов знаний в рамках задачи мониторинга тематических обсуждений в социальных медиа.

Abstract. The problem of automated extraction of terms and relations from natural language texts is considered for the purpose of their further use in constructing knowledge graphs within the problem of monitoring thematic discussions in social media.

Ключевые слова: извлечение терминов, извлечение отношений, социальные медиа, интеллектуальный анализ текста

Key words: term extraction, relation extraction, social media, text mining

В рамках задач извлечения знаний из социальных медиа важными этапами являются выделение всех релевантных для контекста терминов и в дальнейшем определения прямых или опосредованных связей между ними. В контексте решаемой задачи мониторинга тематических обсуждений в социальных медиа релевантными для нас являются не только предметные, но и общеупотребимые термины. Поэтому для извлечения данных категорий терминов предлагается комбинированный метод (рисунок 1).

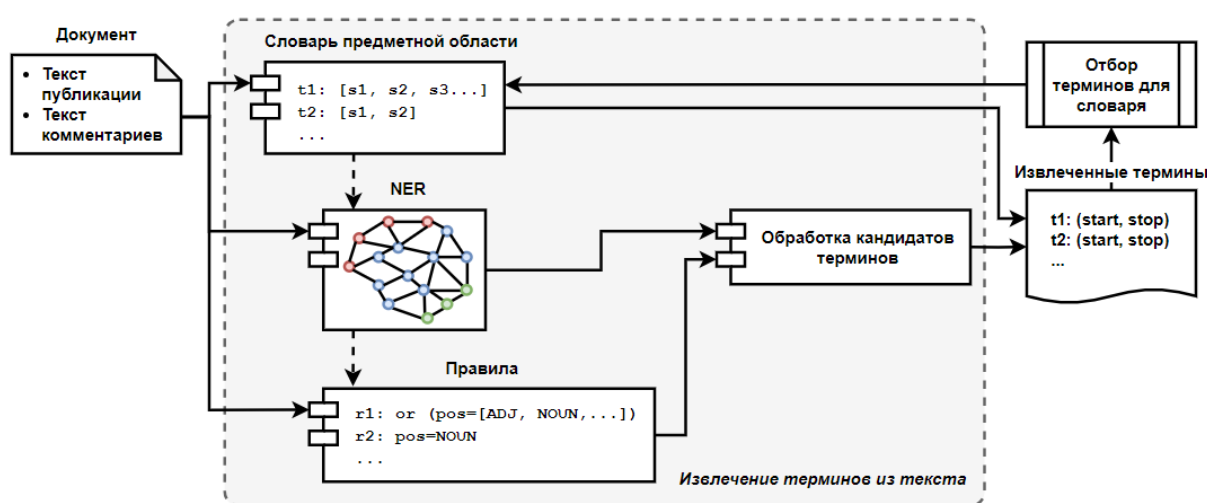


Рисунок 1 – Концептуальная схема метода извлечения терминов

Для совместного извлечения не только предметных, но и общеупотребимых терминов используется комбинация последовательно применяемых методов на основе словарей, инструментов NER и правил. На первом этапе используется словарь для однозначной идентификации предметных терминов. Следующим этапом применяется распознавание именованных сущностей (NER) для выделения персон, названий организаций и локаций, рассматриваемые нами как наиболее релевантные типы терминов в рамках решаемой задачи. В качестве инструмента NER используется модель BERT [1]. Последним этапом применяется сформированный вручную на основе анализа имеющихся данных и исходя из решаемой задачи набор правил для выделения общеупотребимых терминов. Первое правило, реализованное с помощью Yargy-парсера [2], извлекает би- и триграммы, состоящие из ряда частей речи: существительных, прилагательных, причастий или числительных. Отобранные данным правилом кандидаты фильтруются с помощью обученной модели коллокации из библиотеки NLTK [3] и дополнительно по частоте (TF) для кандидата. Второе правило – частеречевое – извлекает униграммы-существительные, фильтруемые по частоте встречаемости в документе. Финальная обработка терминов-кандидатов позволяет исключить их полные совпадения, стоп-слова и редко употребляемые кандидаты.

Для оценки эффективности предлагаемого метода была экспертно размечена выборка из 320 документов, которые представляют собой публикации с комментариями из ряда групп социальной сети ВКонтакте по Мурманской области. На данной выборке метод продемонстрировал 69 % точности, 65 % полноты и 67 % меры F1, что, учитывая сложность интерпретации того, что является важным термином в документе, на наш взгляд, является хорошим результатом.

Теперь, имея извлеченные термины, мы можем определить ассоциативные связи (отношения) между ними. В рамках данной задачи проверялась гипотеза о том, что учет структуры дискурса в комментариях публикаций для извлечения отношений может качественно сказываться на получаемых в результате графах знаний, отражающих ментальную модель (стереотипизацию) пользователей социальных сетей. Таким образом, сравнивались два подхода к извлечению отношений – с учетом структуры дискурса и без учета.

Учет структуры дискурса предполагает привязку комментариев 1-ого уровня к самой публикации и их представление в виде отдельного документа. Имеющиеся комментарии к каждому комментарию 1-ого уровня также выделяются в отдельные документы и анализируются отдельно от публикации, к которой они изначально привязаны. Соответственно, в рамках подхода, не учитывающего структуру дискурса, публикация со всеми к ней комментариями анализируется как один документ (рисунок 2).

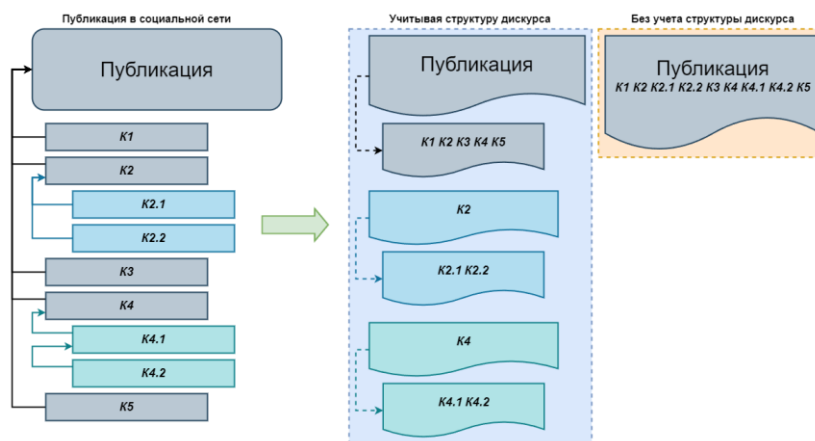


Рисунок 2 – Разница между подходами с учетом структуры дискурса и без учета

Для определения ассоциативных отношений использовался подсчет статистики совместного употребления терминов. В рамках подхода без учета структуры дискурса все термины в публикации с комментариями считаются связанными друг с другом, а для подхода, учитывающего структуру, – термины из родительской публикации или комментария считаются связанными с терминами из комментариев, отвечающих на родительскую публикацию / комментарий.

На рисунке 3 представлены по 10 извлеченных ассоциаций для терминов "администрация" и "ребенок" с учетом структуры дискурса и без учета, упорядоченные по убыванию частоты совместного употребления. Можно заметить, что, в целом, подход с учетом структуры дискурса показывает себя немного лучше, т.к. связи между терминами выглядят наиболее релевантными задаче.

Term 1	Без учета структуры		С учетом структуры		Term 1	Без учета структуры		С учетом структуры	
	Term 2	CO	Term 2	CO		Term 2	CO	Term 2	CO
администрация	город	12116	кировск	1176	ребёнок	город	18782	апатиты	1119
	кировск	7764	город	995		родитель	16720	родитель	919
	дом	6775	апатиты	685		животное	13711	кировск	788
	апатиты	5715	дом	632		школа	13050	город	663
	ребёнок	5509	ремонт	380		апатиты	12741	площадка	641
	работа	5160	ребёнок	365		площадка	11845	мурманск	541
	вопрос	4185	вопрос	320		место	9801	школа	444
	территория	3185	работа	267		россия	8765	подросток	416
	двор	2960	олимпийская	260		кировск	8310	врач	410
	снег	2937	снег	255		работа	8142	кола	377

Рисунок 3 – Извлеченные ассоциации для терминов "администрация" и "ребенок"

Соответственно, на рисунке 4 представлен фрагмент графа знаний из ассоциаций, полученных в результате применения подхода с учетом структуры дискурса.

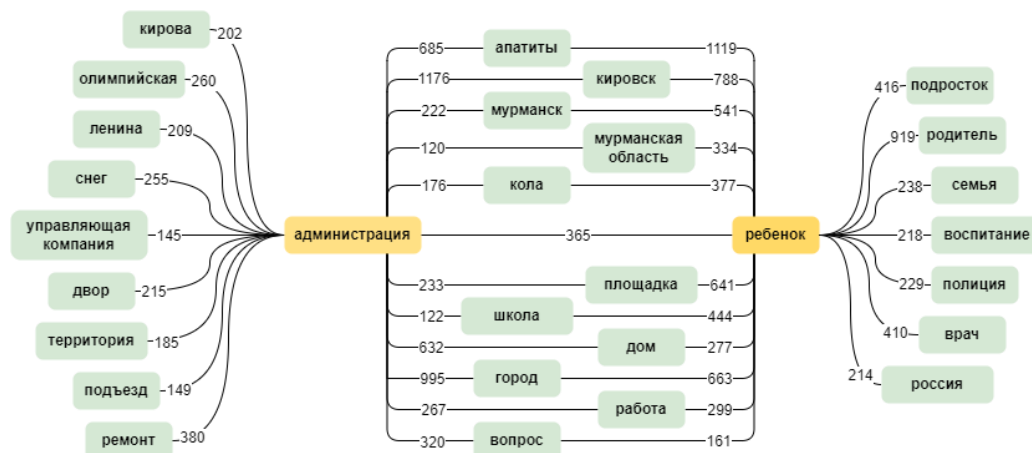


Рисунок 4 – Фрагмент графа знаний с учетом структуры дискурса

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

- эффективность предложенного метода извлечения терминов делает его применимым для практического использования;
- учет структуры дискурса, на первый взгляд, положительно сказывается на качестве получаемых графов, но требуется дальнейшее исследование для уточнения данного утверждения.

В качестве дальнейшей работы планируется рассмотреть такие направления, как извлечение вложенных терминов, оценка термичности для терминов-кандидатов и применение тематического моделирования при извлечении отношений.

Библиографический список

1. BERT NER-models. URL: <https://docs.deeppavlov.ai/en/master/features/models/NER.html#6.-Models-list> (дата обращения: 15.12.2023).
2. Yargy-парсер. URL: <https://github.com/natasha/yargy> (дата обращения: 15.12.2023).
3. Библиотека NLTK. URL: <https://www.nltk.org/index.html> (дата обращения: 15.12.2023).

Разработка инструментария для мониторинга возникновения лесных пожаров на основе использования сверточных нейронных сетей

Починок И. О., Лазарева И. М. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", научно-исследовательская лаборатория "Анализ данных и искусственный интеллект в Арктических исследованиях", igoatigo2000@gmail.com, lazareva.im@mauniver.ru)

Аннотация. Разработано программное обеспечение для анализа спутниковых снимков с целью раннего обнаружения лесных пожаров на территории Мурманской области с использованием методов глубокого обучения. В программе реализовано автоматическое получение спутниковых данных, анализ изображений с помощью сверточной нейронной сети (CNN), отображение очагов пожаров на карте местности.

Abstract. Software has been developed for analysing satellite images for the purpose of forest fires early detection in the Murmansk region using deep learning methods. The program implements automatic acquisition of satellite data, image analysis using a convolutional neural network (CNN), and fires display on a map of the area.

Ключевые слова: программное обеспечение, анализ спутниковых данных, сверточная нейронная сеть, природные пожары, арктический регион

Key words: software, satellite data analysis, convolutional neural network, wildfires, arctic region

Лесные пожары являются чрезвычайной ситуацией природного характера, которая способна нанести значительный экономический ущерб, а также создать опасные ситуации для человека. Для уменьшения негативных последствий подобных явлений Министерством чрезвычайных ситуаций России используются разнообразные методы и подходы для своевременного обнаружения пожаров на самых начальных стадиях их развития. Основными используемыми средствами мониторинга пожароопасной обстановки являются наземные: визуальный мониторинг, наблюдательные вышки; авиационные: аэрофотосъемка, съемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); и спутниковый мониторинг: дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса.

Несмотря на разнообразие традиционных методов обнаружения пожаров, не все из них могут быть использованы для мониторинга обширных незаселенных территорий без дополнительных экономических затрат. Одним из основных подходов к решению указанных проблем является ДЗЗ

с применением спутниковых технологий [1]. Преимущества космического мониторинга по сравнению с другими методами очевидны: охват больших зон, регулярность и оперативность получения данных.

В настоящий момент существующие решения (<http://pro.fires.ru/>) предлагают доступ к информации с таких спутников как Terra/Aqua, NPP, NOAA-20, пространственное разрешение в надире которых не превышает 250 метров. Для корректного определения площади очага горения требуется более высокое разрешение, которое могут предоставить спутники серии Landsat, а именно Landsat-8 и Landsat-9. Спутники данной серии имеют разрешение в надире равное 30 м. Данные спутники оснащены двумя наборами инструментов Operational Land Imager (OLI) и Thermal Infra-Red Sensor (TIRS), которые имеет полосу захвата в 185 километров.

Разрабатываемый инструментарий включает в себя несколько модулей для реализации следующих функций: получение актуальных спутниковых данных, предобработка изображений, анализ изображений с помощью сверточной нейронной сети (CNN), отображение очагов пожаров и смежной информации на карте местности, оповещение оператора мониторинга.

Модуль получения актуальных данных основывается на machine-to-machine (M2M) API взаимодействии с открытыми базами данных спутников серии Landsat (<https://search.earthdata.nasa.gov/search>). Что позволяет автоматически получать спутниковые данные по интересующей территории по мере их появления.

Модуль предобработки осуществляет объединение многоспектральных снимков, их разбиение на области 256 x 256 пикселей для дальнейшего анализа посредством обученной CNN.

Использование методов глубокого обучения для решения задач анализа состояния поверхности земли на основе данных спутникового наблюдения является активно развивающимся направлением исследований [2]. За основу архитектуры, используемой в реализации программного инструментария, была взята базовая реализация архитектуры сверточной нейронной сети U-net с расширенной пакетной нормализацией после каждого слоя и с дополнительными слоями исключения для предотвращения переобучения и распространения ошибки во время обучения [3].

В результате каждый анализируемый снимок разбивается на 700 фрагментов, каждый из которых анализируется заранее обученной сверточной нейронной сетью с целью обнаружения очага пожара и преобразуется

в маску. При наличии "горящих" пикселей информация о содержащем их фрагменте передается модулю отображения очагов пожаров на карте местности.

Задача модуля отображения состоит в сборе и визуализации информации по найденному очагу пожара, а именно: координаты "горящих" точек и приблизительная площадь пожара на момент обнаружения, отображение на карте фрагмента, содержащего возгорание, и всей смежной информации. При этом происходит активация модуля оповещения, который отправляет информационное письмо на почту оператора.

Таким образом, разрабатываемый инструментарий для мониторинга выявления природных пожаров на незаселенной территории Мурманской области дает возможность пользователю дважды в сутки получать актуальные данные по наличию термальных точек на подлежащей мониторингу территории. Обнаруженные очаги пожаров отображаются на карте, оператору выдается сообщение, а также отправляется оповещение на почту с информацией по выявленным возгораниям.

Библиографический список

1. Цветков В. Я. Анализ применения космического мониторинга / В. Я. Цветков // Перспективы науки и образования. 2015. № 3(15). С. 48–55. EDN: TYORGT.
2. Друки А. А., Спицын, В. Г., Болотова, Ю. А., Башлыков, А. А. Семантическая сегментация данных дистанционного зондирования Земли при помощи нейросетевых алгоритмов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, № 1. С. 59–68.
3. Pereira G. H., Fusioka, A. M., Tomoyuki, N. B., Minetto, R. Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2021. V. 178. P. 171–186. DOI: 10.1016/J.ISPRSJPRS.2021.06.002.

Разработка информационного и программного обеспечения системы организации и поддержки фенологических исследований

Прокофьева Е. Д.¹, Федоров А. М.², Липпонен И. Н.³ (*г. Анатиты, ¹ФИЦ "Кольский научный центр РАН", e.prokofieva@ksc.ru, ²Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, fedorov@iimt.ru, ³Полярно-альтйский ботанический сад-институт КНЦ РАН имени Н. А. Аврорина, i.lipponen@ksc.ru*)

Аннотация. В настоящей работе приведен анализ некоторых программных решений в сфере фенологических исследований.

Abstract. This paper provides an analysis of some software solutions in the field of phenological research.

Ключевые слова: информационные технологии, автоматизация, база данных, фенологические данные

Key words: information technology, automation, data base, phenological data

Информационные технологии в большей мере уже стали неотъемлемой частью научно-исследовательского процесса: от частных задач до поиска и проверки научной информации. Однако, поиск оптимального решения в некоторых сферах продолжается. Так, например, процесс фенологических наблюдений (ФН) в ботсадах требует оптимизации [1]. Несмотря на наличие программных инструментов для хранения и обработки фенологических данных [2; 3], самым распространенным инструментом остается Microsoft Excel.

Внедрение информационных технологий в данный процесс позволит: полностью исключить временные затраты на оцифровку первичных данных; повысить надежность сохранности первичных данных (случайная утрата); обеспечить помощь наблюдателю в процессе проведения наблюдений; перевод данных из календарных дат в числовой ряд и обратно; формировать выборки по заданным критериям; автоматически обновлять информацию о составе коллекции и актуализировать данными среднемноголетних наблюдений по их сезонному развитию.

Многие информационные системы (ИС), базы данных (БД) получили широкое распространение в отдельных областях ботанических исследований, однако в области ФН существует единственный исследовательский

проект Phenonet.ru, в котором ведется сбор данных о сезонном развитии растений в естественных сообществах, на основе которых строятся календари природы. Система организации и поддержки фенологических исследований в ботанических садах должна включать в себя более широкий круг задач: от сбора, хранения, обработки первичных данных и автоматизированного обновления открытых данных по коллекционным образцам до возможности информационной площадки, которая смогла бы объединить информацию обо всех ботанических коллекциях.

Таблица 1 – Некоторые ИС и БД в разрезе основных характеристик

Наименование	Назначение	Идентификация объекта	Пополнение данных	Тип данных	Поиск в смежных БД
Калипсо	СУБД БК для поиска таксонов БК по БС	номеру	вручную	списочный состав БК	да
Умная камера	визуальный поиск	фото: нейросеть	использует информацию из сети Интернет	фото в сети Интернет	да
Feno-S		номеру	вручную	списочный состав БК + фенологические данные	нет
IrisBG	ПО и БД инвентаризации БК	штрих-коду	вручную	списочный состав	нет
L.	ИС – среда для работы с данными биоты	номеру	вручную	набор данных об образце (для каждого класса свой набор)	да: по БД пользователей

БК – ботанические коллекции, БС – ботанические сады, L. - информационная система [4]

Для реализации работы с данными предлагается использовать программные решения, разработанные отечественными разработчиками. Например, для работы с БД применяется СУБД Postgres: выбор обусловлен существенными объемами данных по БК (более 800 образцов), которые пополняются ежегодно. По примерным подсчетам БД уже содержит себе более 10 000 записей (со временем количество записей увеличится).

При этом ИС предполагает хранение графических файлов, сделанные во время ФН, которые составят необходимую основу для обучения

нейронной сети – основная задача которой будет состоять в распознавании различных сезонных состояний растений – фено-фазы (13 из 22).

С применением ИТ так же планируется автоматизировать следующее:

- сбор данных при ФН – (использование мобильных или периферийных устройств, нейронных сетей);
- сохранение и конвертацию данных в БД;
- доступ к данным.

Так необходимость переноса данных с одного носителя на другой отпадает – скорость обработки увеличивается, а все это в совокупности дает возможность использовать данные (при необходимости) практически мгновенно.

Библиографический список

1. Прокофьева Е. Д. Предпосылки к оптимизации процесса фенологических наблюдений (на примере коллекции древесных растений Полярно-альпийского ботанического сада-института) / Е. Д. Прокофьева, И. Н. Липпонен // Изменения климата и погодные аномалии: механизмы и эффективность фенологических гомеостатических реакций : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 07–10 сентября 2022 года / под редакцией О. В. Янцер, А. М. Юровских, Н. С. Братанова. Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2022. С. 117–120.
2. Белозеров И. Ф. "Feno-S" – компьютерная программа регистрации, хранения и математической обработки материалов фенологических наблюдений в ботанических садах Казахстана / И. Ф. Белозеров, А. А. Иманбаева // Вестник ЗКУ. 2019. № 1(73). С. 377–390.
3. Прохоров А. А. Использование системы "Калипсо" для регистрации коллекционных фондов ботанических садов и гербариев / А. А. Прохоров, М. И. Нестеренко, В. В. Андрусенко // Hortus Botanicus. 2001. Т. 1. С. 69–77. EDN SJQUBP.
4. Мелехин А. В. Образец рыб – первый зоологический образец в информационной системе L / А. В. Мелехин, Р. К. Федоров, Е. М. Зубова, Н. А. Кашулин // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 355–358. DOI 10.31241/FNS.2020.17.067. EDN: IGQDPE.

Программный компонент для планирования перевозок с заданным усредненным качеством на приемнике

Руденко Н. Н.¹, Вдовиченко Н. А.¹, Шишаев М. Г.^{1,2} (г. Анапиты,
¹Институт информатики и математического моделирования имени
В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, ²филиал ФГАОУ ВО "Мурманский
арктический университет" в г. Анапиты, nikitarudenko00@mail.ru)

Аннотация. В статье рассматривается программное средство, разработанное для планирования перевозок грузов с заданным усредненным качеством на приемнике. Разработка базируется на подходе программирования в ограничениях. Опыт разработки и использования программного средства подтверждает эффективность данного подхода к решению сложных задач комбинаторного поиска.

Abstract. The paper deals with a software tool developed for scheduling freight transportation with a given average quality at the receiver. The development is based on the approach of constraint programming. The experience of development and use of the software tool confirms the effectiveness of this approach to solving complex combinatorial search problems.

Ключевые слова: планирование перевозок, программное средство, программирование в ограничениях, логистика усредненное качество, оптимизация маршрутов, логистические задачи

Key words: transportation planning, software tool, average quality logistics, route optimization, logistics tasks

В работе рассматривается задача планирования перевозки руды различного качества из нескольких рудников на несколько обогатительных фабрик. Для каждого рудника (источника) известно соответствующее среднее содержание полезного компонента (ПК) в руде и предельный доступный объем руды на интервале планирования. Для фабрики задана предельная емкость приемных рудных складов, объем потребности и допустимый диапазон среднего содержания полезного компонента в принимаемой руде [1; 2].

Задача формализуется как задача удовлетворения ограничений (constraint programming) следующим образом:

Управляемые переменные (decision variables):

x_{ij} – объем руды, перевозимой из i -го источника в j -й приемник.

Ограничения:

$$\sum_i x_{ij} \geq d_j$$
$$\sum_j x_{ij} \leq v_j$$
$$p_j^{\min} \leq \left(\sum_i x_{ij} \cdot q_i \right) / \sum_i x_{ij} \leq p_j^{\max}$$

где d_j – потребность на j -м приемнике,

v_i – доступный объем руды на i -м источнике,

q_i – среднее содержание ПК на i -м источнике,

p_j^{\min} , p_j^{\max} – минимально и максимально допустимое содержание ПК на j -м приемнике, соответственно.

Для решения задачи разработано программное средство, позволяющее в интерактивном режиме задавать параметры задачи и искать допустимые решения на базе подхода программирования в ограничениях. В отличие от императивного программирования, где в явном виде определяются инструкции для исполнительного устройства (процессора), в рамках данного подхода задача программиста заключается в формулировании ограничений на допустимые решения задачи. После этого запускается специальный программный модуль – "решатель", который ищет удовлетворяющее ограничениям решение перебором или каким-либо численным методом. Такой подход упрощает программирование сложных комбинаторных задач (с большим числом ограничений), но усложняет непосредственно поиск решения, что обуславливает повышенные требования к производительности вычислительной системы. Поскольку ожидаемое время поиска решения и количество рассматриваемых вариантов априорно неизвестны, то для обеспечения реактивности программы используются ограничения по времени или по памяти [3].

Программа разработана на языке программирования C#, с использованием библиотеки Google OR-Tools для решения задач оптимизации и встроенного интерфейса программирования оконных приложений Windows Forms.

Пользователь имеет возможность экспортировать входные данные из таблиц в формате csv или xls или вводить значения вручную. Вводятся данные о доступном объеме и качестве руды на различных источниках, а

также потребности фабрик и требуемые на них качества руды. Программное средство выполняет распределение таким образом, чтобы удовлетворить требования по качеству и количеству, и формирует таблицы на выходе с выбранным решением, которое удовлетворяет ограничениям, применяя принцип "первое удовлетворяющее ограничениям".

Опыт разработки и использования рассмотренного программного средства свидетельствует о том, что программирование в ограничениях является эффективным подходом к решению сложных задач комбинаторного поиска. В текущей версии программы поиск решения реализован как задача удовлетворения ограничений (constraint satisfaction).

В дальнейшем возможно развитие данного инструмента в направлении реализации поиска оптимального решения. Для этого необходимо сформулировать критерий качества решения, например – общую стоимость реализации найденного плана.

Библиографический список

1. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management. Pearson UK, 2016. P. 24–25.
2. Johnson M. E., O'Connell, R. T. Operations research in transportation // Encyclopedia of Operations Research and Management Science / ed.: S. I. Gass, M. C. Fu. Springer, 2008. P. 1087–1092.
3. Wang C., Zhang X., Lee, L. H. Design and implementation of a decision support system for outbound logistics: A case study // Computers & Operations Research. 2007. № 1. P. 158–175.

Анализ функционирования систем контроля и управления доступом

Шпигарь Н. А. (*г. Анапиты, Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова ФИЦ КНЦ РАН, nikolai.shpigar@mail.ru*)

Аннотация. В статье представлено описание системы контроля и управления доступом (СКУД), компоненты, входящие в нее, описаны классы СКУД, а также определение класса СКУД для различных режимных объектов.

Abstract. The article describes the access control and management system (ACS), the components included in it, describes the ACS classes, as well as the definition of the ACS class for various regime objects.

Ключевые слова: система контроля и управления доступа (СКУД), класс СКУД, режимный объект

Key words: access control and management system (ACS), ACS class, security facility

Система контроля и управления доступом (СКУД) является одним из важнейших средств обеспечения безопасности доступа на режимные объекты. СКУД позволяют: ограничивать доступ сотрудников и посетителей в охраняемые помещения объекта; осуществлять временный контроль перемещений сотрудников и посетителей по объекту; вести табельный учет рабочего времени каждого сотрудника; осуществлять временной и персональный контроль открытия внутренних помещений [1].

Также СКУД может быть интегрирована с системой видеонаблюдения на объекте. Интеграция СКУД и системы видеонаблюдения позволяет объединить архивы событий обеих систем и обеспечить более полную информацию о происходящих событиях на объекте. Например, при возникновении подозрительного события, СКУД может передать системе видеонаблюдения сигнал о необходимости начать запись. Это позволяет зафиксировать последствия события и сохранить видеозапись для дальнейшего анализа. В случае возникновения проблемы или инцидента, имея доступ к информации и видеозаписям с обеих систем, можно быстро и точно определить, что произошло, кто был причастен к событию и принять соответствующие меры [2].

Типовая схема СКУД обычно состоит из следующих компонентов:

– идентификаторы субъектов (могут быть выполнены в виде карточек, ключей, брелоков, в которые занесена кодовая информация о полно-

мочиях владельца к доступу на охраняемый объект, также для доступа могут использоваться биометрические параметры);

– считыватели (электронное устройство для считывания кодовой информации с идентификатора);

– средства обнаружения посторонних объектов (металлодетекторы, обнаружители взрывчатых веществ и радиоактивных материалов и др.);

– устройства контроля и управления доступом (контроллеры, панели управления);

– исполнительные устройства (обеспечивают блокировку путей несанкционированного доступа к охраняемому объекту: шлагбаумы, турникеты, двери с электронными замками и др.);

– устройства хранения и обработки информации (компьютеры с базами данных и программным обеспечением аналитической обработки информации) [3; 4].

Все СКУД по своим техническим характеристикам можно разделить на 4 класса.

1 класс – минимальный. СКУД представляет собой одноуровневую систему малой емкости (до 16 идентификаторов), работающую в автономном режиме. Применяется на объектах, в которых необходимо только ограничение доступа посторонних лиц без учета времени доступа. Осуществляет доступ в охраняемую зону лиц, имеющих идентификатор, а также открытие и закрытие исполнительных устройств.

2 класс – средний. СКУД представляет собой одноуровневую или многоуровневую систему малой и средней емкости (16–64 идентификатора), которая может работать в автономном режиме, но также имеется возможность работы в сетевом режиме. Имеет функции 1 класса, но в отличие от него может ограничивать допуск в охраняемую зону лиц по дате и временным интервалам в соответствии с имеющимся идентификатором, вести автоматическую регистрацию событий в собственном буфере памяти.

3 класс – высокий. СКУД представляет собой одноуровневую или многоуровневую систему средней емкости (16–64 идентификаторов), работающую в сетевом режиме. Имеет функции 2 класса, но в отличие от него может осуществлять контроль перемещений лиц и имущества по охраняемым зонам (объекту), ведение табельного учета и баз данных по каждому служащему, непрерывный автоматический контроль исправности состав-

ных частей системы. Также может быть интегрирована с системами видеонаблюдения на релейном уровне.

4 класс – очень высокий. СКУД представляет собой многоуровневую систему большой емкости (более 64 идентификаторов), работающую в сетевом режиме. Имеет функции 3 класса, но интеграция с системой видеонаблюдения на программном уровне [5].

Для обеспечения безопасности и анализа эффективности режимного объекта необходимо определить требуемый класс СКУД. В таблице 1 приведен пример классификации типов режимных объектов и необходимый для них класс СКУД систем.

Таблица 1

Тип режимного объекта	Пример	Класс СКУД
Особый режим безопасности	Атомные электростанции, хранилища отработанного ядерного топлива	4
Особый режим обеспечения конфиденциальности	Объекты, информация о которых является государственной тайной	2
Особый режим пользования	Объекты культурного наследия или природные заповедники	3
Особый режим использования территории	Военные базы или объекты ракетно-космической отрасли	4
Особый режим использования воздушного пространства	Территории аэропортов или военных авиабаз	4

Библиографический список

1. Рыкунов В. Охранные системы и технические средства физической защиты объектов. М. : Секьюрити Фокус, 2011. 288 с.
2. ГОСТ Р 51241-2008. Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. М. : Стандартинформ, 2009. 28 с.
3. Рыжова В. А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. СПб. : НИУ ИТМО, 2012. 157 с.
4. Михайлов, Ю. Б. Научно-методические основы обеспечения безопасности защищаемых объектов. М. : Горячая линия – Телеком, 2015. 322 с.
5. Выбор и применение систем контроля и управления доступом: рекомендации Р 78.36.005-2011 / М-во внутренних дел РФ, Департамент гос. защиты имущества. М., 2011. 35 с.

Разработка системы визуализации измеряемых параметров

Яковенко А. А., Тоичкин Н. А. (г. Апатиты, филиал ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" в г. Апатиты, кафедра информатики и вычислительной техники, yakovenko2012@yandex.ru, toichkin@list.ru)

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы разработки программно-аппаратной системы контроля и визуализации данных с использованием асинхронного интерфейса RS-485 и языка программирования C#.

Abstract. The paper discusses the development of a hardware and software system for monitoring and visualizing data using the asynchronous RS-485 interface and the C# programming language.

Ключевые слова: промышленные производства, система мониторинга технологических параметров, информационно-диагностическая система, графический интерфейс

Key words: industrial production, technological parameters monitoring system, information and diagnostic system, graphic user interface

Современный мир сложно представить без промышленных производств, которые играют огромную роль для стабильной и благоприятной жизнедеятельности современной экономики. Поэтому стабильная работа производственных предприятий, как сложных человеко-машинных систем, требует их непрерывного и безопасного функционирования. Для решения этой задачи требуется применение информационно-диагностической системы визуализации и контроля производственных параметров. Такая система позволит операторам быстро и точно получать информацию о состоянии оборудования, параметрах того или иного процесса и качестве продукции. Это помогает своевременно выявлять отклонения от нормы, принимать соответствующие меры, предотвращая возможные аварии или сбои в работе, используя ручное или автоматизированное управление [1]. На сегодняшний день представлено много различных решений, обеспечивающих визуализацию данных. Но предоставляемое ПО не всегда отвечает требованиям или возможностям заказчика. Предлагаемые на сегодняшний день реализации, например, системы SCADA, несут в себе огромный набор функционала, из-за чего их цена не всегда оправдана, т.к. большинство предлагаемых инструментов попросту не используется [2]. Или, наоборот,

например, функциональные характеристики прибора от компании OWEN РГ-10, урезаны в плане возможностей визуального отображения измеряемых параметров, что может сказаться на качестве работы оператора, который ориентируется на эти данные. Таким образом, актуальной является разработка собственной системы, которая отвечала бы всем требованиям конкретного заказчика.

Современные цифровые приборы измерения, как правило, имеют возможность сетевого обмена данными. Одним из самых распространенных интерфейсов является RS-485. Он позволяет прибору обмениваться данными с другими устройствами, в частности с персональным компьютером (ПК). В качестве примера, взят прибор TPM138 от компании OWEN. Данный прибор позволяет обмениваться информацией с ПК по протоколу Modbus RTU через адаптер AC-4 RS-485 [3]. Связь осуществляется посредством USB.

Для обработки данных и создания графического пользовательского интерфейса в работе используется язык программирования C# [4]. На этапе проектирования была разработана диаграмма классов, для представления архитектуры системы (рисунок 1).

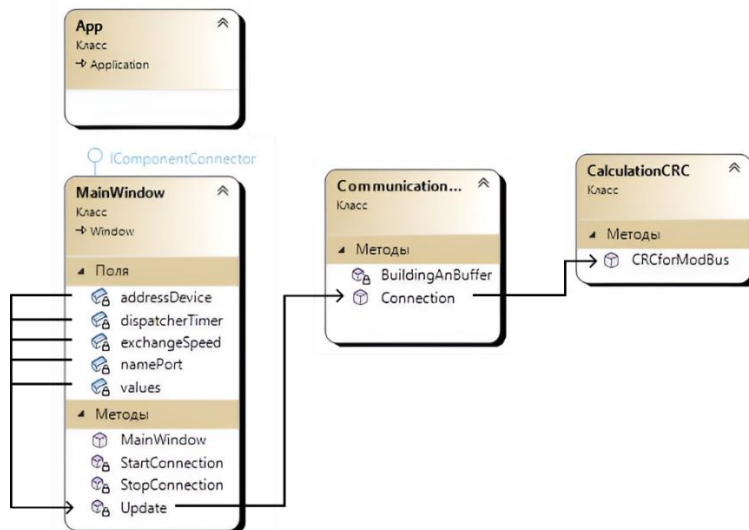


Рисунок 1 – Архитектура приложения в виде диаграммы классов

Класс *MainWindow* включает функционал, отвечающий за логику и средства представления, здесь для определения пользовательского интерфейса, используется язык разметки XAML (eXtensible Application Markup Language).

Класс *CalculationCRC* используется для реализации методов корректного обмена данными между прибором и ПК [5].

Класс *CommunicationWithDevice* отвечает за соединение с прибором.

В результате работы реализовано приложение с графическим интерфейсом пользователя, которое опрашивает прибор ТРМ138 и визуализирует измеренные параметры (рисунок 2).

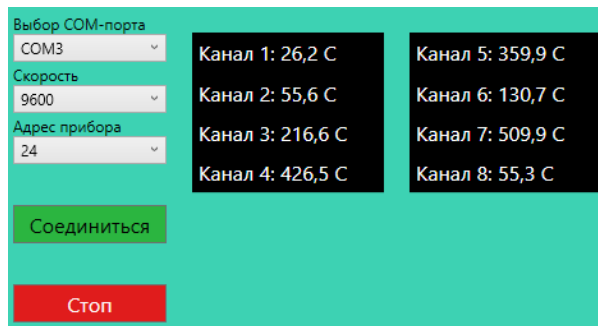


Рисунок 2 - Пользовательский интерфейс приложения

Приложение определяет необходимые параметры (они устанавливаются приборе) и осуществляет связь с ним. Далее, прибор начинает опрашиваться через определенный интервал и выводит значение измеряемых параметров на экран компьютера, в реальном времени. В качестве дальнейшего развития данной системы предполагается более глубокое и информативное визуальное отображение данных. Например, использование графиков или мнемосхем различной сложности.

Библиографический список

1. Тоичкин Н. А. Проектирование архитектуры информационной системы диагностики состояний и управления безопасностью технологических процессов / Н. А. Тоичкин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 3. – С. 128–132.
2. Калайджян А. Х. Обзор современных SCADA-систем / А. Х. Калайджян, А. Н. Цветков // КИП и автоматика: обслуживание и ремонт. 2021. № 11. С. 10–11.
3. Modbus RTU с подробным описанием и примерами. URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/modbus-rtu/>.
4. Язык C#: где используют, что пишут, как появился и чем хорош. URL: <https://skillbox.ru/media/code/yazyk-s-gde-ispolzuyut-cto-pishut-kak-poyavilsya-i-chem-khorosh/>.
5. Принцип расчета и реализация CCITT CRC-16. URL: <https://russianblogs.com/article/9120108873/>.

Электронная версия тематического словаря архангельских говоров

Шурыкина Л. С., Латухина Е. А. (*г. Архангельск, ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова", кафедра информационных систем и информационной безопасности, shurykina.l@edu.narfu.ru, e.latukhina@narfu.ru*).

Аннотация. Собранные в диалектологических экспедициях материалы по архангельским говорам хранятся в архиве на бумажных носителях. Для дублирования информации и предоставления доступа к ней широкой аудитории разрабатывается электронная версия тематического словаря архангельских говоров. В статье описывается первая версия электронного словаря, особенности ее создания и наполнения.

Abstract. There are plenty of materials collected during dialectological expeditions over the Arkhangelsk region in the paper archive. The online version of the thematic dictionary of Arkhangelsk dialects is under development to backup information and provide access for a wide audience. The article describes the first version of the online dictionary, the features of its creation and content.

Ключевые слова: электронный диалектный словарь, обработка естественного языка, обработка текста

Key words: online dialect dictionary, natural language processing, text processing

На сегодняшний день диалектные словари и информационные системы для работы с ними созданы во многих регионах Российской Федерации. Например, Саратовский диалектный корпус [1], Волгоградский лексический атлас [2] и др. С другой стороны, многие исследователи-лингвисты до сих пор пользуются бумажными записями и картотеками, которые собирали на протяжении многих десятилетий.

На кафедре русского языка и речевой культуры Высшей школы социально-гуманитарных наук и международной коммуникации Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова хранится картотека архангельских говоров, записанных в диалектологических экспедициях по Архангельской области начиная с 60-х годов XX в.

В подготовленном к печати тематическом словаре [3] содержатся четко структурированные словарные статьи. Каждая статья содержит слово, его вариации и грамматические особенности, примеры употребления и названия районов Архангельской области, в которых используется слово.

Для обеспечения доступа широкой аудитории к собранным материалам разработана электронная версия тематического словаря архангельских говоров [4]. Словарные статьи были извлечены из подготовленного к печати словаря, очищены от лишних символов и разделены на части в соответствии со структурой словарной карточки. Для извлечения записей использовались возможности работы с текстом языка Python.

Результаты были перенесены в базу данных. При помощи средств языка PHP материалы выводятся в соответствующем разделе сайта в виде словарных карточек (рисунок 1). Слова расположены в алфавитном порядке, у каждого слова указана тематическая группа.

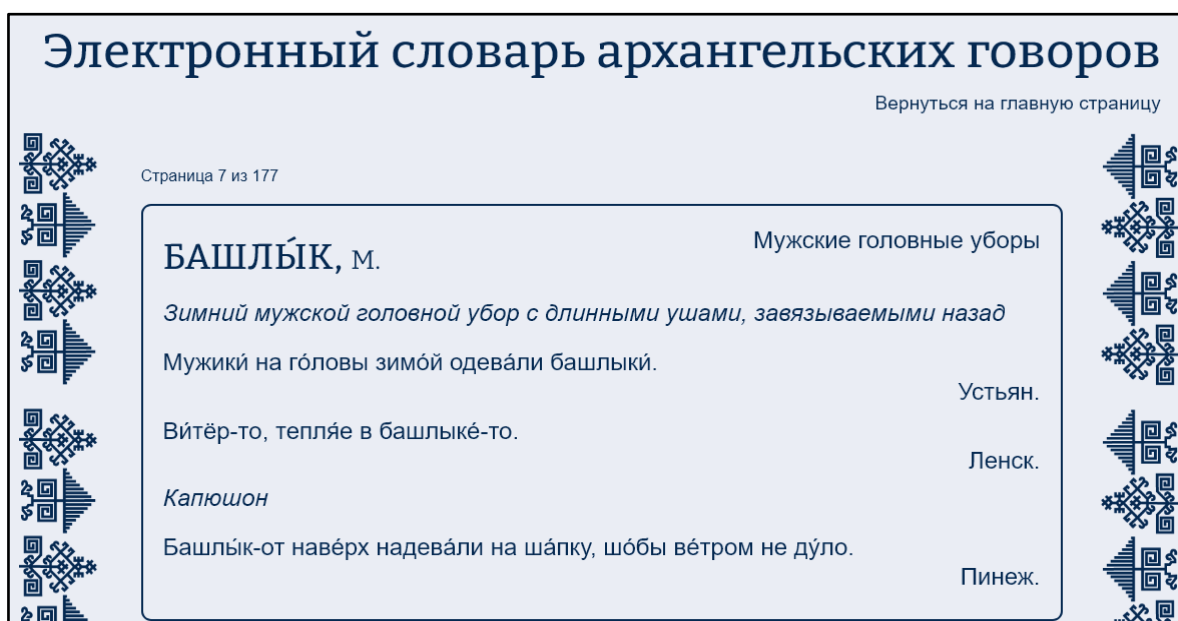


Рисунок 1 – Электронный словарь архангельских говоров

На главной странице сайта представлена информация о проекте, список имеющихся публикаций и фотогалерея. В качестве иллюстраций были использованы изображения из архива диалектической лаборатории при кафедре русского языка и культуры речи (рисунок 2).

На данный момент в электронный тематический словарь архангельских говоров занесены материалы первого тома словаря, посвященного предметам одежды, всего примерно 1400 словарных статей.

Планируется добавление следующих томов, расширение фотогалереи и реализация некоторых дополнительных функций, таких как навигация по тематическим группам или сортировка словарных записей.

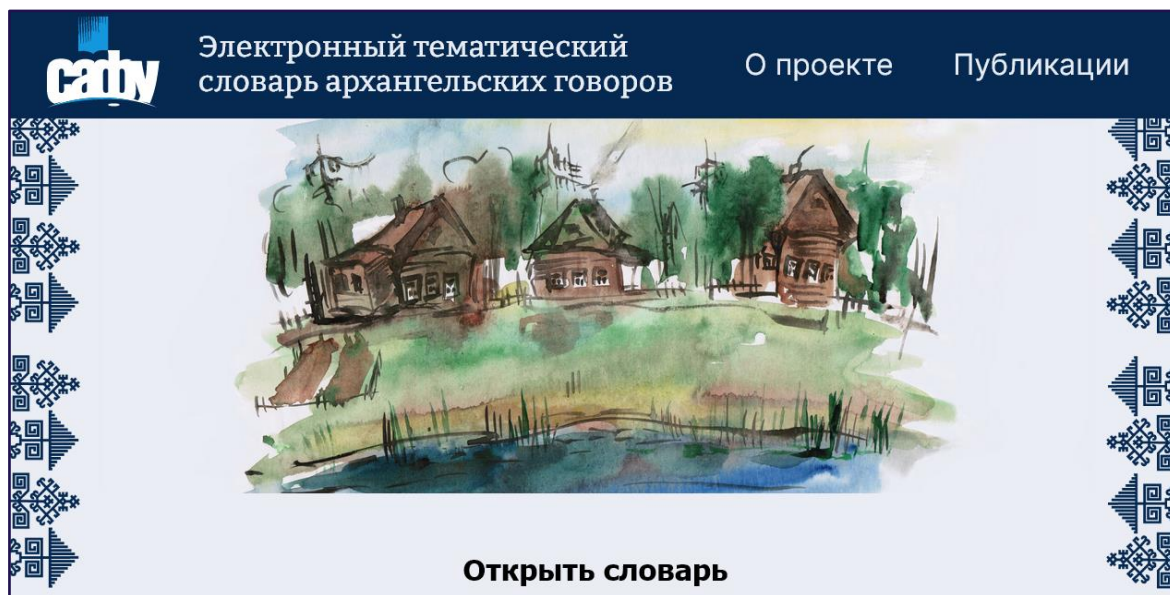


Рисунок 2 – Главная страница сайта

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01380, <https://rscf.ru/project/23-28-01380/>.

Библиографический список

1. Батраева И. А., Крючкова, А. А. Алгоритмы жанрово-тематического и лексико-грамматического поисков для Саратовского диалектологического корпуса русского языка / И. А. Батраева, А. А. Крючкова // Информационные технологии и математическое моделирование : мат-лы XVIII Международной конференции им. А. Ф. Терпугова. Томск : Изд-во НТЛ, 2019.
2. Слово на карте. Лексический атлас Волгоградской области. – Волгоград. URL: <http://dialekt.vspu.ru/?q=node/2> (дата обращения : 20.11.2023).
3. Тематический словарь архангельских говоров / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. автоном. образоват. Учреждение высш. образования Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова, Каф. рус. яз.
4. и речевой культуры ; ред. Л. В. Ненашева ; сост. А. М.-Г. Кузьмина, Е. А. Латухина, Л. С. Шурыкина. Архангельск : КИРА, 2023. Вып. 1 : Одежда, обувь, головные уборы, украшения, ткани. 2023. 192 с.
5. Электронный тематический словарь архангельских говоров. Архангельск. URL: <https://arkhdialect.narfu.ru/index.html> (дата обращения : 09.12.2023).

Оптимизация процессов раскроя картона на предприятии

Тестова И. В., Александрова И. А., Плечева Е. А. (г. Архангельск, ФГАОУ "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова", кафедра высшей и прикладной математики, *i.testova@narfu.ru*)

Аннотация. Статья посвящена разработке метода решения задач раскроя промышленных материалов. Построена оптимизационная математическая модель, проведены расчеты оптимального раскроя картона. На основе предложенной модели создано и внедрено специализированное программное обеспечение для оптимизации процесса управления раскроем. Оптимизация раскроя является ключевым фактором успеха современного предприятия и позволяет Архангельскому целлюлозно-бумажному комбинату (АЦБК) успешно конкурировать на рынке и повышать эффективность производства.

Abstract. The article is devoted to the development of a method for solving problems of industrial materials cutting. The optimization mathematical model is constructed, calculations of optimal cardboard cutting are carried out. On the basis of the proposed model the specialized software for optimization of the nesting control process is created and implemented. Optimization of nesting is a key factor of success of a modern enterprise and allows Arkhangelsk Pulp and Paper Mill (APPM) to compete successfully in the market and improve production efficiency.

Ключевые слова: оптимизация методов раскроя, карта раскроя, прямоугольный раскрой, эвристический алгоритм, задача линейного программирования

Key words: optimization of cutting methods, cutting map, rectangular cutting, heuristic algorithm, linear programming problem

В современном мире для достижения эффективности производства и получения прибыли предприятием является снижение издержек обращения и уменьшение отходов за счет оптимального раскроя сырья. Раскрыто решение задачи оптимизации целлюлозно-бумажной продукции на Архангельском целлюлозно-бумажном комбинате (АЦБК). Процессы раскроя картона в производстве упаковочных материалов сегодня предъявляют высокие требования к точности и эффективности.

Вопросы задач оптимального раскроя поднимались в работах многих авторов, в частности Л. В. Канторовича, В. А. Залгаллера. При анализе методов решения задачи о раскрое был выбран метод Данцига, позволяющий найти оптимальное решение за минимальное расчетное время [1].

При создании адекватной математической модели задачи раскроя необходимо учитывать ряд требований, связанных с производством: числом заготовок, полученных по определенным раскройам, которые должны соответствовать установленной производственной программе; общее количество израсходованных материалов, величина отходов, полученных от раскроя по выбранным вариантам должны быть наименьшими; при этом в обоих случаях полученные решения являются равноценными [2].

Предположим, для рулонного материала с заданной шириной S , дана ширина заказа рулона $s_j, 0 \leq s_j \leq S, j = \overline{1, n}$, где каждая деталь имеет ограничение по площади, и определяется по формуле (1):

$$\sum_j^n s_j \cdot x_j \leq S, \quad 1)$$

где x_j – количество рулонов j .

Ограничение на переменные определяется по формуле (2):

$$\begin{aligned} x_j &\geq 0, j = \overline{1, n} \\ s_j &\geq 0, j = \overline{1, n} \end{aligned} \quad 2)$$

Поставленная задача может быть записана в виде задачи линейного программирования. Т.к. необходимо минимизировать количество отходов с одного листа, то целевая функция вычисляется по формуле (3):

$$\left(S - \sum_{j=1}^n s_j \cdot x_j \right) \rightarrow \min, j = \overline{1, n} \quad 3)$$

Таким образом, задача раскроя может быть записана в виде задачи линейного программирования с целевой функцией и ограничениями.

Для расчета оптимального раскроя картонного полотна для предприятия целлюлозно-бумажной отрасли разработана программная реализация на языке Python. В процессе решения учитывается обрезная ширина картонного полотна S , установленная на 570 см, а также ширина рулонов заказа (100, 115, ...). Весь процесс расчетов инициируется нажатием кнопки "calc", что приводит к автоматическому вычислению остатка.

Пользователь получает карту раскроя, на которой представлены различные варианты раскроя при фиксированной обрезной ширине S . Каждый вариант раскроя соответствует количеству полос на слайде, представлен-

ном в одной строчке. Варианты обозначаются как s_1, s_2, s_3, s_4 , представляя собой оптимальные вариации раскроя при установленном значении S (570).

В результате пользователю доступна информация о карте раскроя картона, о ширине рулонов заказа и их количестве. Остаток картона после раскроя выделен оранжевым цветом, обеспечивая ясную визуализацию.

Результаты программы представлены в виде консольного вывода, где отображаются варианты раскроя, общая сумма раскроя (ширина рулона · количество рулонов) и остаток. Расчеты проведены методом перебора с использованием функций сортировки языка программирования Python.

Для проверки эффективности разработанного алгоритма провели апробацию программы. Результаты апробации подтвердили высокую точность расчетов и оптимальность предлагаемых вариантов раскроя при установленных параметрах.

Задачи раскроя материалов в производстве представляют собой сложные оптимизационные задачи, и их решение важно для повышения эффективности производства на 3–10 %, за счет снижения издержек обращения и минимизации отходов. Важно отметить, что использование математических моделей и современных методов оптимизации в производственных процессах способствует устойчивому и ответственному использованию ресурсов, что является важным аспектом в современных условиях устойчивого развития.

Библиографический список

1. Токарев В. В. Методы оптимизации. М. : Юрайт, 2023. 440 с.
2. Болотский А. В., Кочеткова, О. А. Исследование операций и методы оптимизации. СПб. : Лань, 2020. 116 с.

**КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВ,
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И ИНФРАСТРУКТУРЫ
ФЛОТА АРКТИКИ**

Перспективы цифровизации паспортов электрооборудования судов и инфраструктуры морских портов

Власов А. Б., Буев С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра электрооборудования судов, vlasovab@mstu.edu.ru)

Аннотация. В современных экономических условиях система планово-предупредительных ремонтов утратила свою актуальность. Бизнес требует работы оборудования до выхода из строя, однако подобный подход в случае с морскими судами может приводить к трагичным последствиям. Предлагается рассмотреть вопрос об установлении обязательных требований для морских компаний о цифровизации паспортов электрооборудования судов.

Abstract. The plan-preventive repair system is lost its actuality in the modern economic conditions. Business requires the equipment to work until it is broken, but such approach can lead to tragedy consequences. The authors offer for discussion the compulsory requirement for shipping companies to use digital passports for the ships electrical equipment.

Ключевые слова: цифровые паспорта электрооборудования, морские суда, судовые компании, транспортная безопасность

Key words: electrical equipment digital passports, ships, shipping companies, transport security

В области морского судоходства проблемы организации технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования являются актуальными. Успешно действовавшая в условиях плановой экономики Советского союза система планово-предупредительных ремонтов не эффективна на современных предприятиях [1].

Согласно исследованию, проведенному на горном предприятии, наибольшее время простоя техники связано с планово-предупредительными ремонтами. На втором месте внезапные отказы оборудования и на третьем месте пересменок, сменное техническое обслуживание [2]. Подобные данные свидетельствуют о необходимости в изменения подхода к системе технического обслуживания.

Разработанный национальный стандарт "Надежность в технике"²⁸ ориентирован на западную методологию RCM (Reliability Centered

²⁸ ГОСТ Р 27.606-2013 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность

Maintenance²⁹) [3]. Название этой методологии трактуется, как "техническое обслуживание, ориентированное на надежность". Система Smart RCM включает понятия цифровизации. Трудности внедрения данной концепции на предприятия связано с высокой стоимостью программного обеспечения и необходимостью дополнительного обучения персонала.

Предлагается возвращение к ранее использованной системы паспортизации судового оборудования. Помимо данных по техническому обслуживанию и текущему ремонту в паспорт электрооборудования необходимо вносить сведения о результатах термографического обследования. Накапливаемая статистика поможет более успешно решать задачи по прогнозированию технического состояния.

На кафедре электрооборудования судов Мурманского арктического университета разрабатываются методы теплового неразрушающего контроля технического состояния энергетических объектов (метод количественной термографии, оценка состояния кабельной сети судна посредством измерения твердости его изоляции и определения тангенса угла диэлектрических потерь, исследование коэффициента температуропроводности электроизоляционных материалов с помощью тепловизора и др.).

Внедрение приборов инфракрасной техники в процесс технической эксплуатации морского флота является одним из основных направлений развития высокоэффективной системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния судового электрооборудования и портовой инфраструктуры без остановки работы, выявления дефектов на ранней стадии их развития, сокращения затрат на техническое обслуживание судов за счет прогнозирования сроков и объемов ремонтных работ [3].

В современном мире информационные технологии связывают все отрасли производства. Система менеджмента современных предприятий основана на удаленном принятии решений, при этом оперативность и эффективность принятия экспертных решений основана на полноте информации. Тенденция в развитии морского судоходства в уменьшении количества экипажа морских судов, автоматизации технологических процессов. Поэтому цифровизация данных неразрушающего контроля позволит ускорить процесс передачи диагностической информации о техническом состоянии

²⁹ Пер. с англ. техническое обслуживание, ориентированное на надежность

контролируемых объектов в систему обеспечения транспортной безопасности для избегания аварийных ситуаций и увеличения срока безотказной работы оборудования.

Перевод всех основных технологических процессов в электросетевом комплексе на цифровые технологии является общемировым трендом. В систему цифровизации входят: технология цифровой подстанции в соответствии с МЭК 61850³⁰, интеллектуальные системы учета, интеллектуальные системы управления (ADMS), автоматизированные системы предиктивного анализа [4].

Полагаем, что подобный подход может применяться и в морской отрасли: на морских судах и в портах. Цифровые паспорта судового оборудования с данными о техническом состоянии контролируемых объектов могут аккумулироваться в интеллектуальной системе управления на транспорте с элементами искусственного интеллекта для оперативного принятия решений и предупреждения аварий.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Модели и методы количественной термографии в электроэнергетике / А. Б. Власов. Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. 296 с.
2. Чооду О. А. Современное состояние планово-предупредительного ремонта, возможные пути развития технического обслуживания транспортно-технологических машин // Политехнический вестник. Сер. Инженерные исследования. 2019. № 3(47). С. 101–108.
3. Ефремов Л. В. Проблемы управления надежностно-ориентированной технической эксплуатацией машин / Л. В. Ефремов ; Институт проблем машиноведения РАН. СПб. : Art-Xpress, 2015. 206 с.
4. Головщиков В. О. Цифровая подстанция - основной элемент цифровой электроэнергетической системы / В. О. Головщиков // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. Т. 1. С. 224–225.

³⁰ Серия международных стандартов по цифровой подстанции

Оценка технического состояния судовой системы динамического позиционирования

Власов А. Б.¹, Викулин А. А.² (¹г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра электрооборудования судов, ²г. Москва, ООО "Судоходная компания Морвенна", vlasovab@mstu.edu.ru)

Аннотация. Актуальным является развитие методов оценки технического состояния и диагностики работоспособности системы динамического позиционирования. Данная система позволяет находиться судну в определенной точке для совершения определенных работ (подводные исследования, научно-исследовательской деятельностью и др.)

Abstract. The development of methods for assessing the technical condition and diagnosing the performance of a dynamic positioning system is relevant. This system allows the vessel to be at a certain point to perform certain work (underwater research, research activities, etc.)

Ключевые слова: система динамического позиционирования, диагностика, эксплуатация, обслуживание

Key words: dynamic positioning system, diagnostic, operation, maintenance

В морской индустрии, например, связанной с обслуживанием буровых вышек, научно-исследовательской деятельностью и подводными работами необходимы суда с системой динамического позиционирования (далее ДП), которая позволяет находиться судну в определенной точке или двигаться в определенном направлении и определенной скоростью при обозначенных погодных условиях.

По классификации Российского морского регистра судоходства существуют 3 классификации судов с динамическим позиционированием DYNPOS-1, DYNPOS-2, DYNPOS-3 [1]. Самым основным их отличием является дублирование систем и датчиков, таких как компьютер ДП, системы GPS, гироскопы, датчики ветра, Motion reference unit³¹ и т. д. На рисунке 1 представлена схема системы ДП.

Эту схему можно разделить на 3 части. Сверху находятся различные датчики и сенсоры, в середине расположены рабочие станции, внизу расположены исполнительные механизмы.

³¹ Перевод. с англ. блок отслеживания движения

В процессе эксплуатации могут возникнуть различные неисправности оборудования, которые могут привести к серьезным авариям. Для этого оператор системы и обслуживающий специалист, например электромеханик, должны уметь вовремя определять алармы и уметь принимать соответствующие решения. Система ДП составляет математический расчет, по которому работают исполнительные механизмы судна: подруливающие устройства, главные двигатели и рулевые машины.

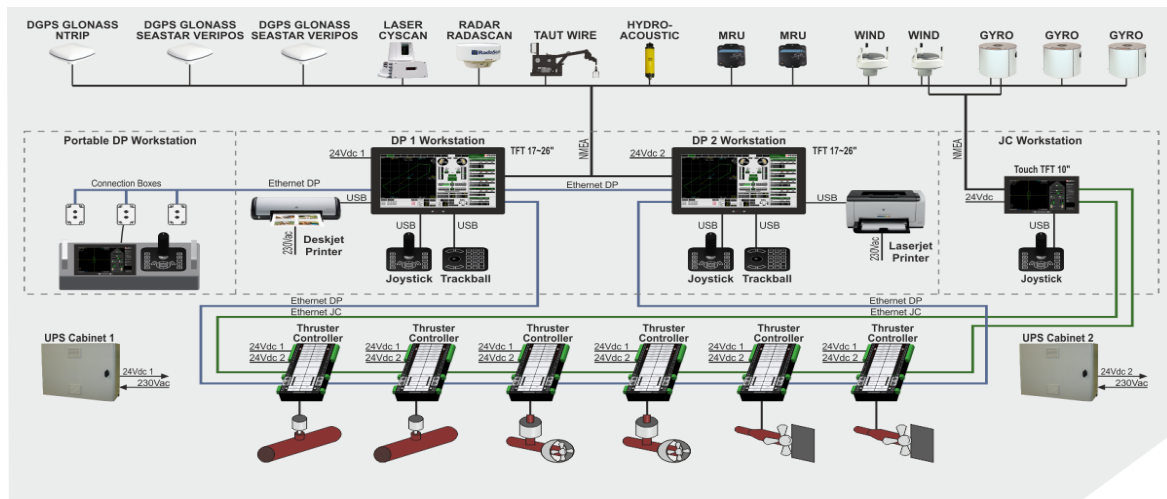


Рисунок 1 – Схема системы ДП

При работе на таком оборудовании необходимо следить за качеством передаваемых данных от датчиков в главный компьютер ДП. Для этого существует диагностика, которая является важной частью эксплуатации такой системы, которая позволяет оперативно выявлять и устранять возможные неисправности, предотвращая потенциальные аварии.

Одним из основных методов является сообщение на дисплее интерфейса программы ДП. Перед работой оператору нужно убедиться в актуальности данных и исключить ошибочные показания. Например, на судне установлены три гирокомпаса и один из них передает неточные значения. Эти данные выведены на монитор системы. Сравнивая их значения друг с другом, можно исключить один из гирокомпасов системы и искать причину ошибки.

На рисунке 2 представлено окно оператора, в котором можно увидеть всю необходимую информацию, например скорость судна, направление, отклонение от точки, вектор силы подруливающего устройства, возникающие ошибки при работе и показания сенсоров (в данном случае скорость ветра).

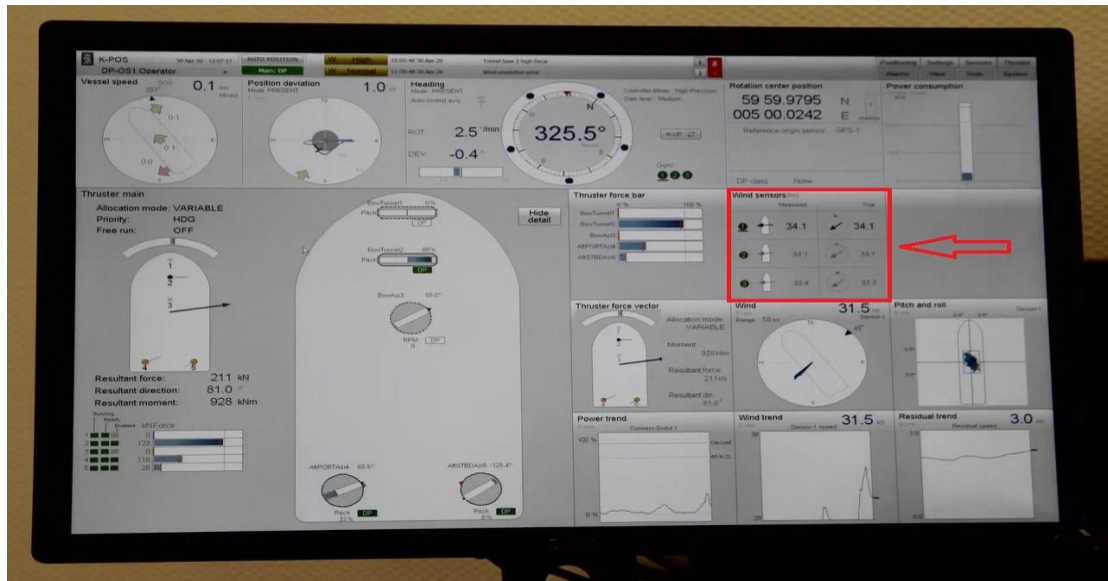


Рисунок 2 – Панель оператора системы ДП

В технической документации от производителя указана информация с какой регулярностью и какое оборудование необходимо проверять или калибровать и включает в себя основные аспекты:

1. Проверка гироскопов и акселерометров:
 - использование калибровочных тестов для оценки точности измерений;
 - проверка выходных данных на предмет аномалий и отклонений;
2. Тестирование систем синхронизации:
 - проверка синхронизации между различными компонентами ДП системы;
 - анализ времени реакции системы на изменения параметров окружающей среды;
3. Проверка контрольных алгоритмов:
 - анализ эффективности алгоритмов управления;
 - идентификация и исправление возможных расхождений;
4. Тестирование работы датчиков глубины и GPS:
 - убедиться в правильной работе датчиков глубины;
 - проверить точность данных от GPS для обеспечения точного позиционирования;
5. Проверка обратной связи исполняющих механизмов.

Вышеперечисленные способы требуют использования специальных приборов, калибровочных стендов со специалистами узкого профиля.

Но также существуют методы, которые используются судовыми специалистами и включают в себя следующие варианты.

1) Системы мониторинга:

– использование систем мониторинга, предупреждающих оператора о потенциальных проблемах;

– автоматическая отправка отчетов о состоянии системы;

2) Регулярное техническое обслуживание:

– проведение тщательных технических проверок и калибровок по расписанию;

– обновление программного обеспечения системы;

– перезагрузка систем для сброса ошибок;

– замена аккумуляторных батарей;

– замена специальных модулей.

Также в компьютер системы ДП добавлен симулятор, который математически рассчитывает свойства и поведение системы при различных условиях окружающей среды и использовании исполняющих устройств и машин. Это помогает оператору понимать поведение системы и находить возникающие проблемы, не допуская возможности аварии.

В настоящее время введется постройка и внедрение в морскую отрасль автономных судов. Поэтому необходимо уметь вовремя распознать потенциальные ошибки и исключить возможности их влияния на безопасность мореплавания.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов [электронный ресурс] / Российский морской регистр судоходства. СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2016. 33 с. URL: <https://rs-class.org/upload/iblock/c02/c02e909b53c93c3c3539f7d02f4be083.pdf>.

Анализ причин отказов системы управления крутильных клетей планетарного типа и линии экструзии на заводе по производству подводного оптического кабеля

Власов А. Б.¹, Пустовойт Б. М.² (¹г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ²ООО "Центр перспективных технологий", vlasovab@mstu.edu.ru)

Аннотация. В связи с развитием инфраструктуры связи в Арктическом регионе роль подводных оптических кабелей становится все более значимой. В связи с этим надежность производственных процессов, в частности технологии наложения изоляции, приобретает стратегическое значение. Сбои и аварии на производственных линиях могут привести к серьезным задержкам в реализации проектов и снижению качества кабеля, что недопустимо при строительстве критически важной инфраструктуры. Таким образом, исследование и устранение потенциальных причин отказов в системах управления производственными линиями приобретает особую важность.

Abstract. In connection with the development of communication infrastructure in the Arctic region, the role of submarine optical cables is becoming increasingly important. In this regard, the reliability of production processes, in particular insulation technology, acquires strategic importance. Failures and accidents on production lines can lead to serious delays in project implementation and reduced cable quality, which is unacceptable when constructing critical infrastructure. Thus, investigating and eliminating potential causes of failures in production line control systems is of particular importance.

Ключевые слова: инфраструктура связи в Арктике, подводный оптический кабель, отказы в системах производственных линий, инфракрасная диагностика

Key words: communication infrastructure in the Arctic, underwater optical cable, failures in production line systems, infrared diagnostics

В условиях глобализации и стремительного развития цифровых технологий, роль подводных оптических кабелей становится все более значимой. Особую актуальность приобретает вопрос развития инфраструктуры связи в Арктическом регионе, ключевым аспектом которого является реализация указа президента российской федерации "О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период 2035 года". Одной из важнейших задач этого указа является создание трансарктической магистральной подводной волоконно-оптической линии связи в крупнейшие порты и населенные пункты Арктической зоны, что подразумевает необходимость прокладки надежных и высокопроизводительных оптических кабелей.

Оптический кабель представляет собой сложную конструкцию, в производстве которого учитываются не только химико-технологические особенности получения оптико-волоконной жилы, физических свойств полимерной изоляции, однородность структуры материалов, но и устойчивая работа автоматизированного комплекса по производству многокилометровой кабельной линии.

В этом контексте, надежность производственных процессов, в частности такого процесса как наложение изоляции, приобретает стратегическое значение. Сбои и аварии на производственных линиях могут привести к серьезным задержкам в реализации проектов и снижению качества кабеля, что недопустимо при строительстве критически важной инфраструктуры. Таким образом, исследование и устранение потенциальных причин отказов в системах управления производственными линиями приобретает особую важность.

Анализ причин аварий и отказов на линии экструзии и крутильных клетях, разработка решений для повышения их надежности становятся ключевыми для успешной реализации стратегических задач развития Арктического региона. Настоящее исследование нацелено на выявление слабых звеньев в производственном процессе и разработку мер по их устранению, что будет способствовать успешной реализации планов построения трансатлантической магистрали, важной составляющей стратегии развития Арктики.

В рамках настоящего исследования проводился анализ отказов производственной линии по нанесению изоляции на оптические кабели, с акцентом на выявление *критических* и *некритических* инцидентов. Категоризация отказов осуществлялась на основе их влияния на процесс производства и последствий для конечного продукта.

Критические отказы определяются как инциденты, приводящие к полной остановке линии или к сбоям в работе ключевых элементов, таких как ленточные тяги или экструдер. Такие сбои критичны, поскольку могут вызвать спекание оптического волокна внутри кабеля или нарушение целостности изоляционного слоя. В случае спекания волокна происходит потеря строительной длины, что является значительным финансовым убытком, тогда как нарушение изоляции требует ее удаления и повторного нанесения, что ведет к задержкам в производстве. Преимущественно, критические отказы связаны с проблемами электропитания, ошибками операционного персонала или неисправностями пуско-регулирующей аппаратуры.

Некритические отказы оказывают минимальное влияние на производственный процесс. Они не приводят к полной остановке линии и могут быть устранены либо во время работы оборудования, либо после его временной остановки без значительного влияния на общую продуктивность. Примеры таких отказов включают мелкие программные сбои, незначительные нарушения в работе вспомогательного оборудования, которые могут быть быстро скорректированы техническим персоналом.

Анализ причин отказов производился посредством статистического анализа записей в журнале приема-сдачи смен электротехнического персонала, а также посредством тепловизионной диагностики шкафов управления линией. В таблице 1 приведены данные по отказам оборудования за 2022–2023 гг.

Таблица 1 – Особенности отказов и их характеристика

№	Характеристика отказов	Годы	
		2022	2023
<i>Критические отказы</i>			
1	Отключение электропитания со стороны трансформаторной подстанции	2	3
2	Потеря фазы	1	1
3	Выход из строя муфты датчика углового перемещения экструдера	1	0
4	Выход из строя твердотельного реле управления нагревом зон экструдера	5	3
5	Выход из строя вентиляторов охлаждения зон экструдера	1	0
6	Ошибочное нажатие оператором кнопки Аварийной остановки линии	1	0
7	Выход из строя терморегулятора управления зонами нагрева экструдеров	2	3
8	Выход из строя блока питания ПЛК	1	0
	Итого:	14	10
<i>Некритические отказы</i>			
9	Выход из строя компенсатора рычажного типа приемного барабана	1	2
10	Потеря фазы питания приемного барабана	1	0
11	Ложное срабатывание автоматического выключателя питания терморегулятора нагрева одной из зон экструдера	1	2
12	Ложное срабатывание автоматического выключателя панели оператора	1	0
13	Выход из строя датчика верхнего уровня воды в системе водного снабжения охлаждающих ванн	1	0
	Итого:	4	2
	Всего:	18	12

Перечисленные особенности критических и некритических отказов свидетельствуют о необходимости развития неразрушающих методов, применимых непосредственно в процессе производства и накопления данных для количественной оценки показателей надежности оборудования.

Инфракрасная диагностика, проводимая в рамках мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, может выступать как современный метод оперативного контроля [1]. Посредством тепловизионной диагностики было выявлено, что выход из строя твердотельного реле управления нагревом зон экструдера, также ложные срабатывания автоматических выключателей связаны с перегревом проводов на выходе твердотельного реле.

На термограмме (рисунок 1) зафиксированы температурные показатели, где максимальная температура составляет 96,2 °С, средняя – 58,5 °С, а минимальная – 35,1 °С. Повышенная температура проводов питания зон нагрева экструдера может привести к разрушению изоляции и короткому замыканию.

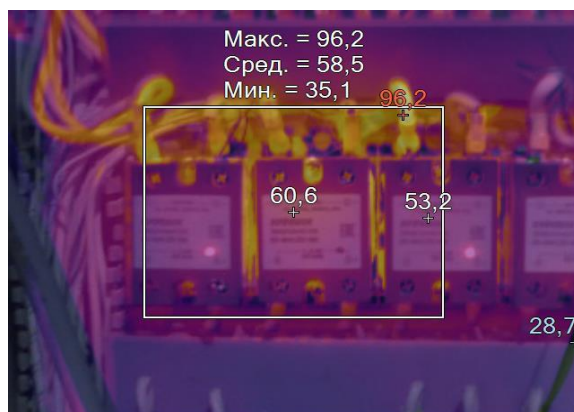


Рисунок 1 – Термограмма реле управления нагревом зон экструдера

Анализ термограмм позволяет определять наличие участков с повышенной температурой, что может быть индикатором неисправности оборудования и неэффективности теплоотвода. Обнаруженные дефекты потенциально могут приводить к тепловому старению материалов, снижению их изоляционных свойств или к разрушению.

Перспективным является применение методов для оценки качества выпускаемой продукции, в том числе, электротехнических характеристик, значений тангенса угла диэлектрических потерь, в дополнение к таким применяемым методам как контроль поведения изоляции под действием высокого напряжения.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Модели и методы количественной термографии в электроэнергетике / А. Б. Власов. Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. 296 с.

Применение современных измерительных приборов для оценки технического состояния судовых генераторов

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

Аннотация. Современная тенденция технического обслуживания оборудования, связана с концепцией надежно-ориентированной эксплуатации. Для этого требуется использование современных диагностических приборов для анализа и прогноза технического состояния оборудования. Для диагностики судовых генераторов могут применяться анализаторы качества электрической энергии и тепловизоры.

Abstract. The modern trend of the equipment technical service connected with the conception of reliability centered maintenance. It requires the usage of up-to-date diagnostic devices for analysis and prediction of equipment technical condition. Analyzers of electrical power quality and thermal imagers can be use for the diagnostic of ships generators.

Ключевые слова: судовой генератор, техническое обслуживание, надежность, эксплуатация, анализатор качества электрической энергии, тепловизор

Key words: ships generator, technical service, reliability, maintenance, analyzer of electrical power quality, thermal imager

Для выявления механических неисправностей генератора, определения технического состояния изоляции, обнаружения дефектов контактных соединений могут применяться методы качественной и количественной термографии. Существенное отличие методов количественной термографии связано с разработкой моделей, алгоритмов и способов дистанционной оценки плотности теплового потока, что позволяет увеличить достоверность диагностирования [1].

На рисунке 1 представлена термограмма работающего судового синхронного генератора БМЗ-4,5/4-М1. На термограмме отмечена точка повышенной температуры в области соединительной муфты генератора. Определение степени нагрева подшипников входит в перечень мероприятий по очередному освидетельствованию судов согласно Правил классификационных освидетельствований судов в эксплуатации (далее – Правила) и Руководству по техническому наблюдению за судами в эксплуатации Российского морского регистра судоходства [2].



Рисунок 1 – Термограмма генератора БМЗ-4,5/4-М1 в работе
(съемка тепловизором Fluke Ti 400)

Регламентами для определения технического состояния генератора определять следующие параметры: сопротивление изоляции, температура деталей генератора и токоведущих частей, вибрация, ударные импульсы при работающих подшипниках качения и др. [3].

Использование современных диагностических приборов позволяет расширить перечень контролируемых параметров определением коэффициентов гармонических составляющих тока и напряжения. Что позволить контролировать вопросы электромагнитной совместимости электростанции морского судна. Так на рисунке 1 представлены данные суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения $THD U_A$ на выходе генератора БМЗ-4,5/4-М1. Нормой данного параметра является значение не более 12 % от напряжения на фазе.

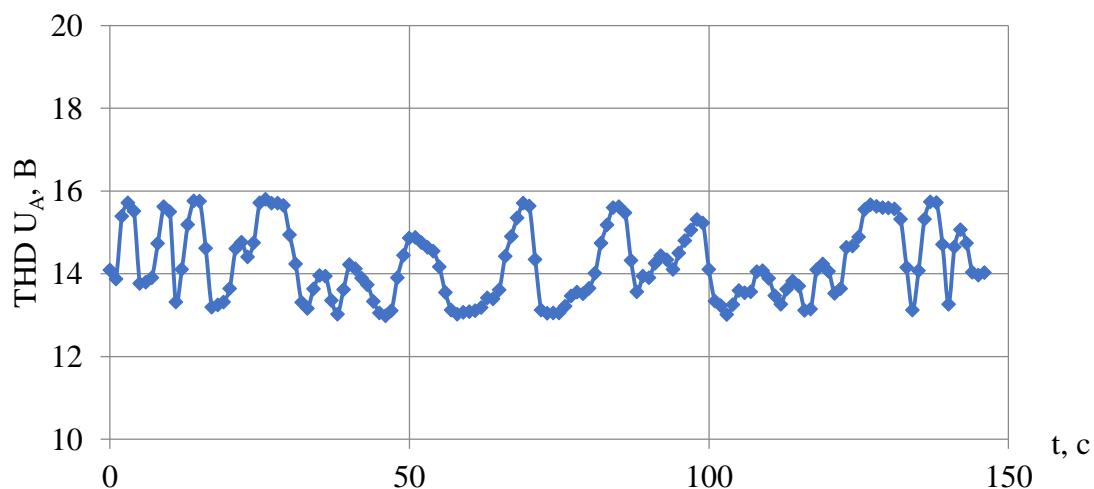


Рисунок 2 – Значения параметра $THD U_A$ на выходе генератора БМЗ-4,5/4-М1

Действующий ГОСТ 32144-2013 по качеству электрической энергии не содержит данных по нормам гармонических искажений тока. Рекомендованные данные по этому параметру представлены в стандарте IEEE 519-2014³² [4]. В данном стандарте приведены нормы по максимальному искажению гармонических составляющих тока от номинального тока нагрузки в процентах [5].

Используемый в настоящей работе прибор Metrel Power Master MI 2892 определяет параметр $TDD I$ – коэффициент гармонический искажений потребляемого тока (данные исследования представлены на рисунке 3), определяемый в процентах по соотношению:

$$TDD I_n = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}}{I_L} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где I_n – гармоники тока, I_L – максимальный потребляемый ток

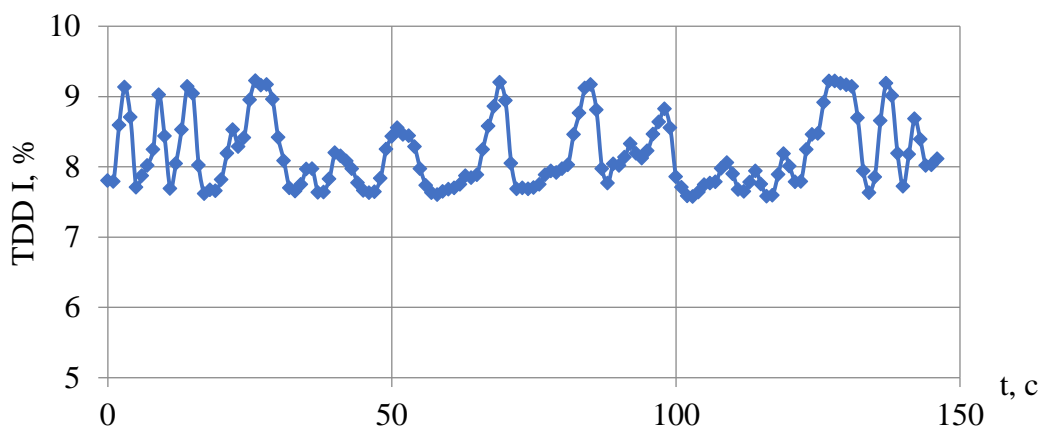


Рисунок 3 – Значения параметра гармонические искажения потребляемого тока, поступающего на нагрузку с генератора БМЗ-4,5/4-М1

Данные, представленные на рисунках 3 и 4, в совокупности с другими диагностическими параметрами должны анализироваться для повышения достоверности диагностирования.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Модели и методы количественной термографии в электроэнергетике / А. Б. Власов. Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. 296 с.
2. Издания Российского морского регистра судоходства [электронный ресурс]: база содержит Правила классификационных освидетельствований

³² IEEE (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers) Институт инженеров электротехники и электроники

- судов в эксплуатации. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules3&d=413460D5-960A-4014-97AA-50C3CB100327&f=2-020101-012> (дата обращения 11.01.2024)
3. Кузнецов С. Е., Алексеев Н. А., Кудрявцев Ю. В. Определении технического состояния судовых синхронных генераторов в процессе эксплуатации // Транспортное дело в России. 2017. № 5. С. 152–155.
4. Электронный каталог Института инженеров по электротехнике и электронике, Нью-Йорк [электронный ресурс] : база данных содержит стандарт IEEE519-2014. URL: <https://standards.ieee.org/ieee/519/3710> (дата обращения 11.01.2024).
5. Макашева С.И., Пинчуков П.С. Качество тока: аспекты оценки и нормирования // Вестник ЮУрГУ. Сер. Энергетика. 2020. Т. 20, № 4. С 23–35.

Практика использования датчиков LEMLV 25-P и LA 25-NP/SP44 с однополярным питанием

Саватеев Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра электрооборудования судов, *savateevda@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Излагаются результаты использования датчиков напряжения и тока, работающих на основе эффекта Холла, для измерения электрических величин в преобразователе частоты учебного стенда.

Abstract. The results of using voltage and current sensors based on the Hall effect to measure electrical quantities in the frequency converter of the training stand are presented.

Ключевые слова: компенсационный датчик, эффект Холла, измерение напряжения и тока, однополярное питание

Key words: compensation sensor, the Hall effect, voltage and current measurement, unipolar power supply

Электронные устройства LV 25-P и LA 25-NP/SP44 представляют собой компенсационные датчики, работающие на основе эффекта Холла, и предназначенные для электронного преобразования сигналов напряжения и тока – постоянного, переменного, импульсного – в пропорциональный выходной ток с гальванической развязкой между силовой и измерительной цепями [1].

Технический паспорт устройств предписывает использование для питания датчика напряжения LV 25-P источника двуполярного напряжения с $U_c = \pm 12 \dots 15$ В, а для питания датчика тока LA 25-NP/SP44 – источника с $U_c = \pm 15$ В. В связи с отсутствием необходимости измерять отрицательные токи и напряжения на входе автономного трехфазного инвертора, являющегося составной частью учебного стенда по изучению состава электрооборудования гребной электрической установки, в программно-аппаратном измерительном комплексе было применено однополярное питание с $U_c = +26$ В. Схема включения датчиков представлена на рисунке 1. На рисунке показаны: *V* – трехфазный выпрямительный мост, *C* – накопительная емкость инвертора, *АИ* – автономный инвертор, *ДТ* – датчик тока, *ДН* – датчик напряжения.

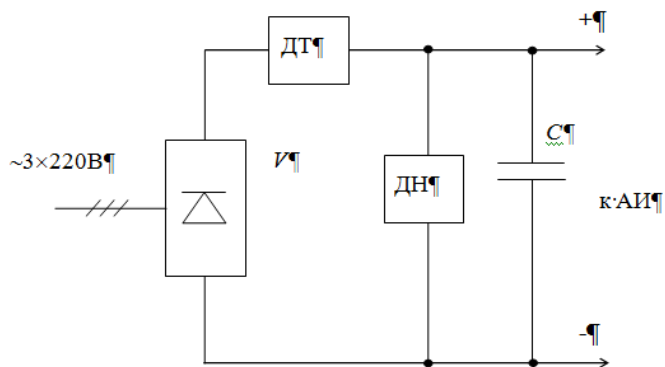


Рисунок 1 – Схема подключения датчиков

Схема подключения датчика LV 25-Р представлена на рисунке 2.

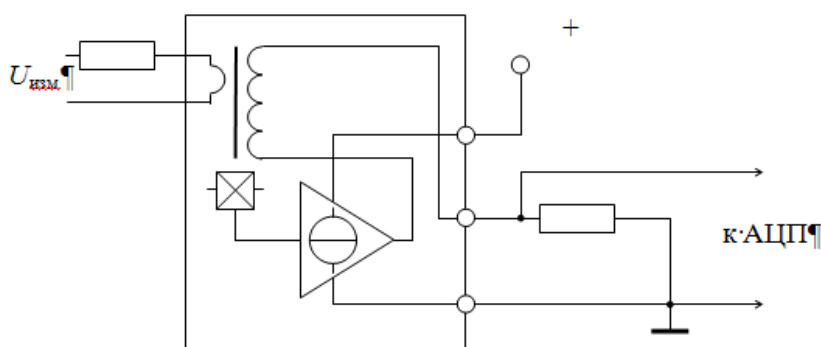


Рисунок 2 – Схема датчика напряжения LEM LV 25-Р

Датчик вырабатывает токовый сигнал, находящийся в функциональной зависимости от входного измеряемого напряжения. Для формирования сигнала напряжения, подаваемого на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), измерительный выход m датчика замкнут на общий вывод через резистор $R_2 = 200$ Ом. Балластное сопротивление R_1 подобрано так, чтобы входной ток не превышал 10 мА. Измерение напряжения производилось на выводах электролитического конденсатора емкостью $C = 96000$ мкФ, в диапазоне от 0 до 310 В (рисунок 1). Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

$U_{\text{изм}}, \text{В}$	0	20	40	50	60	70	90	120	150	310
$U_{\text{АЦП}}, \text{В}$	0,59	0,60	0,61	0,64	0,79	0,93	1,19	1,59	2,04	4,22

На рисунке 3 представлен график, построенный по данным таблицы 1. Результаты испытаний датчика напряжения показывают, что его характеристика вход-выход состоит из двух участков, первый из которых, соответствующий напряжению от 0 до 17 % диапазона, практически не приго-

ден для использования. Второй участок – от 17 до 100 % диапазона – представляет собой линейную зависимость, обеспечивающую точное измерение контролируемого напряжения.

Датчик с полученными свойствами, несмотря на ограниченный снизу диапазон измеряемого напряжения, оказался адекватен задаче контроля уровня заряда накопительного конденсатора звена постоянного преобразователя частоты и задаче обеспечения электробезопасности персонала, эксплуатирующего установку.

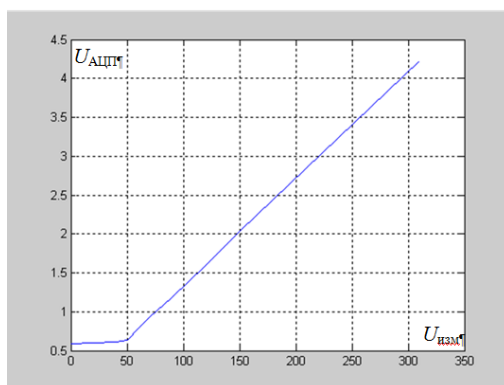


Рисунок 3 – Характеристика "вход – выход" датчика напряжения

Схема подключения датчика LA 25-NP/SP44 аналогична изображенной на рисунке 2. Отличие заключается во входном каскаде, который у датчика тока представляет собой набор перемычек, обеспечивающих работоспособность прибора в требуемом диапазоне входных токов. Испытания проводились в конфигурации прибора, соответствующей измерению входного тока до 9 А. Нагрузка звена постоянного тока – активная. Ток измерялся прибором электромагнитной системы. Форма тока показана на рисунке 4.

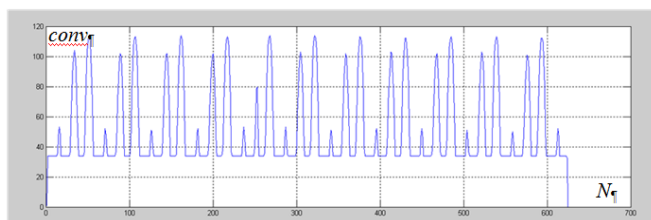


Рисунок 4 – Осциллограмма тока, измеряемого датчиком LA 25-NP/SP44

На рисунке по оси абсцисс отложена величина N – число замеров, выполненных аналого-цифровым преобразователем, по оси ординат – восьмиразрядный результат преобразования $conv$. Число замеров N соответствует времени около 0,11 с. Измеряемый ток – 1,55 А.

Результаты измерения входного тока и выходного напряжения датчика приведены в таблице 2.

Таблица 2

$I_{\text{изм}}$, А	0	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$U_{\text{цп}}$, В	0,66	0,666	0,67	0,69	0,83	1,13	1,55	2,01	2,43

По данным таблицы 2 построен график, изображенный на рис. 5. Полученная характеристика по форме повторяет характеристику вход-выход датчика напряжения (рисунок 3). У нее также выделяются два участка, один – существенно нелинейный и мало пригодный для измерений, второй – линейный, позволяющий выполнять преобразования с использованием масштабного коэффициента. Учитывая, что рабочий диапазон токов составляет 0÷9 А, протяженность начального участка характеристики вход-выход, как и у датчика напряжения, не превышает 17 %.

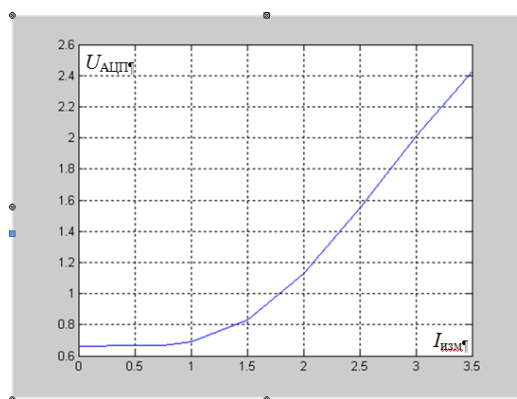


Рисунок 5 – Характеристика "вход – выход" датчика тока

Таким образом, проведенное исследование показало, что датчик напряжения LV 25-P и датчик тока LA 25-NP/SP44, получающие однополярное электропитание, могут использоваться для построения цифровых измерительных систем с зоной нечувствительности около 17 % рабочего диапазона.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Электроника. Аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры. Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. 296 с.

Актуальность внедрения микропроцессорных средств в судовых интегрированных системах автоматизации

Урванцев В. И. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра Электрооборудования судов, urvantsevvi@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Применение судовых интегрированных систем автоматизации на основе микропроцессорных средств и волоконно-оптических технологий обеспечивает их высокую надежность и помехозащищенность. Обеспечивает высокую эффективность управления энергетическим комплексом судна, выбором оптимальной скорости судна в определенных навигационных и производственных условиях.

Abstract The use of shipboard integrated automation systems based on microprocessor tools and fiber-optic technologies ensures their high reliability and noise immunity. Provides high efficiency of management of the ship's energy complex, the choice of the optimal speed of the vessel in certain navigation and production conditions. It leads to a significant reduction in the carbon footprint.

Ключевые слова: судовая интегрированная система автоматизации, микропроцессорные средства, надежность, помехозащищенность

Key words: vessel integrated automation system, microprocessor tools, reliability, interference protection

Вопросы электромагнитной совместимости приобретают особую актуальность в связи с развитием автоматизации судовых механизмов и оборудования, внедрением систем управления судовыми процессорами с элементами искусственного интеллекта [1].

Правила морского регистра судоходства выделяют знаки автоматизации AUT1, AUT2, AUT3, если автоматизация судна позволяет эксплуатацию судовой энергетической установки без постоянного присутствия экипажа в машинном отделении; AUT1-C, AUT2-C, AUT3-C, если автоматизация судна выполняется с применением компьютеров и AUT1-ICS, AUT2- ICS, AUT3- ICS³³, если судно оборудовано интегрированной системой автоматизации. Если морское судно может идти при управлении на мостике одним судоводителем, то к классу судна добавляется знак OM-BO³⁴ [2].

³³ AUT – ICS – сокращение от automation – integrated computer system пер. с англ. автоматизация – интегрированная компьютерная система

³⁴ One man bridge operations – пер. с англ. один вахтенный на мостике

Применение микропроцессорных средств в системах автоматизации обеспечивает высокую эффективность действия и судовых технических средств и надежность выполнения технологических процессов (рисунок 1).

В качестве средств технической реализации интегрированных систем автоматизации судов (далее – ИСА), применяют комплекс программно-аппаратных средств на основе которых создаются программируемые микропроцессорные контроллеры и реализуется обмен между контроллерами. Это позволяет комплексно решать задачи представления информации, формирования обобщенной и адресной аварийно-предупредительной сигнализации, компоновки постов управления.



Рисунок 1 – Преимущества системы автоматизации

Объединение системы правления и контроля техническими средствами в интегрированную систему автоматизации ИСА производится с помощью магистрального кольцевого информационного канала. По существу это локальная информационно-вычислительная сеть, часто основанная на волоконно-оптической технологии, что делает ее нечувствительной к воздействию электромагнитных помех.

Предупреждение неисправностей и выхода из строя судового оборудования – это одно из главных преимуществ судовых систем автоматизации на основе микропроцессорных средств.

Информационные средства интегрированной системы автоматизации позволяют производить накопление статистики о:

– температуре контактных соединений многочисленных устройств и механизмов, комплектно-распределительных устройств как закрытого, так и открытого типа;

- вибрации машин и механизмов;
- давлении масла в двигателях;
- энергоэффективности;
- аварийных и предаварийных ситуациях.

Подобная статистика позволяет перейти на обслуживание судна по актуальному техническому состоянию вместо планового обслуживания, что позволит уменьшить эксплуатационные издержки.

Также применение интегрированных микропроцессорных систем автоматизации приводит к значительному снижению углеродного следа за счет высокой эффективности управления энергетическим комплексом судна.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Электроника. Элементы электронных схем : учеб. пособие. Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. 314 с.

2. Правила классификации и постройки морских судов // Российский морской регистр судоходства. СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2016. 33 с. URL: <https://rs-class.org/upload/iblock/c02/c02e909b53c93c3c3539f7d02f4be083.pdf> (дата обращения 09.01.2024г.).

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
СУДОХОДСТВА В АРКТИКЕ**

Направления цифровизации морских портов и акваторий на базе облачных технологий

Андреевский И. Л.¹, Кузнецова О. Б.² (¹г. Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный экономический университет", кафедра информационных систем и технологий, ail@ineson.ru,
²г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовождения, kuznetsovaob@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье отражены основные направления применения облачных технологий при цифровизации морских портов и акваторий. Приводятся примеры как отечественных, так и зарубежных решений.

Abstract. The article reflects the main directions of application of cloud technologies in the digitalization of seaports and water areas. Examples of both domestic and foreign solutions are given.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, умный порт, облачные технологии, цифровой двойник, блокчейн

Key words: Industry 4.0, smart Port, cloud technologies, digital twin, blockchain

Важность и своевременность использования современных облачных технологий в процессе цифровой трансформация и цифрового развития на основе концепция "Индустрия 4.0" для системы портового сообщества отмечается в работе [1]. Использование облачных систем и технологий органично вписывается в концепцию построения "Умного порта" (Smart port), что нашло свое отражение в ряде зарубежных публикаций, обзор которых представлен в источнике [2].

К наиболее успешным направлениям использования облачных технологий для портов можно отнести использование цифровых платформ, функционирующих на базе облачных технологий, для решения комплекса логистических задач, например, управления грузопотоками на терминалах и элеваторах, складами и цепочками поставок, мониторинга грузоперевозок, управления флотом и портовой инфраструктурой, предоставлением услуг логистических компаний (агентированием, экспедированием, таможенным оформлением) и т. п.

В качестве примера можно упомянуть про цифровую платформу на базе блокчейн технологии Global Shipping Business Network (GSBN),

объединившую несколько крупных мировых морских перевозчиков, которая работает на базе облачных технологий Oracle, Microsoft Azure, AntChain и Alibaba Cloud.

Удачный отечественный опыт в данной сфере представлен сервисом для грузовладельцев и перевозчиков "Облачная логистика"³⁵.

Облачные технологии могут быть применимы для управления движением судов (например, в реестре отечественного программного обеспечения есть соответствующее отраслевое решение от компании АО "Геодинамика"), комплексного управления операциями по аренде причалов и объектов портовой инфраструктуры (например, отраслевое облачное решение компании Аксмор для управления яхтенными портами и расположенными в них розничными торговыми точками), управления взаимоотношениями с грузоотправителями и грузополучателями. Обзор рынка CRM-систем для яхтенного порта проведен в источнике [3], среди которых много и облачных решений. В ряде решений используются и технологии распределенного реестра (блокчейн) [4].

Отдельным направлением прикладного использования облачных решений является направление, связанное с использованием различных датчиков для контроля и мониторинга состояния различных технических систем порта (например, облачная система мониторинга нагрузок, создаваемых на причальной стенке, рассмотренная в источнике [5]).

Перспективным направлением также является создание IoT и облачных решений при создании цифровых двойников действующего порта. Крупным проектом в данной сфере является внедрение в порту Роттердама облачных технологий и интернета вещей, который направлен на реализацию системы "подключенного судоходства" (connected shipping), по аналогии с подключенными автомобилями в автопроме. Суда, имеющие доступ к системе, управляются автономно и обмениваются данными для безопасной навигации. Проект предполагает создание единого цифрового пространства при помощи облачных технологий IBM Cloud и интернета вещей IBM IoT. Для построения такой системы будет создан цифровой двойник порта.

Ассоциация работодателей морской индустрии Британской Колумбии (BCMEA) создала цифрового двойника для оптимального распределения рабочей силы в порту³⁶.

³⁵ Сервис для грузовладельцев и перевозчиков "Облачная логистика" – URL: <https://logist.cloud/>

Примером отечественного проекта в данной сфере являются разработки Астраханского государственного университета имени Татищева (АГУ) цифрового сервиса с "двойниками" объектов международного транспортного коридора (МТК) "Север-Юг" в рамках модели цифрового порта³⁷.

Библиографический список

1. Caldwell S., Darlington, R. (2022). Industry 4.0 Mapping Strategic Decision Making for Seaport Operations Management / eds.: A. Batako, [et al.] // *Advances in Manufacturing Processes, Intelligent Methods and Systems in Production Engineering. GCMM 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 335. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90532-3_56.

2. Kevin X. Li, Mengchi Li, Yuhan Zhu, Kum Fai Yuen, Hao Tong, Haoqing Zhou Smart port: A bibliometric review and future research directions // *Transportation Research. Part E: Logistics and Transportation Review*. 2023. Vol. 174. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103098>.

3. Буистов В. В., Гречко В. С., Андрейченко А. А. Обзор рынка CRM-систем для яхтенного порта // *Наука и образование в эпоху перемен: перспективы развития, новые парадигмы : материалы X Всероссийской науч.-практ. конф.* Ростов-на-Дону, 2022. С. 24–26.

4. Ардельянов Н. П. Блокчейн как технология функциональной устойчивости международных морских операций // *Эксплуатация морского транспорта*. 2022. № 1 (102). С. 36–40.

5. Teresa Abramowicz-Gerigk, Mirosław K. Gerigk b, Lukasz Napke, Katarzyna Tetfejer Cloud-based system for monitoring loads generated on the quay wall by ship propeller jets // *Marine Structures*. 2024. Vol. 93. URL: <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2023.103517>.

³⁶ Создание и внедрение цифровых двойников – URL: <https://www.anylogic.ru/features/digital-twin/>

³⁷ В Астраханской области работают над созданием цифрового двойника транспортного коридора "Север-Юг" – URL: <https://trans.ru/news/v-astrahanskoi-oblasti-rabotayut-nad-sozdaniem-tsifrovogo-dvoynika-transportnogo-koridora-sever-yug>

Алгоритмы живой природы для пространственного моделирования движения морского судна

Бурзун М. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовождения, *burzun_m@mail.ru*)

Аннотация. Анализ причин аварий морской транспортной системы показывает необходимость внедрения новых технологий, позволяющих снизить риски и сократить расходы на ликвидацию последствий экологического характера.

Abstract. An analysis of the causes of accidents in the maritime transport system shows the need to introduce new technologies to reduce risks and reduce the cost of eliminating environmental consequences.

Ключевые слова: алгоритмы живой природы, безопасность мореплавания, навигация, моделирование движения, морское судно

Key words: algorithms of wildlife, safety of navigation, navigation, motion modeling, marine vessel

Безопасность мореплавания – основа морской транспортной системы. Совокупность факторов, включающих габариты судов, перевозимые экологически опасные грузы, погодные условия и ряд других причин, делают акваторию зоной повышенной опасности для других судов и береговой инфраструктуры.

Анализируя статистику аварийности судов в арктических условиях, основная причина аварии – это ошибки в действиях команды, которые приводят к несвоевременной остановке судна или его маневру.

Использование современных информационно-телекоммуникационных технологий в управление морским транспортом, позволяет избежать большинства ошибок, связанных с человеческим фактором.

Применение искусственного интеллекта для решения сложных задач в навигации существенно снижает риски возникновения аварийных ситуаций. Решение сложных многокритериальных задач позволит безопасно осуществлять переход морского судна, лоцманскую проводку или перевозку опасных грузов. Технической составляющей данного решения являются автономные подводные аппараты, патрулирующую акваторию.

К современным интеллектуальным решениям транспортных задач можно отнести методы мягких вычислений и алгоритмы "живой природы".

Методы мягких вычислений решают навигационные задачи в условиях неопределенности и изменяющихся входных параметрах (погодные условия, течения, льды, узкости и активность судоходства). Дают точный прогноз, исключают неопределенность ответа [1; 2].

Одним из достоинств интеллектуальных методов мягких вычислений является анализ аварийных ситуаций и их группировка по схожим признакам. Таким образом создаются алгоритмы для решения навигационных задач [3].

Алгоритмы "живой природы" решают задачи, опираясь на поведение живых организмов, основанное на инстинктах и повторяющихся действиях, направленных на выживание. Алгоритмов этой группы очень много, их можно применять как одиночно, так и группируя по категориям задач.

Алгоритм пчелиной колонии направлен на решение комбинированных задач. Направлен на выполнение разведки с целью поиска перспективных точек. В дальнейшей производится исследование местности в заданном радиусе для уточнения решения. Применение этого алгоритма в навигации дает возможность прокладки оптимальной траектории движения судна в условиях узкости или льда [4].

Муравьиный алгоритм направлен на поиск кратчайшего расстояния до конечной точки маршрута. Муравьи используют окружающую среду как средство общения [5]. Использование данного алгоритма в совокупности с алгоритмом пчел позволит сократить путь судна, минуя препятствия природного и технического характера.

А основу алгоритм светлячков заложен принцип снижения видимости с увеличением расстояния. Светлячки выбирает среди сородичей не самого яркого в колонии, а самого яркого из окружения. Таким образом происходит разделение насекомых на мелкие рои. Чем больше светлячков (входных значений), тем выше шансы нахождения оптимального решения.

Алгоритм движения кузнечиков оптимизирует маршруты в транспортных системах и распределяет ресурсы производственных системах.

В настоящее время реализовано множество проектов, опирающихся на технологии искусственного интеллекта:

- Поисково-спасательные операции. Для морской навигации лучше использовать пчелиный алгоритм, заложив его в движение дронов.
- Морские грузоперевозки.

- Военная авиация или медицинские вертолеты с посадкой на морские суда.
- Морские буи для навигации.
- Робототехника в сложных условиях.

В настоящее время ведется много разработок с применением интеллектуальных технологий. Объединение алгоритмов повышает степень решения транспортных задач на воде и снижает риски возникновения аварийных ситуаций.

Библиографический список

1. Занин В. Ю., Кожемякин И. В., Маевский А. М. Использование морской робототехники в задачах оперативной океанографии. Отечественный и зарубежный опыт // Морские информационно-управляющие системы. 2020. № 1 (17). С. 39–49.

2. Маевский А. М., Занин В. Ю., Кожемякин И. В. Разработка комбинированной системы управления резидентным/интервенционным АНПА на основании поведенческих методов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020. № 1 (211).

3. Devitt D., Morozov R., Medvedev M., Shapovalov I., Konovalov G. Implementation of the hybrid technology for quadcopter motion control in a complex non-deterministic environment // International Conference on Control, Automation and Systems. 2018. № 18. С. 451–456.

4. Белоглазов Д. А., Гузик В. Ф., Медведев М. Ю., Пшихопов В. Х. [и др.]. Интеллектуальные технологии планирования перемещений подвижных объектов в трехмерных недетерминированных средах / под ред. В. Х. Пшихопова. М. : Наука, 2017. 231 с.

5. Белоглазов Д. А., Гайдук А. Р., Косенко Е. Ю., Медведев М. Ю. [и др.]. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах / под ред. В. Х. Пшихопова. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2015. 305 с.

Цифровая экосистема Северного морского пути

Дехник О. С., Кузнецова О. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовождения, kuznetsovaob@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматривается цифровизация СМП, как ключевой элемент перехода на его круглогодичную работу. Цифровая экосистема станет существенным шагом на пути к цифровой трансформации российской Арктики благодаря использованию современных российских ИТ-решений.

Abstract. The article considers the digitalization of the NSR as a key element of the transition to its year-round operation. The digital ecosystem will be a significant step towards the digital transformation of the Russian Arctic through the use of modern Russian software solutions.

Ключевые слова: Северный морской путь, СМП, цифровизация СМП, цифровая экосистема, цифровые сервисы

Key words: Northern Sea Route, NSR, digitalization of the NSR, digital ecosystem, digital services

Согласно стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, Северный морской путь (СМП) является ключевой транспортной магистралью АЗРФ, а ее бесперебойная и безопасная работа – основным приоритетом. Реализовать это представляется возможным благодаря использованию передовых цифровых и информационных технологий.

Работы по цифровизации Северного морского пути (СМП) осуществляются в рамках федерального проекта "Развитие Северного морского пути", а непосредственно разработка цифровой экосистемы СМП – в рамках инициативы социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года "Круглогодичный Северный морской путь".

Цифровизация СМП – один из самых значительных проектов, которые реализуются в Российской Федерации и на данный момент не имеет аналогов ни у нас в стране, ни за рубежом. Создание цифровой экосистемы позволит повысить безопасность судоходства в Арктике, сделает проход по его акватории более прогнозируемым и экономичным (как с точки зрения стоимости перевозок, так и длительности рейсов), и как следствие, возрастет привлекательность СМП как транспортной магистрали, способной в круглосуточном и круглогодичном режиме осуществлять свою работу.

Цифровая экосистема СМП будет состоять из Единой платформы цифровых сервисов (ЕПЦС) и новых источников информации – бортовых измерительных комплексов и средств авиационной разведки, прежде всего беспилотных (рисунок 1).



Рисунок 1 – Цифровая экосистема СМП³⁸

Предполагается, что пользователями смогут выступить порядка 1500 лиц и/или организаций (логистические компании, грузовладельцы, судовладельцы, структуры Росатома, федеральные органы власти), которым будут предоставлены 27 цифровых сервисов, выделенных в 9 блоков по ключевым направлениям, касающимся управления грузоперевозками, диспетчеризации флота, управления инфраструктурой СМП, а также взаимодействия с федеральными органами власти благодаря наличию ситуационного центра³⁹.

В связи со значимостью данного проекта, правительство РФ выделило финансирование из федерального бюджета – практически 4 миллиарда рублей. Проект стартовал в 2023 году и планируется к завершению в 2025 году (рисунок 2).

³⁸ Направления сбора и анализа данных в цифровой экосистеме СМП – URL: <http://www.morvesti.ru/upload/iblock/bdc/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2045.jpg>

³⁹ "Росатом" работает над цифровой экосистемой Северного морского пути – URL: <https://strana-rosatom.ru/2022/06/15/rosatom-rabotaet-nad-cifrovoy-ekos/?ysclid=le1zlj1fd520332068>

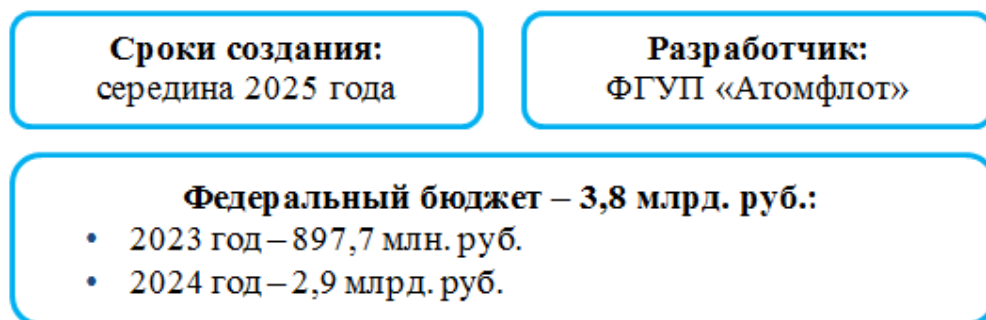


Рисунок 2 – Реализация цифровой экосистемы СМП

Результатом реализации данного проекта будет так называемый "ледовый навигатор", позволяющий с высокой точностью проложить маршрут в достаточно сложных и постоянно меняющихся условиях СМП, учитывая информацию о погодных условиях, расположении судов и ледоколов, загруженности портов.

ЕПЦС СМП сможет отвечать и одновременно контролировать достаточно большое количество параметров, которые определяют логистику судов. И как следствие, сможет обеспечить оперативный доступ к цифровым сервисам и их стабильную работу в круглосуточном режиме.

Анализ аварийности судов на море и внутренних водных путях

Кузнецова О. Б.¹, Литвиненко С. И.² (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ¹кафедра судовождения, kuznetsovaob@mstu.edu.ru, ²кафедра высшей математики и физики, litvinkosi@mstu.edu.ru)

Аннотация. Статья содержит статистику по аварийности с судами на море и внутренних водных путях за последние 6 лет. Проанализированы данные за 2022 год и выделены ключевые причины аварий.

Abstract. The article contains statistics on accidents with ships at sea and inland waterways over the past 6 years. The data for 2022 are analyzed and the key causes of accidents are highlighted.

Ключевые слова: аварийность судов на море, безопасность мореплавания, причины навигационных аварийных случаев

Key words: accident rate of ships at sea, safety of navigation, causes of navigational accidents

На сегодняшний день снижение аварийности морских судов и/или сведение к минимуму риска в мореплавании – самая актуальная задача. Среди причин аварий морских судов на первое место занимает человеческий фактор, из-за которого происходит подавляющее большинство аварий и катастроф как в открытых морях и океанах, так и на внутренних водных путях.

Работа по обеспечению безопасности судоходства проводится на постоянной основе, как результат, количество аварийных случаев за последние годы стабилизировалось в районе 60–70 случаев в год.

В 2022 году на водном транспорте в целом произошло 68 аварий – это на 2 аварии меньше, чем в 2021 году (рисунок 1), а аварий, связанных с гибелью людей и травматизмом – 18 (рисунок 2).

В результате аварийных случаев 17 человек погибло, 3 человека были тяжело травмированы. Для сравнения, в 2021 году произошло 20 аварий, связанных с гибелью людей и травматизмом – это также на 2 аварии меньше, чем в 2021 году, и в них 20 человек погибло, а 2 человека были тяжело травмированы⁴⁰.

⁴⁰ Обзор аварийности с судами на море и внутренних водных путях Российской Федерации за 2022 год

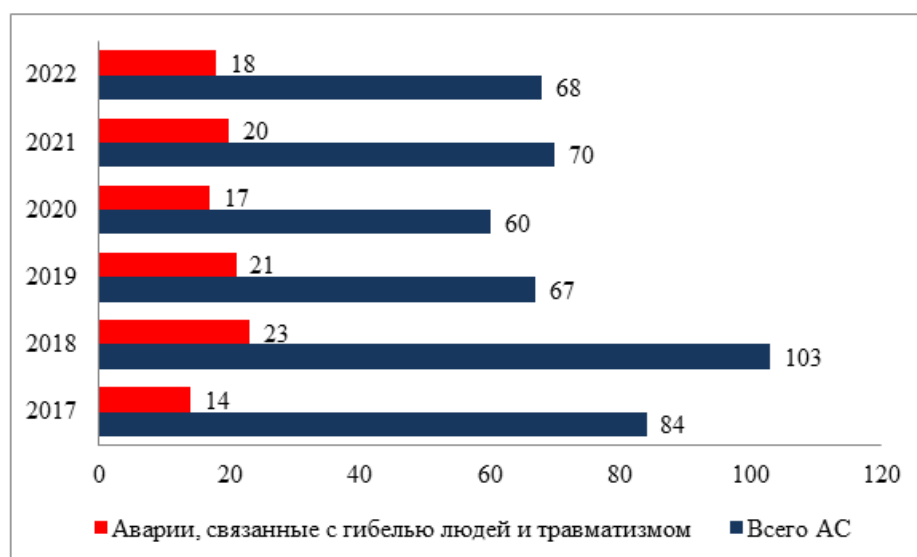


Рисунок 1 – Статистика аварийных случаев, связанных с гибелью людей за 6 лет

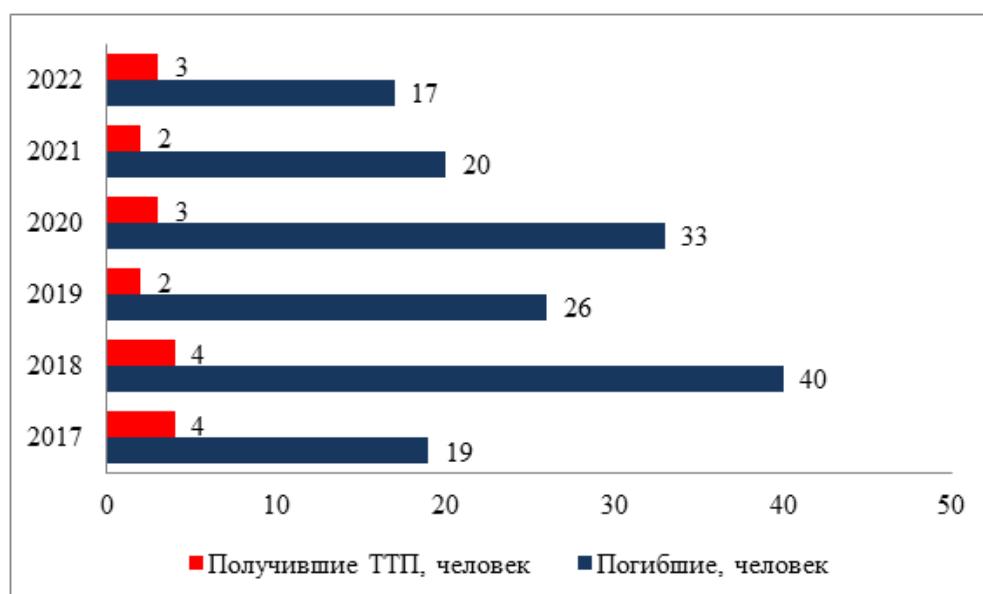


Рисунок 2 – Статистика погибших и получивших тяжелые телесные повреждения за 6 лет

Если проанализировать причины навигационных аварий, то, безусловно, преобладает человеческий фактор (рисунок 3).

Основными причинами аварийных случаев в 2022 году являлись: не учет гидрометеорологических и ледовых условий, нарушение установленных судну ограничений, ненадлежащая организация безопасной ходовой навигационной вахты, а также обеспечение безопасной якорной стоянки⁴¹.

⁴¹ Обзор аварийности с судами на море и внутренних водных путях Российской Федерации за 2022 год



Рисунок 3 – Аварийные случаи на море по видам за 2022 год

Если в 2021 году главной причиной аварий было невыполнение нормативных документов, регламентирующих безопасность мореплавания, в частности, несоблюдение правил техники безопасности, то в 2022 году ситуация существенно изменилась. Основными причинами аварийных случаев в прошлом году являются не учет гидрометеорологических и ледовых условий и ненадлежащая организация безопасной ходовой навигационной вахты.

Транзитные грузоперевозки по Северному морскому пути

Масленников А. Д., Кузнецова О. Б. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судоходства, *kuznetsovaob@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье приведен анализ транзитных грузоперевозок по СМП за последние 3 года, когда были введены санкции против Российской Федерации. Рассмотрен потенциал развития транзитного судоходства в акватории СМП.

Abstract. The article provides an analysis of transit cargo transportation along the NSR over the past 3 years, when sanctions were imposed against the Russian Federation. The potential for the development of transit navigation in the waters of the NSR is considered.

Ключевые слова: транзитное судоходство, транзитные грузоперевозки, Северный морской путь, СМП

Key words: transit shipping, transit cargo transportation, Northern Sea Route, NSR

В сегодняшней нестабильной обстановке, в условиях введенных против России санкций, немаловажно, что Северный морской путь (СМП) является ключевой транспортной артерией. Представляет интерес, как санкционное давление сказалось на достижении показателей, утвержденных в плане развития СМП до 2035 года. Было анонсировано более 150 мероприятий с финансированием в объеме 1,8 трлн рублей (рисунок 1).

С точки зрения транзитного судоходства наибольший интерес для нас представляет грузовая база.

Роснефть гарантировала существенный объем загрузки СМП (две трети от плана загрузки) благодаря своему проекту по добыче нефти "Восток Ойл": в 2024 году грузопоток ожидается в объеме 30 млн. тонн нефти, а к 2030 году – качественный рост до 100 млн. тонн. В компании заверили, что сроки реализации проекта будут соблюдены несмотря на выход их него иностранных инвесторов.

Еще одним гарантом загрузки СМП выступает компания "Новатэк" с проектами заводов по производству СПГ: в 2024 году их грузопоток по СМП ожидается в объеме почти 33 млн. тонн, а к 2030 году – порядка 64 млн тонн.

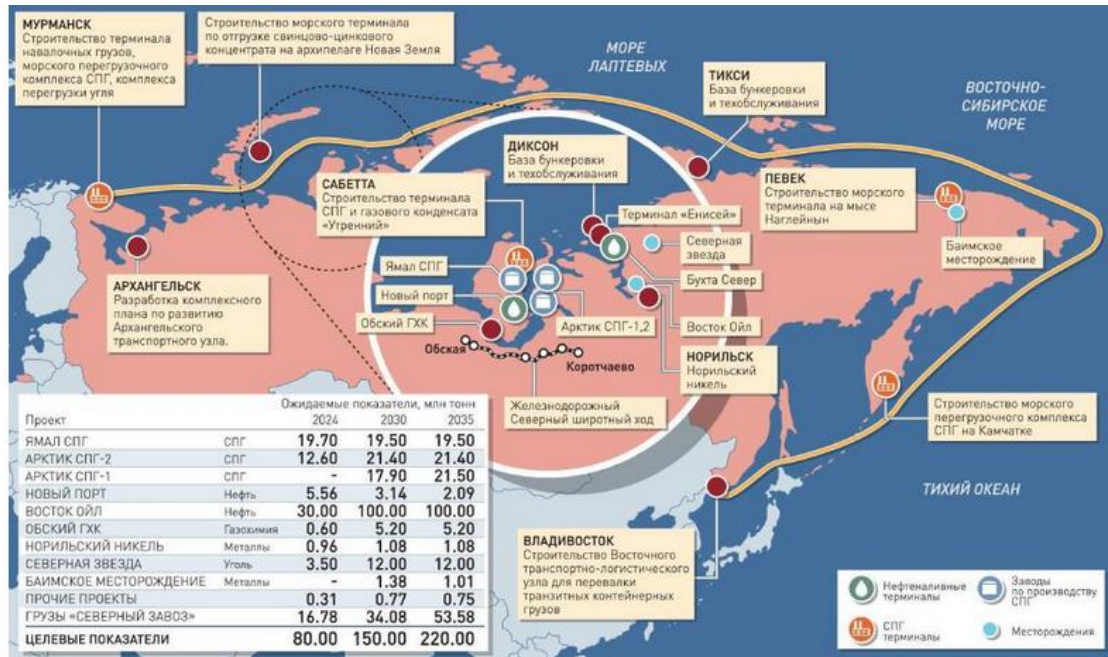


Рисунок 1 – План развития СМП до 2035 года⁴²

В последние несколько лет наблюдается постоянный рост транзитных грузоперевозок по СМП (рисунок 2). Активно растет и международный транзит. Однако в 2022 году, из-за введенных санкций, произошло существенное падение именно международного транзита и практически весь объем грузоперевозок перераспределился и обеспечивался за счет внутри-российских перевозок.

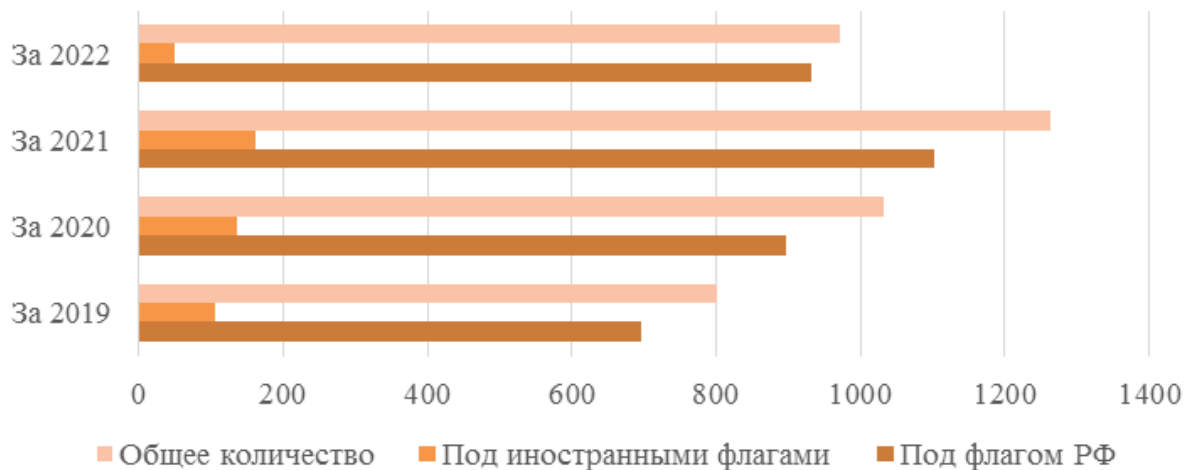


Рисунок 2 – Транзит в акватории СМП⁴³

⁴² СМП – холодная стройка XXI века – URL:
https://special.vgudok.com/holodnaya_stroyka_21_veka

⁴³ http://www.nsra.ru/ru/rassmotrenie_zayavleniy/razresheniya.html

Анализ транзитных перевозок показывает, что в 2023 году произошло не только восстановление грузопотока до уровня 2021 года, но и его превышение, что специальный представитель "Росатома" по вопросам развития Арктики Владимир Панов назвал "новым рекордом". Если в 2021 году было перевезено 2 млн тонн, в 2022 году произошло резкое падение (90 %) и было перевезено всего 200 тыс. тонн, то в 2023 году перевозка транзитных грузов составила 2 млн. 120 тыс. тонн⁴⁴.

Эксперты сходятся во мнении, что именно объем транзитных перевозок показывает уровень востребованности СМП, как транспортной артерии и позволяет прогнозировать его дальнейшее использование.

По прогнозу транзитного грузопотока по СМП ожидается рост до 30 млн. тонн к 2030 году. Реализация столь грандиозных планов станет возможной в результате запуска между Дальним Востоком и европейской частью России регулярной транзитной линии.

Таким образом, загрузку СМП обеспечат каботажные перевозки – регулярная линия Санкт-Петербург (Мурманск) – порты Дальнего Востока и обратно. Подводя итоги 2022 года ФГУП "Атомфлот" отчитался о выполнении ими программы каботажных субсидируемых рейсов – атомный лихтеровоз "Севморпуть" прошел по линии сделав два полных оборотных рейса.

Итоги показывают, что санкции, конечно, негативно влияют на развитие транзитного судоходства в акватории СМП, однако потенциал его развития для перевозки различных видов грузов и его вклад в мировую экономику и торговлю остаются высокими.

⁴⁴ Транзит по Севморпути достиг исторического максимума в 2023 году – URL: <https://strana-rosatom.ru/2023/11/20/tranzit-po-sevmorputi-dostig-istori/?ysclid=lrc6xp0bqe163810002>

Двухкомпонентный робототехнический комплекс для исследования свойств естественных ледовых полей

Пашенцев С. В., Заборовский Ю. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовождения, pashentsevsv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассматривается возможность послойного исследования прочностных свойств льда с помощью акустически связанных подледного и надледного компонентов робототехнического комплекса, управляемых с борта судна либо автономной программой.

Abstract. The possibility of a layer-by-layer study of the strength properties of ice using acoustically coupled under-ice and above-ice components of a robotic complex, controlled from the ship or an autonomous program, is considered.

Ключевые слова: исследование льда, роботы подледный и надледный, акустическая оценка прочности льда

Key words: ice research, under-ice and above-ice robots, acoustic assessment of ice strength

Паспорт национального проекта "Северный морской путь" в разделе "Развитие Северного морского пути" ставит задачу навигационно-гидрографического обеспечения судоходства на трассах СМП. Главным здесь является реализация круглогодичного и эффективного плавания в реальных условиях Арктики.

Решение такой задачи невозможно без регулярных и качественных знаний о состоянии льдов бассейна. Для целей выбора пути во льдах недостаточно поверхностной картинке ледового поля. Она может нести существенную информацию в случае не сплоченных, разреженных льдов. Тогда обычная визуальная ледовая разведка легко справляется с выбором пути судна. Если лед сильно сплочен, если он набрал достаточную толщину намерзания, необходимы иные средства для более полного исследования его характеристик.

Требуется измерять не среднюю, а локальную толщину ледового поля, которая определяет проходимость таких льдов. В принципе, толщину без бурения можно определить акустическим зондированием, выполняя его с помощью акустической волны, направленной перпендикулярно поверхности ледового поля. Но такое зондирование даст интегральную характеристику толщины льда, не определяя его внутреннюю структуру. Все же ин-

тегральная характеристика – важная информация о прочности льда, с ее помощью можно оценить приближенно его прочность.

Но необходима и более детальная структура в точках ледового поля по толщине. Получив характеристики льда по толщине, можно точнее рассчитать его прочность в целом. При этом знание прочностных характеристик по толщине могут помочь выбору стратегии и тактики прохождения ледяного поля, которые окажутся более эффективными по скоростным, энергетическим и экономическим показателям. Речь идет не только о выборе самой путевой траектории (стратегия), но и о выборе способов разрушения ледового поля (тактика).

Возможность исследования внутренней структуры ледовой толщи возможно только в том случае, если акустическая волна направлена под некоторым углом к поверхности. Тогда она преломляется, движется внутри ледового тела с переменной скоростью, соответствующей локальной акустической жесткости среды, т. е. происходит акустическая рефракция волны. При этом координата точки выхода волны на одной стороне будет зависеть от угла ее входа на другой. Если мы запишем принцип наименьшего действия механики в форме Гамильтона, то получим интегральное уравнение. Оно связывает переменный угол входа волны с координатой ее выхода с другой стороны ледового поля. Это уравнение можно решать в общем случае только численно разными способами [1; 2]. На наш взгляд проще всего дискретизировать интегральное уравнение, представив ледовое поле в виде слоев с постоянной, но неизвестной, характеристикой коэффициента преломления каждого слоя. Записывая уравнение преломления на каждой границе слоев, включая слой входа и слой выхода, получим столько уравнений, на сколько слоев разбито поле. Все эти уравнения не линейны, поэтому систему придется решать доступными средствами. Например, в среде MathCad, используя средства Given и Find или Minerr для приближенного решения системы нелинейных уравнений. Правда, при этом приходится задавать начальные значения искомым величин, начиная от которых система начнет поиск решения методом последовательных приближений.

Разумеется, в настоящее время решить такую задачу не представляет принципиальных трудностей. Остается главное – каким образом получать исходные данные для такого решения? То есть, получать для выбранной точки ледового поля ряд значений угла направления акустической волны, направленной на нижнюю поверхность льда, и соответствующую ему координату выхода волны на верхней поверхности.

Такую задачу предлагается реализовать с помощью робототехнического комплекса, который состоит из двух компонентов. Подводный компонент несет на себе источник акустической волны с регулируемым углом наклона передающей антенны. Органы его движения должны обеспечивать не только управляемое перемещение в воде, но и позиционирование в точках останова. Это могут обеспечить три винтовых движителя: два кормовых по сторонам от ДП, и один как носовое подруливающее устройство. Надледный компонент несет на себе приемник акустического сигнала и имеет возможность определять координаты своего места с помощью спутниковой НС с требуемой точностью. Надледный компонент перемещается на гусеничном ходу по траекториям, заложенным в программу или по управлению извне. Он также имеет подпрограмму управления подводным компонентом комплекса, определяя его движение таким образом, чтобы правильно координировать точку входа акустической волны и точку ее выхода. Измерения состоят из следующих повторяющихся этапов:

1. Надледный аппарат перемещается по полигону исследования, доходит до точки с указанными программой координатами и останавливается.

2. Подледный аппарат перемещается вслед за надводным компонентом по его управляющим сигналам и останавливается по сигналу останова, позиционируясь в этой точке.

3. Подледный компонент по своей внутренней программе производит серию посылок акустической волны, изменяя угол наклона антенны.

4. Надводный компонент принимает маркированный сигнал и измеряет координату точки выхода акустической волны на поверхность, записывая блок данных на носитель информации с привязкой к точке останова.

5. Надводный компонент начинает движение к следующей точке полигона, давая сигнал подводному компоненту на движение вслед.

Далее этот цикл повторяется необходимое число раз. Обработка сохраненных данных может происходить как в полевых условиях с передачей результатов на базу, так и на самой базе после возврата на нее аппаратов.

Библиографический список

1. Сероветников С. С., Клейн А. Э. Судовой телевизионный комплекс – реализация автоматизированной системы натуральных измерений толщины морского льда // Российская Арктика. 2018. №2. С. 41.
2. Клейн А. Э., Третьяков В. Ю., Фролов С. В. Патент на полезную модель № 70983 "Устройство для измерения толщины льдин с борта судна".

Национальная морская политика обеспечения безопасности плавания по Северному морскому пути

Сарлаев В. Я. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовождения, sarlaevvya@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Национальная морская политика определяет цели, задачи, направления и способы достижения национальных интересов Российской Федерации на морском побережье, во внутренних морских водах, в территориальных морях, в исключительной экономической зоне, на континентальном шельфе РФ и в открытом море.

Abstract. The National Maritime Policy defines the goals, objectives, directions and ways to achieve the national interests of the Russian Federation on the seashore, in inland waters, in territorial seas, in the exclusive economic zone, on the continental shelf of the Russian Federation and on the high seas.

Ключевые слова: морская доктрина, безопасность мореплавания, национальные интересы, жизненно-важные морские коммуникации

Key words: maritime doctrine, maritime safety, national interests, vital maritime communications

Одним из основных субъектов морской деятельности в России является морехозяйственный комплекс, включающий в себя промышленное рыболовство, торговое судоходство, добычу с морского дна полезных ископаемых и другие виды хозяйственного использования океана. Роль и значение Северного морского пути, как транспортной магистрали, определялись, прежде всего, потребностями промышленного освоения и успешного функционирования хозяйственных комплексов, прилегающих к трассе районов арктического побережья. Использование традиционных и сравнительно новых источников природных ресурсов (минерально-сырьевых, энергетических и биологических), добываемых в Арктическом регионе, должно стать условием обеспечения устойчивого сбалансированного развития экономики России.

К национальным интересам РФ в Мировом океане относятся⁴⁵:

– создание условий, способствующих извлечению выгоды из морской хозяйственной деятельности населением Российской Федерации, особенно ее приморских регионов, а также государством в целом;

⁴⁵ Морская доктрина Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 31 июля 2022 г. N 512

- обеспечение контроля за функционированием жизненно-важных морских коммуникаций;
- охрана человеческой жизни на море;
- предотвращение загрязнения морской среды.

Национальная морская политика в области морских перевозок заключается в реализации положений Концепции судовой политики Российской Федерации, основными целями которой являются поддержание флота и прибрежно-портовой инфраструктуры на уровне, гарантирующем экономическую независимость и национальную безопасность государства, сокращение транспортных издержек, увеличение объемов внешнеторговых и транзитных перевозок через территорию страны. Кроме того, она предусматривает⁴⁶:

- сохранение мирового лидерства в строительстве и эксплуатации атомных ледоколов;
- оптимальное использование транспортного флота для Северного завоза на основе прогнозирования и учета навигационно-гидрографических, гидрометеорологических и иных условий;
- развитие прибрежно-портовой инфраструктуры с учетом существующих и перспективных объемов перевозок, состояния грузовой базы и транзитных грузопотоков, повышение доли участия российских портов в переработке таких грузов;
- увеличение экспорта услуг отечественными судоходными компаниями и морскими портами;
- повышение безопасности морских перевозок, охраны труда, защиты окружающей среды от возможных негативных последствий морской деятельности, в том числе путем установления специальных лицензионных условий и требований.

Арктика – это единая сложная региональная система, где переплетаются интересы России и других государств. Интерес к Арктике обуславливается возможностью использования данного региона в транспортных целях; наличием запасов нефти, газа, других природных ресурсов, многие виды которых могут быть освоены уже в настоящее время; необходимостью проведения научных исследований природы региона, влияющей

⁴⁶ Морская доктрина Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 31 июля 2022 г. N 512

на состояние погоды и климата земного шара; обострением проблемы сохранения экологического равновесия.

Северный морской путь является важнейшей частью инфраструктуры экономического комплекса Крайнего Севера и связующим звеном между российским Дальним Востоком и западными районами страны. При этом он объединяет в единую транспортную сеть крупнейшие речные артерии Сибири. Для некоторых районов арктической зоны (Чукотка, острова арктических морей и ряд населенных пунктов побережья Красноярского края и Тюменской области) морской транспорт является единственным средством обеспечения массовых перевозок грузов.

С учетом опасности грузов, а также особой экологической уязвимости природы северного побережья необходимо обеспечить максимально возможный уровень навигационной безопасности судоходства в Северном регионе, создав соответствующую инфраструктуру системы безопасности мореплавания. Для эффективного использования потенциала Северного морского пути, создания условий для работы на нем российского бизнеса нужна четкая политика государства.

**ОСВОЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ
РЕСУРСОВ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

Расчет минимального времени переходов между профилями при проведении морской сейсморазведки

Кузнецов А. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра морского нефтегазового дела, kuznetsovalvl@mstu.edu.ru)

Аннотация. Изучение Арктического шельфа сдвигается в районы с суровыми климатическими и сложными географическими условиями. Короткий полевой сезон и переменное положение кромки ледового покрова заставляют исследователей выдерживать высокие требования к использованию рабочего времени научно исследовательского судна при проведении сейсморазведки.

Abstract. Arctic shelf exploration is shifting to areas with harsh climatic and complex geographic conditions. The short field season and the variable position of the ice edge force researchers to endure high demands on the utilization of research vessel working time when conducting seismic surveys.

Ключевые слова: арктический шельф, планирование работ, морская 2D сейсморазведка

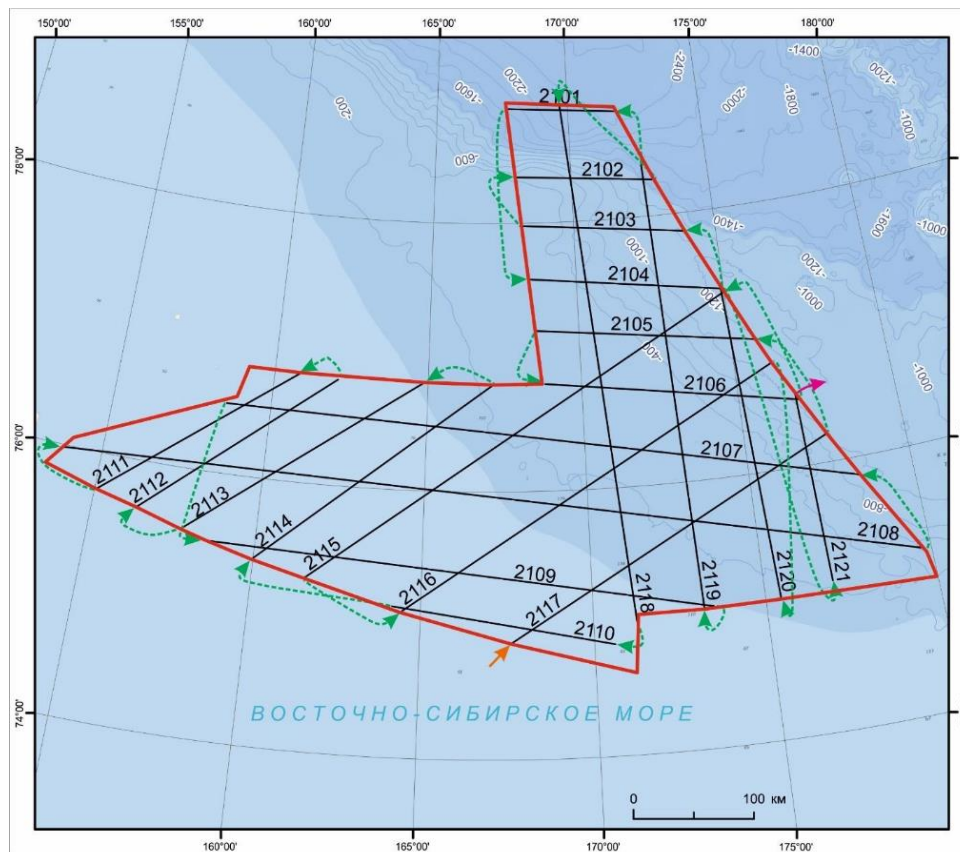
Key words: Arctic shelf, work planning, marine 2D seismic survey

Арктический шельф изучен неравномерно. В первую очередь были исследованы наиболее доступные районы с продолжительным периодом открытой воды и рядом с крупными портами. Сегодня стоит задача площадного изучения научно-исследовательскими судами районов с тяжелыми климатическими и сложными географическими условиями - коротким полевым сезоном, близостью береговой линии, мелководьем и динамическим поведением ледового поля от года к году. Проведение геолого-геофизических работ в таких условиях вынуждает тщательно планировать затраты времени на всех этапах. Особенно это касается сейсморазведочных работ.

Особенностью проведения морских 2D сейсмических исследований с буксируемой косой является необходимость выполнять заход на профиль (run_in). Протяженность этого захода равна длине косы – для набора кратности на первом пункте наблюдений. Этот участок должен быть прямолинейным продолжением профиля т.к. он еще необходим для спрямления приемного устройства. После прохождения над последним оплачиваемым пикетом также необходимо проследовать по линии профиля (run_out) с це-

люю набора кратности. Продолжительность этого участка равна примерно половине длины косы [1]. Переход с профиля на профиль осуществляется по дугам определенного радиуса для безопасной эксплуатации приемного устройства. Временные затраты этих этапов могут достигать 30 % общего рабочего времени [2].

Созданный перед началом работ идеальный план отстрела профилей (рисунок 1) не может быть реализован полностью при реальной съемке. Причины сходов с профилей очень различны и отличаются как по продолжительности так и удаленности от точки схода. Технические проблемы и деление времени с другим сейсмическим судном, с определенной долей вероятности поддаются расчету, а вот продолжительность плохих погодных условий или движение ледового поля – далеко не всегда. Все эти события заставляют постоянно вносить изменения в первоначальный план.



Условные обозначения







	Границы участка полевых работ		Точка начала работ
	Проектные профили		Точка окончания работ
	Изобаты, сечение 200 м		Переходы между профилями

Рисунок 1 – Предварительная схема отработки профилей

Конечной целью данной работы является создание кросс-платформенного программного обеспечения для расчета с привлечением искусственного интеллекта (ИИ) наиболее выгодного с точки зрения затрат времени сценария прохождения судна по профилям. В качестве входящих данных будут использоваться: выносы основных устройств, длина косы, координаты начальных и конечных точек профилей, граница допустимых глубин, сплайны опасных объектов. На первом этапе планируется решить задачу для 3–4 ортогональных профилей, расположенных на расстоянии разворота (РР) друг от друга. Далее расстояние между линиями съемки будет сокращаться до половины РР. Следующим этапом обучения ИИ будет добавление секущих профилей с выходом на указанную точку.

Задачи, которые предстоит решить:

- расчет минимального времени прохождения всех профилей с любой точки с учетом выполненного объема;
- учет отмелей, выявленных судном сопровождения;
- учет приоритета отстрела профилей;
- учет динамических границ ледового поля.

Написание ПО планируется выполнить на базе кафедры МНГД ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" с последующей апробацией на научно-исследовательских судах. Заинтересованность в данном продукте выразили ведущие компании отрасли: АО "Севморнефтегеофизика" входящая в состав государственного холдинга "Росгеология" и АО "Морская арктическая геологоразведочная экспедиция".

Библиографический список

- 1 Боганик Г. Н., Гурвич И. И. Сейсморазведка. Тверь : Изд-во АИС, 2006. 744 с.
2. Проектная документация на выполнение работ по геологическому изучению недр по объекту "Уточнение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности ПНГО Де Лонга шельфа Восточно-Сибирского моря". Книга 4. Проектная документация АО "МАГЭ". Мурманск, 2022 г.

Стратиграфическое и пилотное бурение на арктическом шельфе 2020–2023 гг.

Рокос С. И., Костин Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра морского нефтегазового дела, *kostinda@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В течение 2020–2023 гг. в Баренцевом, Карском, Восточно-Сибирском и Чукотском морях, а также в море Лаптевых, АО "Арктические Морские Инженерно-Геологические Экспедиции" (АМИГЭ) выполнен ряд проектов по стратиграфическому и пилотному бурению. Представлены характеристики технических средств, методика и основные результаты этих работ, описаны особенности горно-геологических условий.

Abstract. During 2020-2023 in the Barents, Kara, East Siberian, Chukchi, Laptev Sea, JSC "Arctic Marine Engineering-Geological Expeditions" (AMIGE) has completed stratigraphic and pilot drilling projects. There were present characteristics of facilities, methodology and main results of these works. There were described the features of mining and geological drilling conditions.

Ключевые слова: арктический шельф, морское бурение, морские скважины, горно-геологические условия, отбор керна, каротаж во время бурения, геологические осложнения

Key words: Arctic shelf, offshore drilling, offshore wells, geological drilling conditions, core sampling, logging while drilling, geological complications

В течение 2020–2023 гг. на арктическом шельфе были реализованы проекты морского пилотного и неглубокого стратиграфического бурения. Под морскими пилотными скважинами здесь понимаются вертикальные скважины, пройденные сплошным забоем в точках заложения проектируемых нефтегазовых скважин. Эти скважины бурились для получения данных, необходимых для оценки горно-геологических условий при проектировании нефтегазовых скважин. Неглубокие стратиграфические скважины бурятся с полным или поинтервальным отбором керна для определения литологии и свойств слоев, которые в перспективных районах залегают на значительно большей глубине.

Буровые работы проводились с борта научно-исследовательского судна "Бавенит" (судовладелец – АМИГЭ). Как морские пилотные, так и неглубокие стратиграфические скважины бурились без обсадки. Водоотделяющая и направляющая колонны не устанавливались.

Для получения геологической информации при пилотном бурении выполнялись каротажные измерения по технологии LWD (Logging While Drilling, т. е. каротаж в процессе проходки скважины). При этом производились гамма-каротаж, электроиндукционный каротаж, измерялись призабойная температура и режимные параметры бурения (давление и нагрузка на забое, скорость вращения и проходки, зенитный угол).

При стратиграфическом бурении каротаж производился в стволах пробуренных скважин с помощью измерений на оптоволоконных линиях. Измеряемые параметры – температура пород после тепловой выстойки скважин (термокаротаж) и скорости распространения упругих сейсмических волн (акустический каротаж).

Всего за период 2021–2022 гг. пилотное бурение было выполнено в Баренцевом и Карском морях в 10 точках заложения поисково-разведочных скважин при глубинах моря от 55 до 270 м. Общая глубина бурения пилотных скважин составила 3829 погонных метров из них в 2021 году 1912 п. м., в 2022 году – 1917 п. м. Наибольшее число скважин было выполнено в Карском море, за период 2021–2022 гг. здесь было пробурено 6 скважин, общей глубиной 3277 п. м.

За период 2020–2023 гг. было пробурено 27 стратиграфических скважин глубиной 22.5–500.0 м от дна при глубинах моря от 22.5 до 275.5 м. В северной части Карского моря было пробурено 10 скважин глубиной от 22.5 до 90.0 м (общая глубина 478 п. м), в Чукотском море 7 скважин глубиной от 176.0 до 452.5 м (общая глубина 1920 п. м), в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых (восточная часть) 10 скважин глубиной от 100.0 до 500.0 м (общая глубина 1921 п. м).

Геологические результаты стратиграфического бурения на шельфе Карского и Восточно-Сибирского морей опубликованы в работах [1; 2].

В результате проведенного стратиграфического бурения были установлены следующие особенности горно-геологических условий восточно-арктического шельфа [3; 4]: наличие высоконапорных глубинных элизионных вод, низкая степень литификации пород осадочного чехла и фундамента, интервалы сильнотрещиноватых пород. Эти явления приводили к потерям керна, прихватам бурильной колонны, зашламовыванию породоразрушающего инструмента и препятствовали спуску в скважины каротажных оптоволоконных линий. Установлена отрицательная температура пород в приповерхностном интервале до глубины 100 м и более. В верхней

части разреза здесь отмечаются достаточно многочисленные обломки твердых абразивных пород, вызывающих сверхнормативный износ породоразрушающего инструмента. Кроме того, при бурении одной из скважин на шельфе Восточно-Сибирского моря также были отмечены газопроявления, связанные с приповерхностными залежами подмерзлотного газа.

При пилотном бурении в толще нижнемеловых глинистых отложений Баренцева моря выделены интервалы песков и песчаников, способных интенсивно поглощать буровой раствор. Также установлено наличие интервалов пластичных высокоадгезивных глин. С этим связаны случаи потери циркуляции бурового раствора по причине образования глинистых сальников вокруг бурильной колонны.

Библиографический список

1. Малышев Н. А., Вержбицкий, В. Е. [и др.]. Стратиграфическое бурение на севере Карского моря: первый опыт реализации проекта и предварительные результаты // Геология и геофизика. 2023. Т. 64, № 3, С. 311–326. DOI: 10.15372/GiG2022131.
2. Петров О. В., Никишин А. М. [и др.]. Результаты стратиграфического бурения в Восточно-Сибирском море с целью геологического изучения зоны сочленения структур континентального шельфа и глубоководных акваторий Северного Ледовитого океана // Доклады РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 512, № 2. С. 100–110. DOI: 10.31857/S268673972360100X. EDN: MNCKHL
3. Тулапин А. В., Рокос С. И., Длугач А. Г. [и др.]. Гидрогеологический фактор и его возможное влияние на температурные измерения в скважинах (опыт термометрических исследований в акватории Восточно-Сибирского моря) // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2022. Вып. 9. С. 272–278.
4. Хомбак В. В., Куликов С. Н., Доронин С. И., Рокос С. И. Инженерно-геологическое, пилотное и стратиграфическое бурение на арктическом шельфе России с НИС "Бавенит" // Научно-практическая рабочая встреча "Состояние и перспективы ГРП на нефть и газ на континентальном шельфе Российской Федерации". СПб. : ВНИИОкеангеология, 2023. URL: <https://www.vniio.ru/Events/GRR2023/>.

Анализ расчета изгибающего момента, образующегося в обсадной колонне при ее спуске через водную толщу в ходе морского бурения

Коротаев Б. А., Костин Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра морского нефтегазового дела, korotaevba@mstu.edu.ru)

Аннотация. Выполнен анализ расчета изгибающего момента, образующегося в обсадной колонне при ее спуске через водную толщу в ходе морского бурения. Рекомендовано использование для этого расчета формулы Сарояна.

Abstract. The analysis of the calculation of the bending moment formed in the casing during its descent through the water column during offshore drilling is performed. It is recommended to use the Saroyan formula for this calculation.

Ключевые слова: обсадная колонна, динамические нагрузки, изгибающий момент, устье скважины

Key words: casing, dynamic loads, bending moment, wellhead

На точность удержания буровой установки над точкой бурения влияют кроме класса используемого оборудования внешние факторы – направление и сила ветра, течений, волнения. В зависимости от силы и сочетания этих факторов происходит постоянное смещение буровой установки с точки бурения, которое компенсируется системой динамического позиционирования. Тем не менее, всегда существует смещение буровой установки с точки бурения на большую или меньшую величину.

В общем случае на обсадную колонну действуют: растягивающая нагрузка от собственного веса Q , изгибающий момент от смещения судна Δ и от бортовой качки судна θ ; динамические нагрузки при посадке колонны в клиновидный захват Q_d и инерционные нагрузки, связанные с вертикальным колебанием судна, Q_i . Наибольшие нагрузки, действующие у устья на уровне поверхности акватории, определяют из выражений [1]:

$Q = q_1 L_1 + q_2 L_2$ (1)	$M = k \sqrt{EJP} \left[\frac{\Delta}{l_a} + \theta \right]$ (2)	$Q_d = \frac{EFv}{a} + \frac{FEWL}{a^2}$ (3)
-----------------------------	---	--

Тогда, как согласно [2] при бурении на акватории момент на устье для бурильной колонны рассчитывается (5):

$P = Q - 0.5ql$ (4)	$M = k_3 \sqrt{EJP} \left[\frac{\Delta}{l_a} + \theta + \frac{pl_a}{2P} \right]$ (5)	$M = M_1 + M_2 + M_3$ (6)
---------------------	---	---------------------------

Но при спуске обсадной колонны через водную толщу на нее также воздействуют ветровые волны и течения. И это воздействие может быть так значительно, что в ряде случаев на райзер ставят обтекатель. Таким образом, невозможно по [1] определить изгибающий момент обсадной колонны на устье скважины при сходе судна с точки бурения.

Смещение бурового судна относительно оси скважины, поворот судна, а также непосредственное влияние волн и течений на обсадную колонну приводят к возникновению в трубах, находящихся в водной толще, изгибающих моментов. Поэтому для расчета изгибающего момента обсадной колонны, возникающего при сходе судна с точки бурения, рекомендуется формула А.Е Сарояна [3]. Общая величина момента будет равна (6). Где M_1 – момент возникающих при горизонтальном смещении судна сточки спуска обсадной колонны; M_2 – момент, возникающий от бортовой качки судна; M_3 – изгибающий момент, возникающий от действия волн и течений. M_1 можно рассчитать по уравнению А. Е Сарояна. Расчет M_2 и M_3 производится по источнику [3]. Но также из (6) следует, что в нем нет самого процесса бурения, т. е изгибающего момента при вращении бурильной колонны в стволе скважины.

Постановка задачи и исходные данные

При решении рассматривалась обсадная колонна диаметром 168 мм с толщиной стенки 8.9 мм, глубина акватории 350 м. Горизонтальное усилие задавалось равным $N = 1000\text{Н}$; $P = 0$; $y_0 = 0$; $y_{41} = 0$; $h = 8.7$; $L = 350$;

$EJ \frac{d^3y}{dx^3} - (P + qx) \frac{dy}{dx} + N = 0$ (7)	$EJ \frac{d^2\varphi}{dx^2} - (P + qx)\varphi + N = 0$ (8)	$y = \int_0^x \varphi dx$ (9)
---	--	-------------------------------

Сведем данное уравнение (7) ко второму порядку (8). Решим уравнение (8) и затем проинтегрируем. Получим выражение зависимости прогиба обсадной колонны от глубины x . После интегрирования по (9) получим $y(x)$:

$$y = 11.1072 + 0.0052x - 0.0013x^2 + 0.00005x^3 - 0.0000013x^4 + 1.9446 \times 10^{-8}x^5 - 1.9407 \times 10^{-10}x^6 + 1.2991 \times 10^{-12}x^7 - 5.8591 \times 10^{-15}x^8 + 1.7537 \times 10^{-17}x^9 - 3.3329 \times 10^{-20}x^{10} + 3.6341 \times 10^{-23}x^{11} - 1.7278 \times 10^{-26}x^{12}$$

От $y(x)$ найдем вторую производную и вычислим изгибающий момент (10).

$M = -EJ \frac{d^2y}{dx^2}$ (10)	$\sigma = \frac{MD}{2J}$ (11)
----------------------------------	-------------------------------

Затем определим напряжение, возникающее при горизонтальном смещении обсадной колонны на устье (11). Результаты расчета приведены ниже.

Параметр	На устье	На дне моря
Изгибающий момент, Н м	25888.3	7559.5
Напряжение, МПа	133.7	40.2
Смещение судна, м	11.1	0

Условные обозначения к формулам (7–11):

Q – осевая нагрузка от собственного веса, кН;

q_1, q_2 – веса 1 м секций колонны, кН/м;

q – вес 1 метра колонны в морской воде, кН/м

L_1, L_2 – длины секций колонны, м;

l_a – глубина акватории, м;

E – модуль упругости стали, кН/м²;

J – момент инерции сечения, м⁴;

Θ – бортовая качка, рад;

a – скорость звука в металле, м/с;

v – скорость посадки колонны в клиновый захват, м/с;

w – ускорение колонны при посадке колонны в клиновый захват, м/с²;

F – площадь сечения колонны, м²;

P – осевая нагрузка, кН;

Δ – горизонтальное смещение судна, м;

k – коэффициент учитывающий жесткость крепления колонны при спуске, $0.75 \leq k \leq 1$.

Вывод. Для вычисления изгибающего момента на устье скважины при смещении обсадной колонны в горизонтальном направлении рекомендуется применять формулу А. Е Сарояна.

Библиографический список

1. Даниленко О. Д. [и др.]. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. М. : Нефтяник, 1997. 194 с.
2. Валов В. М. [и др.]. Инструкция по расчету бурильных колонн. М. : Изд-во ВНИИТ нефть, 1997. 156 с.
3. Сароян А. Е. Проектирование бурильных колонн. М. : Недра, 1971. 182 с.

Особенности геологического строения северной части Баренцевоморского региона

Кузнецов А. В., Костин Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра морского нефтегазового дела, *kuznetsovalvl@mstu.edu.ru, kostinda@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Изучено геологическое строение, определены структурные и литолого-фациальные особенности разреза осадочного чехла северной части Баренцевоморского нефтегазоносного бассейна.

Abstract. The geological structure, structural and lithological-facial features of the sedimentary cover section of the northern part of the Barents Sea oil and gas bearing basin were studied.

Ключевые слова: арктический шельф, геологическое строение, сейсморазведка
Key words: Arctic shelf, geological structure, seismic survey

На сегодняшний день этап региональных геолого-геофизических исследований Баренцевоморского региона можно считать завершенным, это связано с тем, что плотность покрытия сейсморазведочных работ превышает 0,2 пог. км/км². Основная часть съемки выполнена ОАО "Морская арктическая геологоразведочная экспедиция" (МАГЭ), в период с 2006 по 2013 годы. В полученные данные входит комплекс геофизических исследований сейсмическими косами МОВ ОГТ 2D, дифференциальная магниторазведка и гравиразведка в надводном варианте. Общий объем составил более 30 000 пог. км.

После обработки и интерпретации данных был создан глубинный структурно-тектонический каркас, который состоит из геолого-геофизических разрезов, структурных карт основных отражающих горизонтов и карт мощностей осадконакопления. Для изучения расположения потенциальных резервуаров и степени заполнения углеводородами выполнили тектоническое районирование, выделение и анализ формирования нефтегазоносных комплексов (НГК), а так же сейсмофациальное районирование.

Район исследований расположен в северной части Баренцева моря между арх. Шпицберген и арх. Новая Земля южнее арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ).

В геологическом разрезе выделяют два структурно-тектонических этажа: нижний и верхний. В строении нижнего этажа выделяется фунда-

мент, как гетерогенное основание осадочного чехла и ниже-среднепалеозойский сейсмогеологический комплекс. В строении верхнего структурно-тектонического этажа выделены сейсмогеологические комплексы, характеризующие средне-верхнепалеозойскую и мезозойскую историю развития осадочного бассейна: верхнедевонско-нижнепермский, средне-верхне-пермский, триасовый, юрский и меловой.

Основными структурно-тектоническими элементами изученного района по фундаменту являются Александровская зона поднятий на западе, Северо-Баренцевская синеклиза в центре, Альбановско-Горбовский порог на севере и Предновоземельская структурная область на востоке. В пределах Александровской зоны поднятий фундамент залегает на глубинах 3–6 км. В Северо-Баренцевской синеклизе фундамент по сейсмическим данным МОВ ОГТ не прослеживается, но материалы МПВ и моделирование с привлечением потенциальных полей показывает положение его кровли на глубинах порядка 17 км. По фундаменту Предновоземельской структурной области выделяется грабен-горстовая структура, в которой глубина залегания фундамента изменяется от 5,5 км до 17 км [2].

В строении верхнего структурно-тектонического этажа (осадочного чехла) в границах перечисленных выше структурных элементов фундамента выделяются тектонические структуры более высокого порядка: впадины и прогибы.

В осадочном чехле фиксируется три периода тектонической стабилизации и, соответственно, три седиментационных перерыва: среднедевонский (несогласие Ш₂), нижнеюрский (несогласие Б), постнеокомский (несогласие Г_n).

Характерным для всего Баренцевоморского бассейна является перерыв в осадконакоплении проходивший в среднем девоне. Этот перерыв так же встречается в Печорском море и прослеживается на сухопутную часть Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Перечисленные несогласия лучше всего видны в бортовых частях осадочного бассейна, на востоке это Предновоземельская структурная область, а на западе Александрийское поднятие. Из особенностей строения данного района отмечаем, что постнеокомский размыв Предновоземельской структуры проявил себя глубже нижнеюрского.

Сохранение режима прогибания в области Северо-Баренцевской синеклизы начиная с позднедевонского времени, несмотря на три периода

тектонической стабилизации, является характерной особенностью рассматриваемого осадочного бассейна. Следует также отметить, что глубина эрозии меловых отложений в раннекайнозойское время оценивается двумя км [3]. Другой отличительной особенностью Северо-Баренцевского осадочного бассейна является отсутствие гигантских и крупных локальных антиклинальных поднятий.

Основные перспективы нефтегазоносности изученного района северной части Баренцевоморского бассейна связаны с локальными антиклинальными поднятиями, выявленными на всех стратиграфических уровнях осадочного чехла. По данным интерпретации сейсмических материалов (бурение в районе отсутствует) возможные залежи углеводородов в палеозойских комплексах преимущественно нефтяные, в триасовых и юрских – газовые [1]. Наиболее интересными, с точки зрения достижения бурением, являются палеозойские отложения Предновоземельской структуры, обладающие косвенными признаками нефтегазоносности. Из не решенных задач остается вопрос – как повлиял киммерийский тектогинез на герметичность залежей.

Библиографический список

1. Шельфовые осадочные бассейны российской Арктики: геология, геоэкология, минерально-сырьевой потенциал // АО МАГЭ. Мурманск ; СПб. : "Реноме", 2020. С. 544.
2. Казанин Г. С., Заяц И. В., Шкарубо С. И., Павлов С. П. [и др.]. Региональные сейсморазведочные работы в арктических морях – основные результаты нового этапа и дальнейшие перспективы // Геология нефти и газа. 2011. № 6. С. 90–99.
3. Шипилов Э. В., Богданов Н. А., Хаин В. Е. Глубинная структура и тектонические преобразования Арктической окраины Евразии в фанерозое (Баренцево, Карское и Лаптевых моря). // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М. : ГЕОС, 2000. С. 605–608.

Разработка низкотоксичных буровых растворов на гелевой основе для морского бурения

Белухин А. И., Баршенина А. К., Кизима М. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра морского нефтегазового дела, belukhinai@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной работе проведены исследования в области создания буровых промывочных жидкостей на гелевой основе. В качестве основы для бурового раствора рассматривается альгинатный гель, который обладает приемлемыми реологическими параметрами для обеспечения эффективности процесса бурения скважин на Арктическом шельфе.

Abstract. In this work, research has been conducted in the field of creating gel-based drilling flushing fluids. Alginate gel is considered as the basis for drilling mud, which has acceptable rheological parameters to ensure the efficiency of the drilling process on the Arctic shelf.

Ключевые слова: альгинатный гель, буровые растворы, бурение на шельфе, арктический шельф

Key words: alginate gel, drilling fluids, offshore drilling, Arctic shelf

• В процессе строительства скважин на нефть и газ неотъемлемым рабочим агентом является буровая промывочная жидкость. Данная система выполняет большое количество важных функций, среди них создание необходимого противодавления на пласт, промывка призабойной зоны скважины, вынос измельченной разбуренной породы на поверхность и т. д. На сегодняшний день в нефтегазовой промышленности существует большое количество рецептов буровых растворов, имеющих самые различные реологические и физические параметры. При этом, в качестве основы для промывочной жидкости, могут применяться как техническая или минерализованная вода, так и различные углеводороды (например, газойль). При бурении на морских акваториях важно также соблюдать экологические нормы, поэтому крайне важно добиться того, чтобы полученный раствор имел способность к биоразложению в морской среде [1].

В связи с вышеуказанным, в рамках данной статьи рассматривается возможность создания экологически безопасного бурового раствора, приготовленного на основе экологически нейтральных компонентов. Кроме этого, данная система должна обладать приемлемыми физическими показателями, не уступающими растворам, применяемым на данный момент в

нефтегазовой промышленности. В связи с этим, были приготовлены и рассмотрены следующие буровые промывочные жидкости:

1. Буровая раствор Primosol HP с Приразломного нефтяного месторождения в Печорском море. Это инвертно-эмульсионный раствор на основе вакуумного газойля, носится к классу растворов на углеводородной основе. Взят в качестве эталона, с которым сравнивались показатели других буровых растворов [2].

2. Инвертно-эмульсионный раствор на основе растительного масла с добавлением гелеобразователя. В качестве гелеобразующего компонента был использован альгинат натрия – пищевая добавка E401 (таблица 1).

Таблица 1 – Компонентный состав исследуемого раствора

Компонент	Массовая доля, %
Масляная фаза	58,5
Водная фаза	38,5
Хлорид кальция CaCl_2	1
Альгинат натрия	1
Крахмал	1

После приготовления базовой вариации инвертно-эмульсионного раствора с альгинатом натрия были приготовлены системы с различным водомасляным показателем (соотношение "вода-масло" варьировалось в диапазоне от 20 до 80 % с шагом 20 %). У полученных буровых промывочных жидкостей были измерены их физические и реологические показатели (напряжения сдвига, пластическая вязкость, сопротивление напряжению сдвига). Измерения проводились при изменении температуры в диапазоне от 20 до 70 °С. После измерения реологических показателей были определены показатели водоотдачи каждого раствора. Результаты измерений представлены на рисунках 1–2 [3].

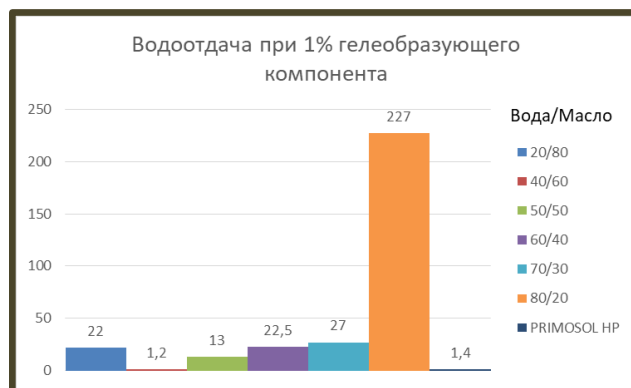


Рисунок 1 – Показатели водоотдачи полученных растворов и раствора с Приразломного нефтяного месторождения

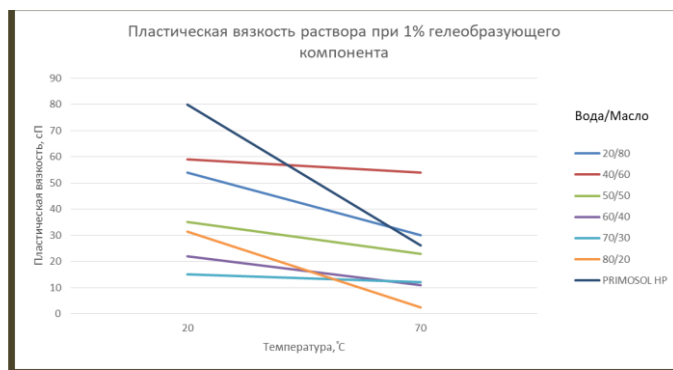


Рисунок 2 – Показатели пластической вязкости полученных растворов и раствора с Приразломного нефтяного месторождения

На основе полученных результатов исследований был сделан вывод о том, что пластическая вязкость исследуемых растворов соизмерима с показателями раствором, применяемых при бурении скважин. Повысить или понизить вязкость раствором можно дополнительно, используя вещества-стабилизаторы. Вязкость альгинатного геля можно изменить путем изменения концентрации альгината натрия в самом растворе. Вариабельность изменения показателей вязкости раствора позволяет обеспечить необходимую эквивалентную циркуляционную плотность бурового раствора и эффективность выноса бурового шлама.

Библиографический список

1. Баршенина А. К., Кизима М. А., Белухин А. И. Анализ возможности применения геля в качестве основы для буровых промывочных жидкостей // Актуальные проблемы недропользования : тез. докл. участников XIX Междунар. форума-конкурса студентов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 21–27 мая 2023 года / Санкт-Петербургский горный университет. Том 1. СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2023. С. 26–29.
2. Белухин А. И., Велиев, Р. Я., Щираков, А. О., Васеха, М. В. Оценка влияния растительных компонентов на физико-химические свойства бурового раствора // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. 2020. № 1.
3. Белухин А. И., Васеха М. В. Анализ влияния природных нетоксичных компонентов на физикохимические параметры буровой промывочной жидкости / Нефть и газ: технологии и инновации: материалы Национальной научно-практической конференции. В 3 томах. Том 1 /отв. ред. Н. В. Гумерова. Тюмень : ТИУ, 2020. 251 с.

**РАДИОФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА
И СВЯЗЬ В АРКТИКЕ**

К вопросу создания Трансарктического оператора связи

Быченков П. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники и связи, 33831@mail.ru)

Аннотация. Описаны перспективы создания Трансарктического оператора связи. Определены особенности организации связи в Арктике с учетом специфики различных видов связи.

Abstract. The prospects of creating a Transarctic telecom operator are described. The peculiarities of the organization of communication in the Arctic are determined, taking into account the specifics of various types of communication.

Ключевые слова: связь в Арктике, мобильная связь, спутниковая связь, профессиональные сети связи

Key words: communications in the Arctic, mobile communications, satellite communications, professional communication networks

Создание Трансарктического оператора связи обусловлено планом развития Северного морского пути на период до 2035 года, а именно, п. 5.2.6 Разработка концепции реализации проекта по созданию трансарктического оператора связи для формирования единой современной телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение цифровых решений и сервисов в Арктической зоне Российской Федерации, включая акваторию Северного морского пути и морские порты" [1].

В настоящий момент связь в Арктике организовывается децентрализованно, существуют различные операторы различных видов связи: спутниковой, мобильной, проводной, наземной радиосвязи. Польза от объединения всех возможных способов организации связи в Арктике в руках одного оператора может заключаться в упрощении доступа пользователей к услугам связи, снижения уровня цифрового неравенства, расширения зоны покрытия территории теми или иными услугами связи.

При этом, безусловно, имеются риски удорожания сервисов для пользователей. Ведь если раньше услуга, например, спутниковой связи, приобреталась непосредственно у владельца спутникового ресурса, то теперь может появиться дополнительное звено в цепочке доставки сервисов до абонента, за что последний может быть вынужден платить больше.

Концепция Трансарктического оператора связи разрабатывается рабочей группой, куда были включены представители бизнес-сообщества и государственные регуляторы [2]. Очевидно, что в развитии связи в Арктике могут быть заинтересованы операторы мобильной связи ("Большая четверка"), спутниковой (ФГУП "Космическая связь" и АО "Газпром космические системы"), фиксированной (ПАО "Ростелеком") и наземной радиосвязи. С другой стороны, потенциальный пул заказчиков связи в Арктике также довольно широк. Это, в первую очередь, населенные пункты АЗРФ в лице исполнительных органов власти, которым необходимо организовать доступ критических объектов инфраструктуры к широкополосным услугам связи. С учетом того, что кабель ВОЛС пока опоясывает не всю территории Арктики, еще существуют населенные пункты, для которых спутниковая связь является единственным способом организации доступа в сеть Интернет. В данной ситуации государственное регулирование тарифов на широкополосную связь для подключения, например, больниц и школ в таких городах, может оказаться необходимой мерой для устранения цифрового неравенства с учетом существующей в настоящий момент рыночной политики спутниковой связи в России. Это может быть одной из задач вновь создаваемого Трансарктического оператора связи.

Далее, предполагаемыми заказчиками услуг связи в Арктике могут являться крупные промышленные объекты, месторождения, добывающие и обрабатывающие предприятия. Для мобильных операторов связи это потенциальные площадки для организации профессиональных сетей связи современных стандартов, таких как PrivateLTE и 5G. Примерами таких сетей являются разворачиваемые в настоящий момент сеть на руднике "Скалистый", Заполярного филиала ПАО "ГМК Норильский никель" в г. Норильск, а также сеть АО "Ковдорский ГОК" (группа "ЕвроХим") на предприятии в г. Ковдор Мурманской области [3]. В данном направлении миссия Трансарктического оператора связи может заключаться в интеграции нескольких сетей для конечного пользователя: осуществление бесшовного перехода от внутрикорпоративной сети в другие сети связи, используемые в АЗРФ.

Отдельной специфической задачей будет являться обеспечение связию судов на трассе Северного морского пути (рисунок 1). Традиционное решение для судов по обеспечению широкополосной связью судов в виде технологии VSAT имеет здесь естественное ограничение из-за высоких

широт некоторых районов плавания судов, таких как пролив Вилькицкого-соединяющий Карское море с морем Лаптевых. Подобные районы недоступны для покрытия геостационарными спутниками.

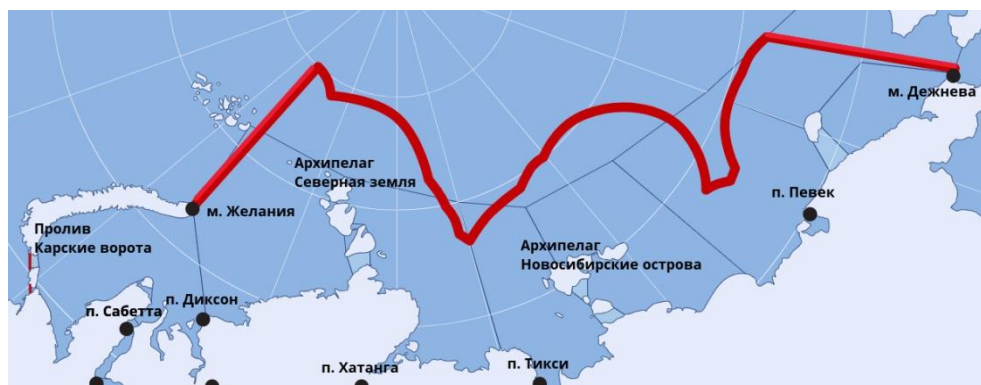


Рисунок 1 – Акватория Северного морского пути
(граница указана красным цветом)

Данная ситуация приводит к необходимости использования иностранных систем со спутниками на негеостационарных орбитах, например Иридиум. Работа по преодолению данной монополии может быть одной из задач создаваемого Трансарктического оператора связи.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации "Об утверждении плана развития Северного морского пути на период до 2035 г." от 01.08.2022 № 2115-р // Официальный сайт Правительства Российской Федерации.
2. Росатом рассчитывает утвердить в правительстве концепцию трансарктического оператора связи в ноябре 2023 года // ИАА "ПортНьюс". URL: <https://portnews.ru/news/353196/> (дата обращения: 15.11.2023).
3. Корпоративные сети Private LTE/5G в России и Казахстане 2023 // Группа компаний ComNews. URL: <https://www.comnews.ru/content/229764/2023-11-15/2023-w46/1180/korporativnye-seti-private-lte5g-rossii-i-kazakhstan-2023> (дата обращения: 15.11.2023).

Двумерное восстановление распределения электронной концентрации в ионосфере по данным систем навигационных спутников

Волков М. А., Гурин А. В. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники и связи, volkovma@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе предложена методика восстановления трехмерного распределения электронной ионосферной концентрации по данным, полученных со спутников навигационных систем Глонасс и GPS.

Abstract. The paper proposes a method for reconstructing the three-dimensional distribution of electron ionospheric concentration based on data obtained from satellites of the Glonass and GPS navigation systems.

Ключевые слова: ионосфера, томография, псевдодальность, электронная концентрация, GPS, Глонасс

Key words: ionosphere, tomography, pseudorange, electron density, GPS, Glonass

Введение

Измерение фазовых задержек сигналов, посылаемых со спутников, позволяют восстанавливать интегральное электронное содержание ионосферы вдоль луча радиоволны [1; 2]. Появление высокоорбитальных спутниковых систем GPS, GLONASS позволило с одной стороны проводить более глобальные исследования ионосферы, а с другой исследовать тонкую структуру ионосферы. В каждый момент времени в зоне радиовидимости приемника находится не менее 10–15 навигационных спутников GPS или GLONASS, посылающих каждую секунду радиосигналы с данными. Таким образом, каждую секунду наземная станция может получать информацию об интегральном содержании ионосферы вдоль 10–15 направлений, идущих от станции к спутникам. В работе используются данные одной из станций наземной сети приемников навигационных сигналов, расположенной в г. Мурманск. Станция приема оборудована приемником Махог-GGDT-112Т, позволяющая принимать сигналы всех навигационных систем. Для восстановления трехмерного профиля электронной концентрации в работе ограничились 10 спутниками GPS и Glonass.

Метод трехмерной реконструкции электронной концентрации

Интегральные величины не дают информацию о структуре ионосферы, поэтому необходимо решать обратную задачу, находить ядро интегрального уравнения. В отличие от томографии, применяемой, например в медицине, количество интегральных уравнений в нашем случае не так велико. В медицине исследуемый объект можно просветить со всех сторон, а в случае с высокоорбитальными спутниками только сверху вниз, хотя и под разными углами. Это накладывает ограничения на восстановления высотного профиля электронной концентрации, поэтому восстановленное распределение электронов будет двумерным, а высотный профиль задается модельно. Псевдотрехмерное распределение электронной концентрации $n(x, y, z)$ в окрестности станции наблюдения, ее координаты в топоцентрической системе координат равны $x=y=z=0$, задается разложение функции распределения в двумерный ряд Тейлора вблизи точки наблюдения включительно до третьего порядка:

$$n(x, y, z) = \left(1 - \left(\frac{z-z_0-h}{h}\right)^2\right) (c_1x^3 + c_2y^2x + c_3x^2y + c_4x^2 + c_5y^2 + c_6xy + c_7x + c_8y + c_9), \quad (1)$$

где c_i – неизвестные константы, которые определяются из решения обратной задачи. Зависимость от z значения не имеет, величина h не влияет на решение обратной задачи.

Интегрирование выражения (1) проводится вдоль траектории радиолуча от z_0 (высота нижней границы ионосферы) до z_0+2h (высота верхней границы ионосферы), h -полуширина слоя ионосферы:

$$TEC \cos \alpha = \int_{z_0}^{z_0+2h} n_{max} \left(1 - \left(\frac{z-z_0-h}{h}\right)^2\right) (c_1k_x^3z^3 + c_2k_y^2k_xz^3 + c_3k_x^2k_yz^3 + c_4k_x^2z^2 + c_5k_y^2z^2 + c_6k_xk_yz^2 + c_7k_xz + c_8k_yz + c_9), \quad (2)$$

где k_i – коэффициенты пропорциональности между x , y и z вдоль радиолуча, TEC - интегральное электронное содержание, α -угол между направлением радиолуча и осью z .

По фазовым данным для 10 спутников GPS и GLONASS для момента времени 2021.10.28.18-00 были вычислены TEC ионосферы и определены координаты спутников в топоцентрической системе координат. В результате получена система уравнений для определения неизвестных констант c_i для функции электронной концентрации $n(x, y, z)$.

Результаты восстановления электронной концентрации

На рисунке 1 показана видимость отобранных спутников GPS и GLONASS в точке наблюдения:

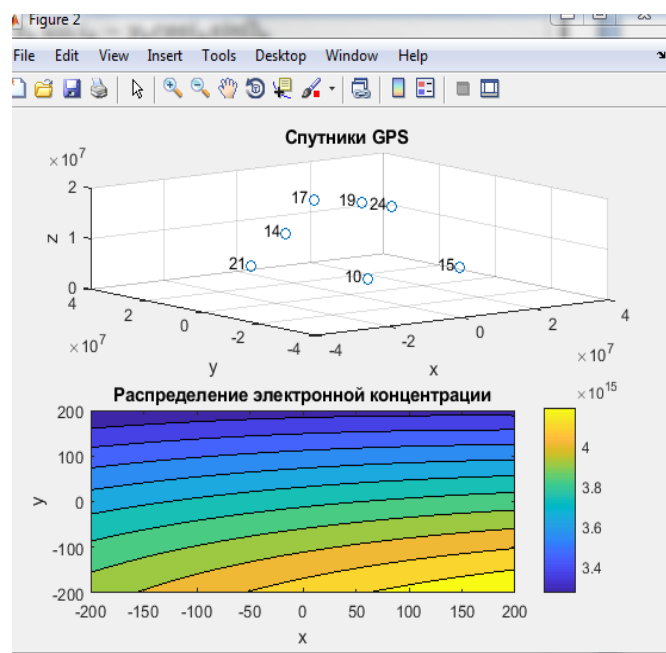


Рисунок 1 – Видимость спутников в точке наблюдения (верхний рис.).

Распределение электронной концентрации (нижний рисунок), координаты x, y даны в км

На нижнем рисунке 1 показано рассчитанное распределение электронной концентрации в плоскости x, y , в максимуме электронной концентрации. Максимальное значение концентрации достигает значения $4 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3}$. Ось x направлена на восток, ось y на север. Как видно из рисунка 1 южнее Мурманска определяется экваториальная граница ионосферного провала.

Выводы

В работе получено псевдотрехмерное распределение электронной концентрации в окрестности точки наблюдения. Характерный пространственный масштаб изменения концентрации, который позволяет выявить данный метод восстановления, составляет несколько десятков километров. В результате восстановления электронной концентрации обнаружена экваториальная граница главного ионосферного провала.

Библиографический список

1. Куницын В. Е., Терещенко Е. Д., Андреева Е. С. Радиотомография ионосферы. М. : Физматлит, 2007. 336 с.
2. Andreeva E. S., Anoshin B. A., Kunitsyn V. E., Leont'eva E. A. // Geomagnetism and Aeronomy. 2011. Vol. 51, N 6. P. 783.

Определение лучевых траекторий в неоднородной анизотропной ионосфере

Волков М. А., Гурин А. В. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники и связи, volkovma@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе разработан метод численного моделирования траекторий радиолучей, декаметрового диапазона распространяющихся через ионосферу. Учитывается влияние магнитного поля Земли, а также двумерная неоднородность электронной ионосферной концентрации в Арктической области.

Abstract. The method for numerical simulation of the trajectory of radio beams of the High Frequency range, propagating through the ionosphere, is developed in the paper. The influence of the Earth's magnetic field is taken into account, as well as the two-dimensional heterogeneity of the electron ionospheric concentration in the Arctic region are taken into account.

Ключевые слова: ионосфера, расчет лучевых траекторий, приближение геометрической оптики, обыкновенная волна, необыкновенная волна

Key words: ionosphere, calculation of ray trajectories, approximation of geometric optics, ordinary radio wave

В настоящей работе описывается подход к численному расчету траекторий радиолучей в Арктической области с учетом влияния на свободные электроны ионосферы магнитного поля Земли. Исследования в этом направлении предприняты многими авторами. В работе [2] дан расчет траектории радиолучей без учета ионосферной анизотропии. В работах [3–7] описываются подходы по определению траектории волн в анизотропных средах, примером которой и является неоднородная замагниченная плазма, имеющая место в ионосфере в условиях Арктики.

Уравнение эйконала [1] для радиолуча в ионосферной плазме случае ортогональной системы координат записывается как

$$H = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{h_i} p_i \right)^2 - n^2(q_i) \right] \quad (1)$$

Под величинами q_i и p_i обычно понимают обобщенные координаты и импульсы, а $H(p_i, q_i)$ – гамильтониан системы.

В геометрической оптике лучом принято называть пространственную проекцию $q_i = q_i(\tau)$, являющейся характеристикой уравнения эйконала.

В сферической системе координат

$$h_r = 1, h_\theta = r, h_\varphi = r \sin(\theta), q_1 = r, q_2 = \theta, q_3 = \varphi.$$

$$\frac{dr}{d\tau} = \tilde{p}_r, \quad \frac{d\theta}{d\tau} = \tilde{p}_\theta, \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{\tilde{p}_\varphi}{r \sin \theta}, \quad (2)$$

$$\frac{d\tilde{p}_r}{d\tau} = n \frac{\partial n}{\partial r} + \frac{1}{r} \tilde{p}_\theta^2 + \frac{1}{r} \tilde{p}_\varphi^2, \quad (3)$$

$$\frac{d\tilde{p}_\theta}{d\tau} = \frac{1}{r} \left(n \frac{\partial n}{\partial \theta} - \tilde{p}_r \tilde{p}_\theta + \operatorname{ctg} \theta \cdot \tilde{p}_\varphi^2 \right), \quad (4)$$

$$\frac{d\tilde{p}_\varphi}{d\tau} = \frac{1}{r \sin \theta} \left(n \frac{\partial n}{\partial \varphi} - \sin \theta \tilde{p}_r \tilde{p}_\varphi - \cos \theta \cdot \tilde{p}_\theta \tilde{p}_\varphi \right), \quad (5)$$

где $\tilde{p}_r^2 + \tilde{p}_\theta^2 + \tilde{p}_\varphi^2 = n^2$.

Для анизотропной плазмы показатель преломления зависит от угла между направлением луча и вектора магнитного поля Земли, то есть от компонент p_i .

$$\frac{dr}{d\tau} = \tilde{p}_r - \frac{\partial n^2}{\partial \xi} \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2) \cdot \frac{\alpha_1 \cdot n^2 - \tilde{p}_r \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2)}{n^2} \quad (6)$$

Для полярных координат справедливо следующее: $h_1 = 1, h_2 = r, h_3 = r \sin(\theta), q_1 = r, q_2 = \theta, q_3 = \varphi$.

$$\frac{dr}{d\tau} = \tilde{p}_r - \frac{\partial n^2}{\partial \xi} \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2) \cdot \frac{\alpha_1 \cdot n^2 - \tilde{p}_r \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2)}{n^2}, \quad (7)$$

$$\frac{d\theta}{d\tau} = \frac{1}{r} \left(\tilde{p}_\theta - \frac{\partial n^2}{\partial \xi} \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2) \cdot \frac{\alpha_2 \cdot n^2 - \tilde{p}_\theta \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2)}{n^2} \right), \quad (8)$$

$$\frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{1}{r \sin \theta} \left(\tilde{p}_\varphi - \frac{\partial n^2}{\partial \xi} \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2) \cdot \frac{\alpha_3 \cdot n^2 - \tilde{p}_\varphi \cdot (\tilde{p}_r \alpha_1 + \tilde{p}_\theta \alpha_2)}{n^2} \right), \quad (9)$$

где α_1, α_2 – направляющие орты вектора магнитного поля в системе геомагнитных координат, зависимостью магнитного поля от широты можно пренебречь.

Для определения n^2 можно воспользоваться уравнение Эпплтона – Хартри [2].

Совместное решение уравнений (3), (4), (5), (7), (8), (9) позволяет отыскать траекторию луча в неоднородной и анизотропной ионосферной плазме в полярной трехмерной системе геомагнитных координат.

В заключение отметим, что магнитного поле Земли приводит к его разделению и сложному искривлению его траектории, а предложенная выше методика позволяет произвести расчет искомого движения радиолучей с учетом влияния магнитного поля Земли с любым наперед заданным пространственным распределением электронной концентрации.

Библиографический список

1. Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И. Геометрическая оптика неоднородных сред. М. : Наука, 1980. С. 304.
2. Волков М. А. Гурин А. В. Расчет траекторий распространения декаметровых радиоволн в ионосфере с использованием приближения геометрической оптики // Наука и образование–2021 : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1 декабря 2021 г. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2022. Загл. с титул. экрана. Текст : электронный
3. Лукин Д. С., Палкин Е. А. Теоретическое и экспериментальное исследование распространения декаметровых радиоволн. 1976. С. 149.
4. Сажин В. Компьютерное моделирование распространения радиоволн в регулярной ионосфере: учеб. пособие. Т. 77. 2010.
5. Budden K. G. The Propagation of Radio Waves: The Theory of Radio Waves of Low Power in the Ionosphere and Magnetosphere. Cambridge University Press, 1988. URL: <https://books.google.ru/books?id=j0UHJpuEUqIC>.
6. Jones R. M., Stephenson J. J. A versatile three — dimensional ray tracing computer program for radiowaves in the ionosphere. OT Report, 75–76, US Department of Commerce, Office of Telecommunication, US Government Printing Office, Washington, USA, 1975.
7. Coleman C. J. Point-to-point ionospheric ray tracing by a direct variational method // Radio Science. 2011 Т. 46, № 5RS5016. DOI: 10.1029/2011RS004748.

Комбинированная радиотелевизионная антенна

Милкин В. И., Гурин А. В., Шульженко А. Е. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники и связи, Milkinvi@mstu.edu.ru)

Аннотация. В данной работе рассматривается возможность практической реализации комбинированной телевизионной и радиовещательной антенн для их одновременного подключения к телевизору и радиоприемнику.

Abstract. In this paper, the possibility of practical implementation of combined television and radio broadcasting antennas for their simultaneous connection to a TV and radio receiver is considered.

Ключевые слова: радиоантенна, телевизионная антенна

Key words: radio antenna, TV antenna

Что такое телевизор, мобильник или даже радиоприемник известно каждому с малых лет, а с взрослением люди узнают, что для их работы, особенно с удалением от городов, необходимы антенны. Причем в отличие от городских квартир и офисов, где ныне все без проблем "раздает" подключенный к городскому Интернету по соединительному кабелю (компьютеры, телевизоры и т. п.), или через беспроводный Wi-Fi (смартфоны, планшеты, ноутбуки и т. п.) специальный микрокомпьютер роутер, то в зависимости от удаления за городом антенны нужно выбирать.

При выборе антенн учитывают их коэффициент усиления, т.к. чем дальше от точки приема телецентр или радиостанция, то этот параметр антенн должен также увеличиваться. При этом на телеантенну в отличие от видеоконтента прием радиопередач осложняется ввиду другого параметра антенн, как поляризационное соответствие, т.к. у телевизионных сигналов в основном горизонтальная поляризация, а у радиосигналов – вертикальная.

Поэтому, с учетом вышеизложенных подходов предлагается комбинированная радиотелевизионная антенна для одновременного подключения, как к телевизору, так и к радиоприемнику. Реализация такого устройства, с учетом теоретических предпосылок, вполне возможна. Для реализации технического решения предлагается использовать широко распространенные логопериодические антенны с трубчатыми собирательными линиями для коммутации коаксиальным кабелем. А далее, на этот же кабель, при его снижении у выхода логопериодической антенны, одевается чулок дополнительной коаксиальной оплетки на внешнюю изоляцию дли-

ной $0,25\lambda_{\text{раб}}$. используемого радиодиапазона, при этом в месте у выхода логопериодической антенны производится снятие по периметру в виде щели внешнего изолирующего слоя с коаксиального кабеля и припайка по периметру дополнительной оплетки. Благодаря этому реализуется устройство не стандартной полуволновой коаксиальной антенны вертикальной поляризации для приема радиопередач. Телевизионному приему, ввиду частотного разнеса, такая коммутация не мешает, а в месте подключения кабеля снижения к телевизору устанавливается типовой разветвитель для подключения телевизора и радиоприемника.

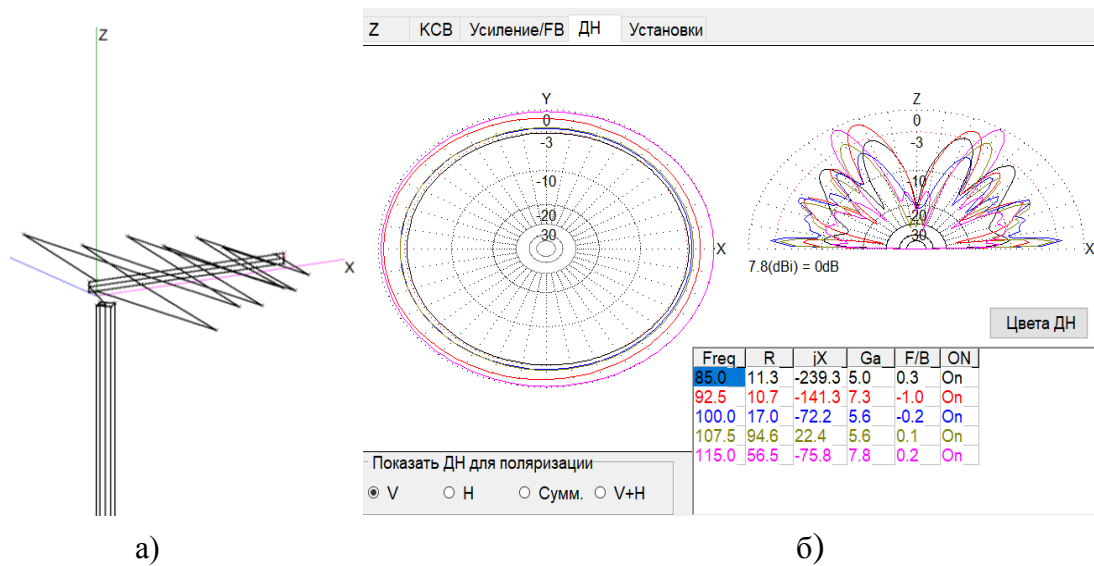


Рисунок 1 – Компьютерная модель разработанной антенны:
а) эскиз антенны, б) диаграмма направленности

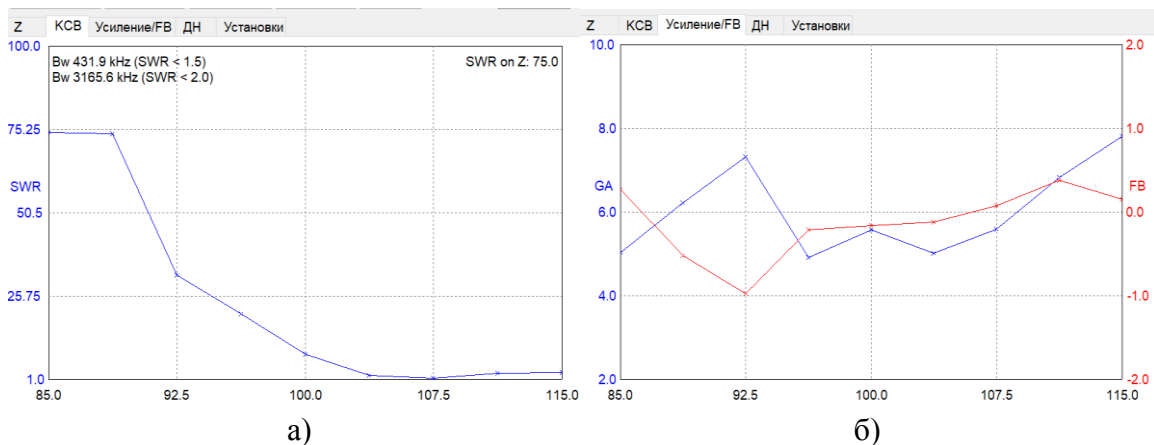


Рисунок 2 – Параметры разработанной антенны:
а) коэффициент стоячей волны, б) коэффициент усиления

На рисунке 1 (а) показана компьютерная модель предлагаемой антенны, на рисунке 1 (б) ее диаграммы направленности в горизонтальной

и вертикальной плоскости, а на рисунке 2 (а) и рисунке 2 (б) ее электрические характеристики на графиках: коэффициент стоячей волны (КСВ) и коэффициенты усиления (КУ) и защитного действия (ЗД) в широком диапазоне частот. Причем на графике КСВ выделены величины полос рабочих участков с минимальными значениями КСВ, где антенна может работать и как передающая.

Прикладная версия показана на рисунке 3 (а), а результаты тестирования, подтверждающие, результаты электронного моделирования, на рисунке 3 (б).

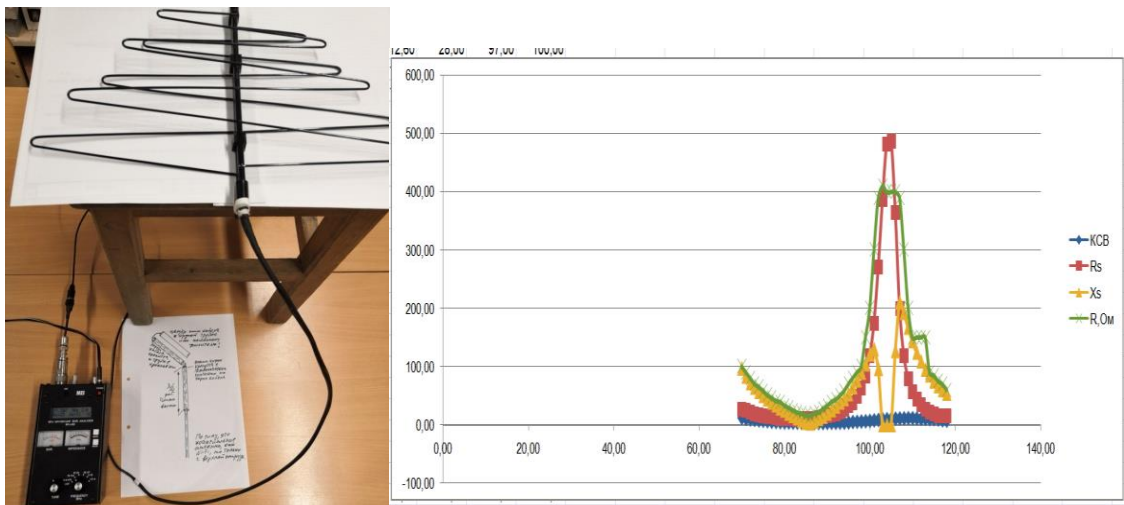


Рисунок 3 – Прикладная реализация разработанной антенны:
а) макет антенны, б) результаты испытания (КСВ, R_s , X_s , R)

Таким образом, разработанное техническое решение комбинированной радиотелевизионной антенны на базе компьютерного моделирования и реализации прикладной версии с подтверждающими результатами, подпадает под условия для регистрации интеллектуального продукта.

Диапазонная антенна для спутниковой системы "Гонец"

Милкин В. И.¹, Полежаев В. С.², Шутьженко А. Е.¹ (г. Мурманск,
¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра
радиотехники и связи, MilkinVi@mstu.edu.ru, shulzhenkoae@mstu.edu.ru,
²ООО "Победит", polezhaev.2014@yandex.ru)

Аннотация. Разработано прикладное усовершенствование технических характеристик антенны спутниковой системы связи Гонец для использования на морских судах.

Abstract. An applied improvement of the technical characteristics of the antenna of the Messenger satellite communication system for use on ships has been developed.

Ключевые слова: ССС "Гонец"

Key words: SSS "Gonets"

Вопросы арктической тематики непрерывны, и это становится все острее и острее, т.к. если посмотреть на карту полезных ископаемых, особенно углеводородов, и зависть других государств, пытающихся различными способами иметь к ним доступ. В связи с всеобщим потеплением и не только, например новыми военными очагами, Арктика становится привлекательной не только для России, в особенности Северный морской путь, простирающийся вдоль побережья России. В том числе и по тому, что его протяженность более чем в 2 раза короче традиционных морских направлений. Однако, для обеспечения безопасности мореплавания существует Глобальная морская система связи (ГМССБ), в которой основной системой связи является ССС "ИНМАРСАТ".

В свете военных конфликтов и постоянным введением санкций против России, использование ССС "ИНМАРСАТ" может иметь вероятностный характер. Поэтому возникает острая необходимость использования отечественных ССС, среди которых наиболее доступной и с опытом эксплуатации является система "Гонец".

Как и любая ССС, Гонец имеет орбитальную группировку, наземную инфраструктуру и абонентскую сеть. В принципе основным предназначением ССС является обеспечение беспроводной связью мобильных или оторванных от стационарных наземных сетей связи абонентов. Изначально Гонец не предназначался для установки на морские суда. Его используют тысячи подвижных объектов, таких как автомобили, а также, например,

обеспечивает выборы удаленных пунктов в тундре и тайге. Не так давно для большей мобильности был разработан абонентский терминал в виде кейса.

Примером востребованности ССС Гонец для морского флота может служить информация, опубликованная в Морских вестях России пресс-службой Росрыболовства: "Контроль за работой рыбопромыслового флота полностью перейдет на отечественную систему "Гонец": с 1 сентября 2024 планируется ограничить использование иностранной системы "Инмарсат" в составе ТСК на судах для передачи данных в отраслевую систему мониторинга" [1].

При использовании на морских судах антенное устройство обязательно устанавливается на площадку и при настройке еще и выбирают место, т.к. окружение металлическими конструкциями влияет на работу антенных устройств. И если в береговых условиях такое размещение является нормальным, то на судах эта площадка превращается в тарелку для сбора влаги, причем повышенной солености, которая при всех попытках герметизации попадает внутрь, и выводит из строя антенное устройство, рисунок 1 [2].



Рисунок 1 – Антенна спутниковой системы связи Гонец

В качестве оригинального изменения электрической схемы с устранением недостатков, связанных с попаданием соленой агрессивной влаги внутрь герметизирующего корпуса, предлагается осуществить доступную доработку, как для производства новых антенн, так и модернизации существующего парка антенных устройств. Техническое решение включает устройство электрического противовеса специальной формы. В ходе исследования такой возможности было осуществлено несколько десятков версий компьютерного моделирования в программе MANNA (рисунок 2 (а)), чтобы найти оптимальный вариант (рисунок 2 (б)).

На предложенное техническое решение получен патент на полезную модель, а усовершенствованная промышленная версия проходит испыта-

ния на рыболовном судне, после пилотных испытаний в лаборатории кафедры "РТиС".

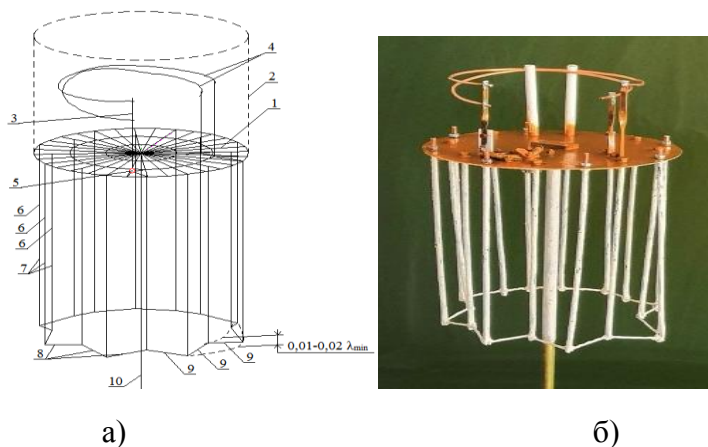


Рисунок 2 – Разрабатываемая антенные системы Гонец:
а) компьютерная модель антенны, б) натуральный макет антенны

Подтверждение эффективности представлено на рисунке 3, где из характеризующих параметров видно по КСВ, показывающих наибольшее согласование антенны с кабелем снижения и абонентским терминалом и коэффициенту усиления.

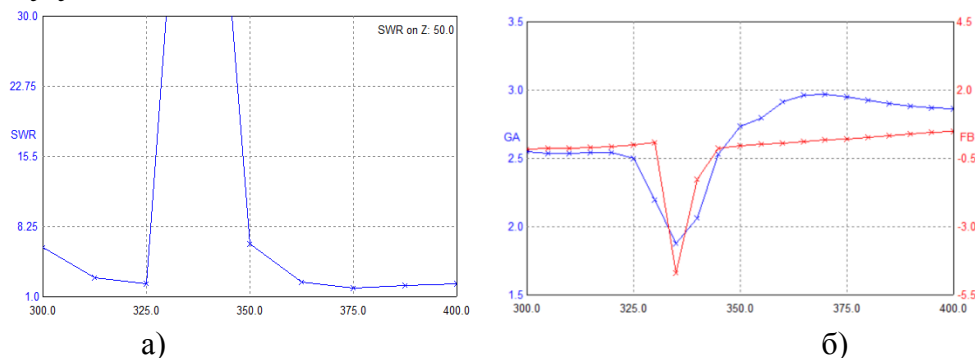


Рисунок 3 – Параметры антенны:
а) коэффициент стоячей волны (КСВ), б) коэффициент усиления (КУ)

Библиографический список

1. Использование системы "Инмарсат" на рыболовных судах РФ ограничат // Морские вести России. 2024 URL: <https://morvesti.ru/news/1679/102278/> (дата обращения: 10.01.2024).
2. Рыбакам надо активнее устанавливать российское оборудование: работа по переходу на отечественную систему контроля судов идет планоно // Федеральное агентство по рыболовству. 2024. URL: <https://fish.gov.ru/news/2023/04/24/rybakam-nado-aktivnee-ustanavlivat-rossijskoe-oborudovanie-rabota-po-perehodu-na-otechestvennuyu-sistemu-kontrolya-sudov-idet-planovo/> (дата обращения 10.01.2024).

Повышение эффективности освещения подводной обстановки с помощью мультикоптеров

Милкин В. И., Шульженко А. Е, Давлетова Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ
ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники
и связи, MilkinVI@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения БПЛА мультикоптерного типа для постановки гидроакустических буйев.

Abstract. The article considers the possibility of using a multicopter-type UAV for setting up sonar buoys.

Ключевые слова: подводная обстановка, гидроакустический буй, мультикоптер

Key words: underwater environment, sonar buoy, multicopter

В соответствии со Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности, крайней важной темой является освещение подводной обстановки, т.к. протяженность морских границ, причем большая часть приходится на Арктику, в России составляет более 38 000 километров. При этом в условия обостряющейся военно-политической обстановки значительная часть неприятельских государств интересуется прочностью защиты России, в том числе и не только в морских пограничных зонах и они интересуются не только рельефом морского дна для безопасности мореплавания. В свою очередь основным способом освещения подводной обстановки и обнаружения подводных объектов был и остается гидроакустический.

Например, летом 2023 года в некотором отдалении от российского арктического побережья вблизи российской экономической зоны прошёл тяжёлый ледокол американской Береговой охраны "Nealy" с двумя вертолётами на борту. Зарубежные СМИ констатировали, что "Nealy" выполнял установку "гражданского" гидроакустического оборудования, а точнее, официально (заменял) установил 45 гидроакустических буйев именно для освещения подводной обстановки [1].

По дальности действия акустическая аппаратура превосходит магнитометрическую и другие виды сенсорных устройств, что и предопределяет

ее применение для анализа и освещения подводной обстановки. Надводные корабли и плавсредства, находящиеся в открытом море для обеспечения безопасности используют подкильные и опускаемые гидроакустические антенны локационных станций обнаружения подводных объектов. Для увеличения дальности освещения подводной обстановки военные корабли и специальные суда используют протяженные буксируемые антенные фазированные решетки. Однако в целях оперативности обнаружения подводных объектов с расширением контролируемой зоны предпочтение отдается авиационным гидроакустическим буям, сбрасываемых с вертолетов и самолетов. Им присущи непрерывность наблюдения за обстановкой и комплексное использование данных сразу от нескольких обнаружителей [2].

Например, на вооружение ВС Украины принята радиогидроакустическая система "Ятрань", позволяющая за минимальное время создать сеть из сенсоров, сбрасываемых с вертолетов на парашютах буюв, которые полностью охватывают большую акваторию [3].

В свою очередь, ввиду взрывного развития мультикоптеров, есть необходимость использовать и их для постановки буюв, причем, наподобие беспилотников-камикадзе, но "долгоиграющих", то есть разовых, как и классические авиационные, но вместо парашютов использовать винтокрылы. При этом их не нужно сбрасывать с авиационных носителей, т.к. они сами найдут запрограммированное для них место, взлетая с любого объекта, будь то корабль или береговое сооружение. Авторами предлагается для повышения эффективности освещения подводной обстановки запатентованное техническое решение, показанное на рисунке 1 [4], где:

- 1 – корабль освещения подводной обстановки;
- 2, 3 и 4 – адаптированными мультикоптерами, АГАС;
- 5 – бортовая гидроакустическая станция;
- 6 – опускаемая гидроакустическая протяженная буксируемая приемопередающая антенна;
- 7 – подводный объект.

Версия реализации разработки подробно раскрыта в описании изобретения.

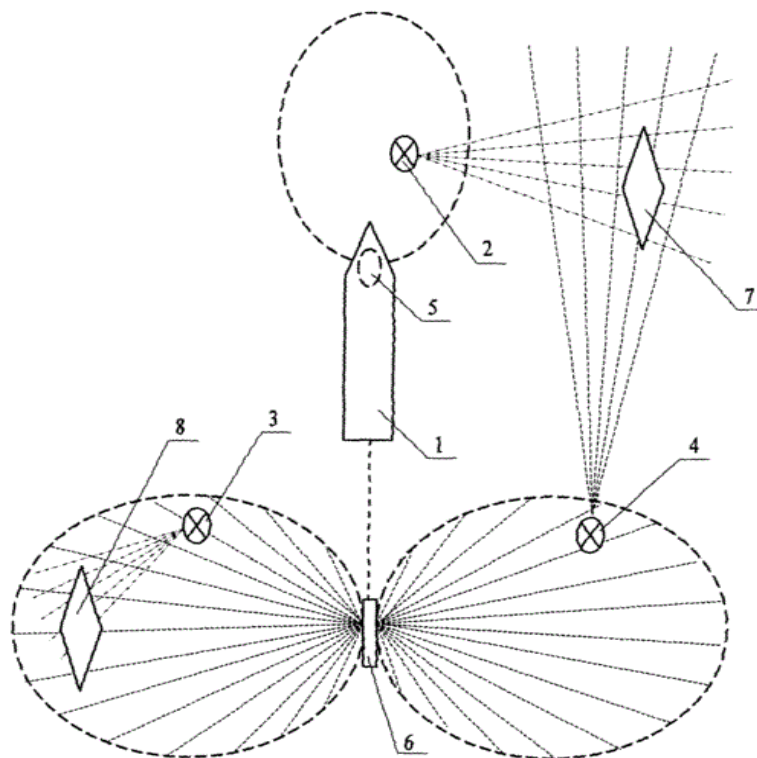


Рисунок 1 – Способ освещения подводной обстановки

Библиографический список

1. Business Insider: попытка нагнать Россию – США отправили в Арктику последний действующий ледокол // RT на русском. 2024. URL: <https://russian.rt.com/inotv/2020-11-11/Business-Insider-popitka-nagnat-Rossiy> (дата обращения 12.01.2024).
2. Хвоць В. А. Тактика подводных лодок. М. : Воениздат, 1989. 264 с.
3. Радиогидроакустическая система "Ятрань". Контроль перемещения кораблей и подводных лодок // Наука и техника. 2024. URL: <https://naukatehnika.com/radiogidroakusticheskaya-sistema-yatran.html> (дата обращения 12.01.2024).
4. Патент 2803404 Российская федерация, МПК G01S 15/00 (2006.01). СПК G01S 15/00 (2023.05) Корабль освещения подводной обстановки : N 2022128565 : заявл. 02.11.2022 : опубликовано 12.09.2023 / Милкин А. В., Милкин В. В., Шульженко А. В., Давлетова Д. А. ; заявитель ФГАОУ ВО "МГТУ". 4 с.

Использование ПО с открытым исходным кодом для работы с программируемыми приемо-передающими устройствами

Шульженко А. Е., Давлетова Д. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра радиотехники и связи, shulzhenkoae@mstu.edu.ru)

Аннотация. Рассматривается вопрос возможности использования программного обеспечения для реализации собственных блоков формирования и обработки сигналов с применением программно-конфигурируемого радио.

Abstract. The issue of the possibility of using software to implement its own signal generation and processing units using a software-configurable radio is being considered.

Ключевые слова: программное обеспечение, программируемые приемо-передающие устройства, python, согласованный фильтр

Key words: software, programmable transceivers, python, matched filter

Внедрение в современную технику связи программируемых радиоэлектронных устройств находит все больше применение: начиная с операторов мобильной связи, где необходимо быстро и гибко внедрять новые стандарты связи с минимальным изменением аппаратной части, в области науки, а также широкое применение находят в военной технике (радиоразведка и радиоэлектронная борьба), где необходимо иметь как можно больший радиодиапазон для мониторинга.

На данный момент для работы с программируемыми радиоэлектронными средствами есть большое количество специализированного программного обеспечения преимущественно зарубежного исполнения, которые в свою очередь либо распространяются по платной лицензии, либо после 2022 г. не сотрудничают с РФ.

По этой причине возникает задача поиска оптимального ПО с открытым исходным кодом, которое реализует основные функции платных программ, имеет развитое сообщество разработчиков и дает возможность реализовать собственные библиотеки и программные блоки для работы с программируемыми приемо-передающими устройствами.

Одной из таких программ является ПО GNURadio, оно имеет развитое сообщество разработчиков, написано с использованием языков высокого уровня python и C/C++ и поддерживает большое количество программируемых устройств таких как NI USRP, SOAPY SDR, RTL SDR и др.

Для разработки собственных блоков обработки и формирования сигналов в ПО GNU Radio используется программный блок "Embedded Python Block" позволяющий реализовать обработку данных с использованием языка программирования Python [3].

В качестве возможности разработки собственного блока для обработки сигналов рассматривалась возможность реализации согласованного фильтра для сигнала с BPSK модуляцией с модуляцией фазы по закону последовательности Баркера. Для этого сообщение переводится в UNICOD код, с последующим преобразованием в бинарную последовательность и кодированием 1 и 0 последовательностью Баркера [1; 4].

Согласованный фильтр реализует процесс обработки принятого сигнала с выделением максимума сигнала, представляющего максимум корреляционной функции всего сигнала.

На рисунке 1 представлен потоковый граф, разработанный в ПО GNU Radio с внедренными блоками реализующими формирование сигнала BPSK сигнала и блок согласованного фильтра для его последующей обработки после приема [2; 3].

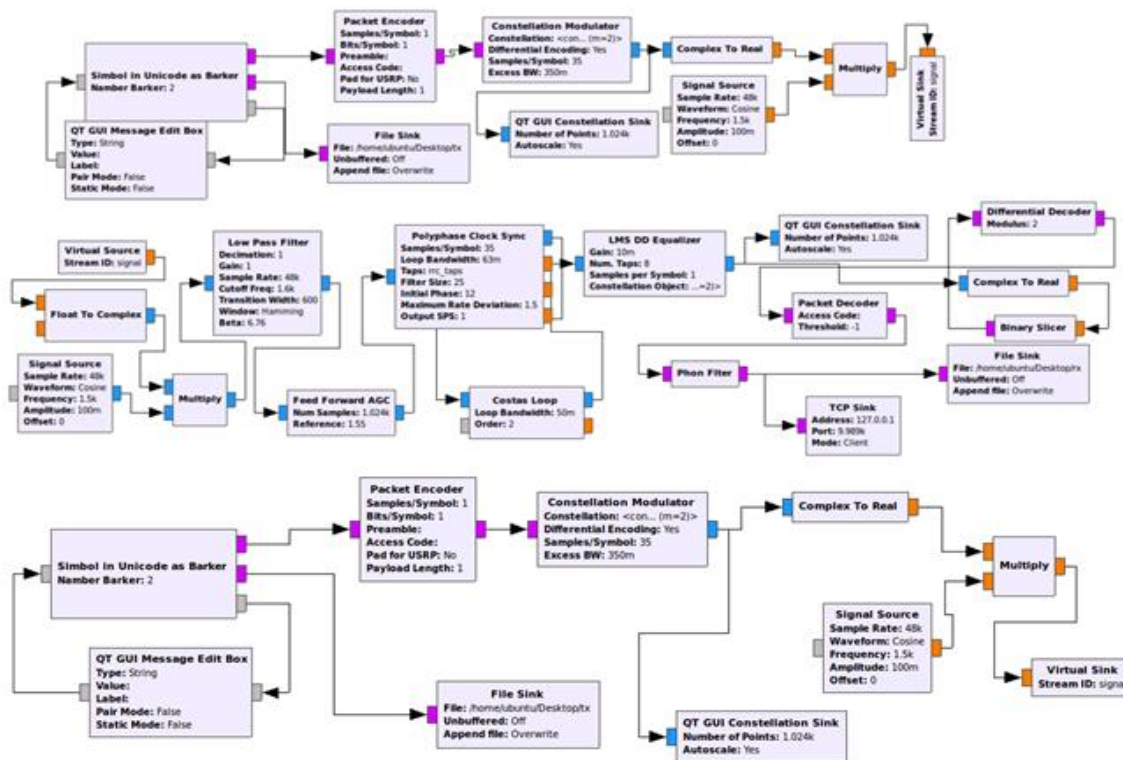


Рисунок 1 – Поточный граф GNU Radio с встроенным блоком обработки сигнала

Результат работы потокового графа представлен на рисунке 2. В результате работы потокового графа можно сделать вывод, что использование ПО с открытым исходным кодом GNU Radio не уступает в функциональной части известным ПО таким как Matlab и LabVIEW, возможность разрабатывать собственные блок позволяет отказаться от платных библиотек.

В заключении отметим, что помимо использования графического программирования в GNU Radio, есть возможность использовать языки Python и C/C++ для реализации управляющих функций программируемых приемопередающих устройств, что позволяет отойти от больших и плохо читаемых графических схем потоковых графов (рисунок 1).

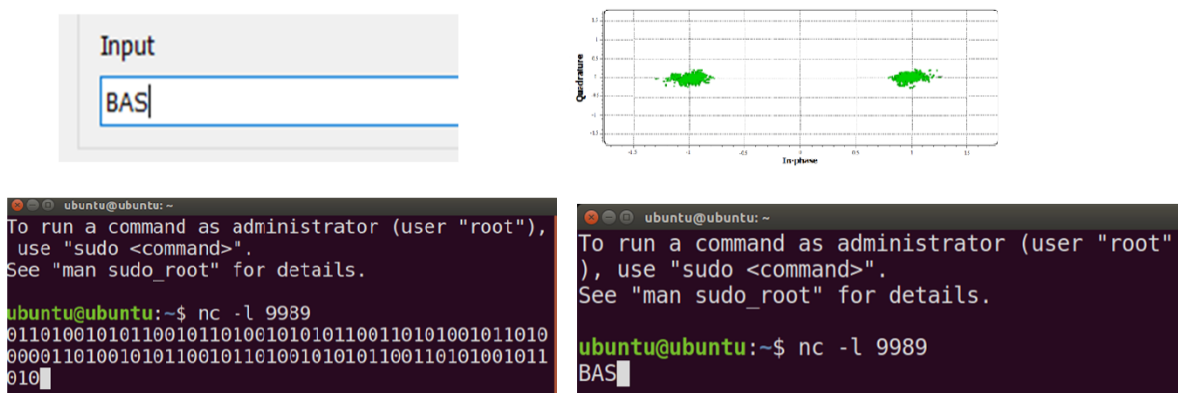


Рисунок 2 – Результат работы разработанного потокового графа

Библиографический список

- 1 Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. М. : Радио и связь, 1985. 384 с.
- 2 Фокин Г. А. Технологии программно-конфигурируемого радио : учеб. пособие для вузов. М. : Горячая линия – Телеком, 2021. 316 с.
- 3 GNU Radio – The free & open Source radio ecosystem. URL: <https://gnuradio.org> (дата обращения 25.12.23).
- 4 Умняшкин С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов : учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М. : Техносфера, 2012. 368 с.

**СУДОСТРОЕНИЕ – ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ – РЕМОНТ СУДОВ**

Анализ преимуществ и проблем внедрения концепции BIM в судостроительную и судоремонтную отрасли

Зефиоров И. Е. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовых энергетических установок и судоремонта, zefirovie@yandex.ru)

Аннотация. В связи с определенными ограничениями систем CAD, препятствующих развитию процессов проектирования в судостроительной и судоремонтной отраслях в статье рассматриваются преимущества внедрения концепции BIM при строительстве, модернизации и эксплуатации судов, а также проблемы, с которыми придется столкнуться в ходе реализации идеи.

Abstract. Due to certain limitations of CAD systems that hinder the development of design processes in the shipbuilding and ship repair industries, the article discusses the advantages of introducing the BIM concept in the construction, modernization and operation of ships, as well as the problems that will have to be encountered during the implementation of the idea.

Ключевые слова: проектирование, автоматизация, цифровые технологии, сокращение выбросов вредных веществ с судов, арктические условия

Key words: design, automation, digital technologies, reduction of emissions of harmful substances from ships, Arctic conditions

Технология Building Information Modeling (BIM) играет важную роль в секторе АЕС (Architecture, Engineering and Construction) благодаря признанию своей эффективности в таких направлениях, как проектирование, строительство, эксплуатация и обслуживание. На данном этапе ее развития до сих пор нет однозначного ответа является ли BIM эволюцией или революцией систем CAD (Computer Aided Design). Но интерес к технологии продолжает неуклонно расти. К BIM начали проявлять свою заинтересованность такие отрасли как машиностроение, судостроение и судоремонт.

Не стоит полагать, что BIM, это какое-то программное обеспечение или просто красивая 3D модель с фотореалистичной визуализацией, а процесс, способный полностью изменить работу судостроительного и судоремонтного предприятий. Внедрение концепции позволит участникам проекта, используя свои 3D модели осуществлять обмен информацией в режиме реального времени, находить коллизии, объединяя открытые данные с собственными, что ускорит строительство, модернизацию и ремонт судна.

Среди огромного количества информации, описывающую идеи технологии BIM необходимо понимать, что это не модель, которая создается людьми, это деятельность, которая ими осуществляется.

Интеграция BIM с BEM (Building Energy Modeling) позволит принести значительную пользу при энергетическом проектировании и модернизации. А в связи с еще более строгими ограничениями, связанными с предотвращением выбросов загрязняющих веществ с судов, установленными Международной морской организацией (ИМО) позволит оптимизировать энергоэффективность судна и утилизацию отработанной тепловой энергии, улучшая при этом экономические показатели, что подтверждается новым тематическим исследованием [1], где при предложенном новом подходе к моделированию удалось избежать значительных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, таких как углекислый газ CO₂, оксиды азота NO_x и оксиды серы SO_x и достигнуть экономии в 33 ГВтч/год, что соответствует 2,9 тыс. тонн топлива. Также, задавшись вопросами экологии и экономики, авторы статьи из Норвежского университета науки и технологии [2] оптимизировали систему рекуперации отходящего тепла круизного лайнера, работающего в скандинавском климате, сократив использование вспомогательных котлов на 16 %. Если принять во внимание, тот факт, что судам, работающим в арктических условиях, приходится сталкиваться с резкими перепадами температур, испытывая при этом большие тепловые потери, моделирование энергетических процессов с помощью интеграции системы BIM с BEM позволит значительно сократить выбросы и экономические затраты.

На ранних этапах придется пройти тяжелый путь сбора информации, используя архивные данные, сканирование, фотографии, а в дальнейшем обеспечить быструю и эффективную передачу компонентов в BIM. До сих пор остаются проблемы, связанные с базами данных на основе API (Application Programming Interface) и облачными решениями. Они требуют высоких цифровых компетенций [3].

Для улучшения коммуникации необходимы такие инструменты программного обеспечения, как EDMS (Electronic Document Management System), CDE (Common Data Environment) и т.д. для пространственной координации и коммуникации. Чем теснее сотрудничество, тем лучше результат. Но при работе в CDE с поставщиками, субподрядчиками, консультантами и пр. при обмене полностью цифровыми данными встает вопрос о безопасной их передаче. Для этой цели необходимо создавать фе-

деративную безопасную инфраструктуру данных и обеспечить Российский цифровой суверенитет. Современные цифровые технологии, такие как искусственный интеллект и машинное обучение могут помочь устранить существующие ограничения BIM, а технология блокчейн поможет безопасно отслеживать неизменность передаваемых данных между участниками проекта. Совместное использование технологий BIM, интернета вещей (IoT) и технологии виртуальной реальности (VR) было применено на строящемся объекте в Китае [4], значительно повысив безопасность строительства.

Но основным препятствием для внедрения BIM, как не странно, являются не технологии, а старые рабочие процессы, устаревшие бизнес-модели и консервативные взгляды [5]. Помимо владения самими технологиями BIM существует необходимость в критическом мышлении, внимательность к современным решениям и инновациям, быть готовым к быстрому изменению условий окружающей среды, а также уметь взаимодействовать и работать в многопрофильной команде. Неопытность специалистов может стать причиной неэффективного проектирования и реализации концепции. Поэтому главным этапом на протяжении всего жизненного цикла проекта должно являться качественное обучение BIM-ориентированных практиков.

Библиографический список

1. Buonomano A., Del Papa G., Giuzio G.F., Maka R., Palombo A. Advancing sustainability in the maritime sector: energy design and optimization of large ships through information modelling and dynamic simulation // *Applied Thermal Engineering*. 2023. Vol. 235. DIO: 10.1016/j.applthermaleng.2023.121359.
2. Brækken A., Gabriellii C., Natasa Nord N. Energy use and energy efficiency in cruise ship hotel systems in a Nordic climate // *Energy Conversion and Management*. 2023. Vol. 288. DIO: 10.1016/j.enconman.2023.117121.
3. Afsari K., Eastman C., Shelden D. Building Information Modeling data interoperability for Cloud- based collaboration: Limitations and opportunities // *International Journal of Architectural Computing*. 2017. Vol. 15. P. 187–202. DOI: 10.1177/1478077117731174.
4. Yang T. Current status and future development trend of BIM technology in China // *Highlights in Science Engineering and Technology*. 2023. Vol. 68. P. 247–251. DIO: 10.54097/hset.v68i.12076.
5. Kiviniemi A. The effects of integrated BIM in processes and business models, *Distributed Intelligence in Design*, Wiley Blackwell, Chichester, UK. DIO: 10.1002/9781444392395.ch9.

Цифровизация в метрологии

Кумова Ж. В.¹, Баева Л. С.¹, Петрова Н. Е.¹, Кумов М. Г.^{1,2}

(г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",

²"Мурманский морской рыбопромышленный колледж имени И. И. Месяцева")

Аннотация. Рассмотрен инновационный подход в обеспечении учебного процесса базовых дисциплин современными обновленными учебно-методическими материалами на основе использования профессиональных баз данных, справочных систем сети "Интернет".

Abstract. An innovative approach is considered in providing the educational process of basic disciplines with modern updated educational and methodological materials based on the use of professional databases, Internet reference systems.

Ключевые слова: информационные технологии, единство измерений, цифровая метрология, средство измерения, метрологическая надежность

Key words: information technologies, unity of measurements, digital metrology, measuring instrument, metrological reliability

Одним из важных аспектов правового регулирования цифровой среды является обеспечение ускоренного развития отрасли информационных технологий (ИТ-отрасль) согласно национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации"⁴⁷, которая активно реализуется в России в настоящее время на период до 2030 года.

Политика в области качества судостроительных и судоремонтных предприятий ориентирована на молодых и высококвалифицированных специалистов, профессионализм которых основывается на знаниях, заложенных системой вузовского образования. Решение сложных задач нового уровня производства позволяет усовершенствовать технологические инновационные процессы изготовления деталей, изделий особого назначения при выполнении сборочных, монтажных операций корпусных конструкций судов и монтажа судовых технических средств.

Качество обучения требует инновационного подхода в обеспечении учебного процесса базовых дисциплин современными обновленными учебными и учебно-методическими материалами и лабораторным обо-

⁴⁷ Постановление О ходе реализации национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации". Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации. – 2022

дованием. Необходимо оснащать лабораторную базу измерительными комплексами при изучении и освоении таких дисциплин, как "Метрология, стандартизация, сертификация и технические измерения", "Современные перспективные материалы морской техники" (в частности, для направления подготовки обучающихся группы 26.00.00 Техника и технология кораблестроения и водного транспорта; по научной специальности 2.5.19 Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства). Это предполагает использование методов и средств цифровой метрологии, то есть нужны базовые знания и умение программировать. Например, интеллектуальные средства измерения (настройка, калибровка) при выполнении виртуальных лабораторных работ.

Программная система поддержки учебного процесса "Вероятностная оценка запаса метрологической надежности средств измерений линейных размеров" дает возможность определения оценки исправности средств измерений (СИ) с помощью критерия, названного "запасом метрологической надежности" (ЗМН).

При достижении необходимого уровня точности измерения ЗМН является наиболее оптимальным методом, потому что рассматривая измерительные системы, сталкиваемся с систематическими и случайными видами погрешностей, и в том случае, когда величины этих погрешностей являются минимальными, результат измерения будет наиболее точным [1].

Таким образом, можно быстро и в кратчайшие сроки предотвратить метрологический отказ СИ при его эксплуатации между текущей и последующей поверкой с заданной вероятностью. Что также может служить базой для дальнейшей поверки учебных СИ разного принципа действия и назначения, проводя измерения линейных размеров. При этом осуществляется визуализация метода оценки качества СИ и допустимой достоверности полученных метрологических характеристик [2].

В результате получения большого массива данных возникает потребность в необходимости разработки и использования программного обеспечения при многократных измерениях. Измерительная информация для получения информационных потоков требует проведения анализа и оптимизации, что позволяет постоянно улучшать систему менеджмента качества в технологиях измерения (различных физических явлений, технологических процессов и др.).

Важным результатом исследований может стать теоретически и экспериментально обоснованная модель измерения интеллектуального СИ (настройка, калибровка, поверка).

Подготовка инженерных кадров предъявляет высокие требования к инженеру как специалисту, не только знающему и владеющему навыками исследования, но и включающими применение информационных технологий в сфере производственной деятельности.

Федеральные государственные организации, осуществляющие подготовку кадров в интересах государства, обеспечивают формирование у будущих специалистов соответствующих умений и навыков при использовании электронной информационно-образовательной среды, современных профессиональных баз данных (цифровых баз данных), справочных систем, в компьютерной технике, подключенной к сети "Интернет".

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программам обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик, выбирать или самостоятельно формулировать проблему и тему исследования, составлять программу исследования, выбирать методы. Дальнейший алгоритм подразумевает умение анализировать, интерпретировать, оценивать и представлять результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.

Цифровые технологии, применяемые в отрасли судостроения и морской техники позволяют точно и грамотно оформлять документацию для защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на ее объекты.

Библиографический список

1. Сенатов В. В. Центральная предельная теорема. Точность аппроксимации и асимптотические разложения : монография. М. : Эдиториал УРСС, 2010. 88 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Вероятностная оценка запаса метрологической надежности средств измерений линейных размеров / Кумова Ж. В., Петрова Н. Е., Ефремов Л. В., Баева Л. С.; заявитель и правообладатель ФГБОУВПО Мурман. гос. техн. ун-т ; № 2015616989 ; заявл. 01.12.2014 ; опубл. 26.06.2015, Заяв. № 2014662303.

Актуальные вопросы по борьбе с обледенением морских автономных надводных судов в условиях Арктики

Павлов А. Н., Петрова Н. Е. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский Арктический университет", кафедра судовых энергетических установок судоремонта, pavlovan@mstu.edu.ru)

Аннотация. Одной из актуальных проблем эксплуатации морских автономных надводных судов (далее – МАНС) в условиях Арктики является обледенение. В статье приведен обзор основных методов борьбы с обледенением и возможности их применения на МАНС.

Abstract. One of the pressing problems in the operation of maritime autonomous surface ship (MASS) in Arctic conditions is icing. The article provides an overview of the main methods of the fight against icing and the possibility of their use on the MASS.

Ключевые слова: морское автономное надводное судно, МАНС, обледенение, Арктика, Северный морской путь

Key words: maritime autonomous surface ship, MASS, icing, Arctic, Northern Sea Route

Морская отрасль в настоящее время переживает революционные изменения из-за растущего развития передовых автономных технологий, ведущих к появлению морских автономных надводных судов (далее – МАНС). МАНС – беспилотные суда, способные работать автономно без необходимости присутствия на борту экипажа. С применением МАНС возможно выполнять широкий круг задач, включая транспортировку грузов, поисково-спасательные работы, океанографические исследования. В ближайшем будущем мы увидим, как МАНС будут доставлять грузы и выполнять другие задачи в акватории Северного морского пути.

Одним из факторов риска для МАНС будет являться обледенение, которое будет негативно влиять на работоспособность судовых технических средств и остойчивость судна, что может привести к гибели судна.

Согласно Полярного кодекса⁴⁸ суда, предназначенные для эксплуатации в районах, где можно ожидать обледенения, должны быть:

1) спроектированы таким образом, чтобы сводить обледенение к минимуму;

⁴⁸ Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс) / International Maritime Organization – 2015

2) снабжены средствами для удаления льда, например, электрическими и пневматическими устройствами и/или специальными инструментами, такими как топоры или деревянные молотки для удаления льда с фальшборта, лееров и надстроек.

Для решения проблемы обледенения судов проведено большое количество исследований, но вместе с тем есть вопросы, нуждающиеся в доработке, особенно, в применимости к МАНС.

Для борьбы с обледенением необходимо осуществить подбор систем и средств, которые будут обеспечивать своевременное удаление льда с верхней палубы, мачт, лееров, рангоута и такелажа или предотвратят образование льда на их поверхностях. Ниже рассмотрены ряд таких систем и средств.

Антосик И. А. [1] с соавторами предлагает использовать цистерну с подогретой забортной водой, подавая ее в пожарный рукав или в систему распыления на верхней палубе. Недостатками данного способа являются ограниченное количество подогретой воды и невозможность его применения для удаления льда с оборудования надстройки и палубных механизмов.

С. Ю. Носаль [2] с соавтором для повышения эффективности борьбы с обледенением судна предлагает установку саморегулирующегося кабеля. Данный кабель можно установить в районе ходовых огней, тифона и светосигнальных устройств судна. В основе саморегулирующегося кабеля лежит набор саморегулирующихся проводящих матриц – полупроводниковых греющих элементов из полимера на углеродной основе. Недостаток этого метода: кабелем нельзя быстро обогреть (оттаять) тот или иной участок корпуса, стартовое энергопотребление является достаточно высоким (50 Ватт на один погонный метр).

Помимо активных методов против обледенения возможно также рассмотреть пассивные методы, такие как применение специальных полимерных покрытий или лакокрасочных материалов для корпусных конструкций.

Корягин С. И. [3] с соавторами считает, что необходимо подобрать материал, уменьшающий адгезию льда к поверхностям судна, например, изготовление судовых конструкций из композитных элементов или применение полимерных покрытий.

Дринберг А. С. [4] с соавторами предлагает применение противообледенительных лакокрасочных покрытий с пониженной адгезией ко льду. Установлено, что наиболее эффективными противообледенительными по-

крытиями являются ЛКМ на основе кремнийорганики и фторполимеров, имеющие адгезию ко льду 4–6 МПа. Недостатком данного метода является проведение испытаний не во всех температурных режимах и при отсутствии воздействия морской воды и ветра.

МАНС является мировым пилотным проектом, для реализации которого применение имеющихся технологий в судостроении может быть недостаточным. Поэтому возможно использование технологий и методов из смежных отраслей.

Солдатенков А. Е. [5] предлагает использовать вибрационно-резонансные механические системы и индукционно-ударные системы, которые применяются в авиационной промышленности.

Цзяньлун Ма [6] с соавторами рассматривает ультразвуковой метод удаления льда с поверхности лопасти ветряных турбин. При помощи элементов, устанавливаемых на внутренней поверхности лопасти, создавалась ультразвуковая вибрация. Эмпирическим путем ученые вычислили частоту, при которой противообледенительный эффект максимальный.

Ни один из рассмотренных методов, в настоящее время, не может полностью исключать участие экипажа судна в борьбе с обледенением. В том числе, необходимо вручную с помощью пешней и киянок проводить околку антенн, радаров, мачт, рангоута, такелажа, судовых устройств на верхней палубе.

Вопрос обледенения МАНС остается малоизученным. Выработка методов против обледенения МАНС должна быть комплексной, включая:

- 1) разработка архитектуры судна с наименьшей заливаемостью;
- 2) выбор корпусных материалов и ЛКМ с наименьшей адгезией ко льду;
- 3) выбор средств и систем для удаления льда с верхней палубы;
- 4) размещение палубных устройств и механизмов в закрытых помещениях.

Библиографический список

1. Антосик И. А., Горпинченко М. Л., Чемакина Т. Л. Система борьбы с обледенением на морских судах // Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений : сб. ст. по материалам XIII студ. межвуз. науч.-техн. конф., Севастополь, 12–14 апреля 2018 года / Севастопольский государственный университет. Севастополь : Федеральное

- государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2018. С. 37–45.
2. Носаль С. Ю. Перспективные методы борьбы с обледенением судов / С. Ю. Носаль, А. П. Белаш // Наука, образование, инновации: пути развития : Материалы Седьмой всероссийской научно-практической конференции, Петропавловск-Камчатский, 24–26 мая 2016 года / отв. за выпуск О. А. Белов. Петропавловск-Камчатский : Камчатского государственного технического университета, 2016. С. 155–156.
 3. Корягин С. И., Шарков О. В., Великанов Н. Л. Влияние полимерных покрытий на обледенение судовых конструкций // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 1-1(51). С. 18–22.
 4. Дринберг А. С., Тарасова И. Н., Недведский Г. Р. Лакокрасочные материалы с пониженной адгезией ко льду // Лакокрасочные материалы и их применение. 2021. № 3. С. 16–18.
 5. Солдатенков А. Е. Обледенение судов и борьба с ним // Мореходство и морские науки. 2011. № 3. С. 280.
 6. Ma J., Shen H., Guo W. Experimental study on the ultrasonic de-icing method of wind turbine blades // IntechOpen. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.113305>

Вихретоковый метод диагностики как инструмент оперативного контроля состояния рабочих поверхностей оборудования и систем в условиях шельфа Арктики

Романов С. Ф. (г. Мурманск, ФГАОУ "Мурманский арктический университет", кафедра судовых энергетических установок и судоремонта, romanov_stas@mail.ru)

Аннотация. В статье приведены результаты исследования эффективности применения вихретокового метода диагностики состояния рабочих поверхностей восстановленных деталей в условиях шельфа Арктики.

Abstract. The article presents the results of researching of effectiveness using of eddy current method for diagnostic the condition of operating surfaces of restoring parts in condition of the Arctic region.

Ключевые слова: вихретоковый метод диагностики, восстановление работоспособности деталей, арктический регион, диагностика оборудования

Key words: eddy current method of diagnostic, part's restoring, Arctic region, diagnostic equipment

Арктика – это не только ресурсная база, с колоссальными запасами полезных ископаемых, включающих углеводороды, она была, есть и будет "полигоном" для инновационного развития экономики Российской Федерации, в частности, в интересах топливно-энергетического сектора. [1, с. 31]

Шельфовые проекты неразрывно связаны с применением дорогостоящего и, зачастую, уникального оборудования, по своим характеристикам отличающегося от того, что используется на суше. Эксплуатация в условиях открытой палубы, контакт металлических поверхностей с агрессивными средами (тампонажные растворы, кислоты) и воздействие вибрационных и динамических нагрузок, ускоряют износ агрегатного парка. [2, с. 216]

Для соблюдения всех требований с учетом возможного возникновения внештатных ситуаций судовладелец обязан подготовить производственный объект, обеспечив его автономность, подразумевающую как наличие запасов, так и подбор персонала с точки зрения компетентности в области обслуживания и ремонта оборудования, позволяющего минимизировать риски, связанные с возможным возникновением аварийных ситуаций, способных привести к экологической катастрофе, травмам и гибели персонала.

Целью проведения ремонтных работ является восстановление работоспособности деталей при наиболее полном использовании остаточного ресурса. В современных условиях удельный вес восстановленных деталей от общего числа используемых составляет примерно 10 % и это значение постепенно увеличивается. [3, с. 31]

Технологические процессы сварки и наплавки занимают ведущее место среди методов ремонта и восстановления деталей, их суммарный объем составляет около 70 %. В последнее время инженеры-технологи ремонтных производств стали активнее внедрять полимеры в качестве ремонтных составов для изношенных деталей машин. [3, с. 31–32]

Применение технологии восстановления деталей на производстве требует внедрения оперативных инструментов контроля, позволяющих проводить оценку остаточного ресурса детали и прогнозировать время до следующей остановки оборудования с целью проведения ремонтных работ.

Метод вихретокового контроля, наравне с ультразвуковым и рентгеновскопическим, занимает важное место среди технологий дефектоскопии и основан на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя и контролируемого объекта (рисунок 1) [4, с. 240]. Вихревые токи концентрируются на поверхности исследуемого материала, увеличивая чувствительность обнаружения в этой зоне. [5, с. 27].

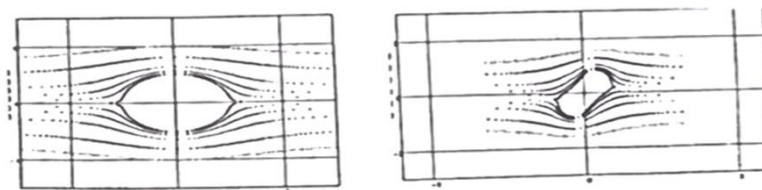


Рисунок 1 – Траектории вихревого тока в области расположения отверстия и продольно развивающейся трещины

В основе метода лежит зависимость интенсивности и распределения вихревых токов в объеме контроля от его геометрических, электромагнитных параметров и от взаимного положения измерительного преобразователя и объекта контроля. [5, с. 169] Одним из главных преимуществ данного метода является отсутствие необходимости прямого контакта с поверхностью объекта контроля, что позволяет проводить дефектоскопию без разрушения защитных покрытий. Помимо этого, безопасен для персонала, позволяет проводить технологические операции с высокой скоростью, обладает высокой степенью чувствительности к разнообразным поверхностным дефектам [6, с. 27].

В настоящее время особое место в неразрушающем контроле занимают исследования в области дефектоскопии слоистых металлополимерных композиций, представляющих собой послойный набор диэлектрик-металл-диэлектрик. Дефектоскопия слоистых композитов применяется для нахождения нарушений сплошности металлического слоя, контроля количества и толщины слоев или анализа поверхностного металлического слоя [4, с.240–241].

Конструкция преобразователей подбирается и легко варьируется в зависимости от типа и свойств контролируемого объекта. Повышение точности диагностики при помощи вихревых токов, увеличение достоверности измерений и надежности можно достичь за счет повышения автоматизации процесса. Перспективным направлением внедрения данного подхода является применение технологии виртуальных приборов. Наибольшей достоверностью обладают многочастотные вихретоковые измерения, завершающиеся построением и анализом годографов системы "датчик-контролируемый образец". Процесс автоматизации подразумевает подключение прибора или передачу данных онлайн, что позволяет оценивать состояние контролируемого объекта в режиме реального времени. [7, с. 23] В настоящее время на рынке представлены дефектоскопы отечественного производства, позволяющие реализовать принцип импорт замещения в отечественной промышленности (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вихретоковый дефектоскоп ВЕКТОР-20

На основании вышеприведенной информации, автор статьи пришел к выводу относительно пригодности данного метода в качестве инструмента оперативного контроля состояния восстановленных рабочих поверхностей деталей и необходимости более широкого внедрения технологий вихретокового контроля при реализации шельфовых проектов. Данная мера позволит снизить процент отказа оборудования и расширить номенклатуру деталей подлежащих восстановлению в условиях производства,

за счет расширения возможностей проведения анализа выполненных технологических операций, возможности прогнозирования срока службы и остаточного ресурса отремонтированных деталей.

Библиографический список

1. Моргунова А. Энергетические инновации в условиях Арктики // Энергетическая политика. 2021. 4(158). С. 30–43. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_4158_30.
2. Воронова Н. В. Внедрение нанотехнологий при проведении ремонта нефтепромыслового и глубинно-насосного оборудования в ОАО "ТАТ-НЕФТЬ" // Вестник Казанского технологического университета. 2012. 9(14). С. 216–223.
3. Кравцова Е. А., Феськов, С. А. Применение тонкослойных полимерных материалов при изготовлении и восстановлении деталей машин // Frontier Materials&Technologies. 2015. 4. С. 31–36. DOI: 10.18323/2073-5073-2015-4-31-36.
4. Дмитриев С. Ф. [и др.]. Вихретоковые преобразователи для исследований переходов металл-диэлектрик // Известия Алтайского государственного университета. 2014. 1–2. С. 240–243. DOI 10.14258/izvasu(2014)1.1–53.
5. Дмитриев С. Ф. [и др.] Вихретоковый преобразователь для контроля дефектов в композитных материалах металл-диэлектрик-металл // Известия Алтайского государственного университета. 2014. 1–2. С. 168–171. DOI 10.14258/izvasu(2014)1.2–28
6. Белянков В. Ю. Анализ различных конструктивных вариантов накладного вихретокового преобразователя дефектоскопа // Вестник науки Сибири. 2014. 3(13). С. 27–40.
7. Грачева Я. И. [и др.] Автоматизированный вычислительно-измерительный комплекс для многочастотной вихретоковой диагностики металлических материалов // Вестник Алтайского государственного университета. 2017. 4(96). С. 22–26. DOI 10.14258/izvasu(2017)4-03.

Применение системы компьютерного зрения при определении осадки судна

Петров А. Л. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра судовых энергетических установок и судоремонта, petroval@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Исследована перспектива применения системы компьютерного зрения при определении осадки судна для эффективного управления флотом.

Abstract. The prospect of using a computer vision system in determining the draft of a vessel for effective fleet management was investigated.

Ключевые слова: осадка судна, компьютерное зрение, эксплуатация судна, автоматизация

Key words: ship draft, computer vision, ship operation, automation

Системы компьютерного зрения являются все более популярными и востребованными среди различных отраслей промышленности. Одной из тех областей, где применение компьютерного зрения может быть особенно полезным, является определение осадки судна при эксплуатации флота [1; 2].

Определение осадки судна является важным элементом безопасной навигации. Наличие большой осадки и потенциальная возможность судна сесть на мель может привести к неблагоприятным последствиям, таким как повреждение корпуса, ухудшение маневренности судна или даже затопление.

Традиционно, определение осадки судна осуществлялось с помощью осадкомеров – устройств, предназначенных для измерения глубины. Однако, эти устройства имеют свои недостатки: например, они требуют постоянного контакта с дном, что не всегда возможно в случае с мелководными или скрытыми рифами. Кроме того, осадкомеры могут быть подвержены ошибкам измерений или ухудшению качества сигнала с глубиномера [3; 4].

В этом контексте системы компьютерного зрения предлагают новый, более эффективный и надежный метод определения осадки судна. Они могут быть установлены на борту судна в виде камер, которые обеспечивают видимость вниз, с трехмерным обзором под водой.

Эти камеры оснащены чувствительными сенсорами, способными определять и измерять расстояние от камеры до дна или других препят-

ствий. С помощью алгоритмов компьютерного зрения система анализирует полученные изображения и определяет местоположение осадки судна [5; 6].

Компьютерное зрение может дать капитану судна достоверную информацию о величине осадки, что позволяет принять соответствующие меры предосторожности. Например, система может автоматически предупредить оператора о приближении к опасному участку или предложить различные маршруты с максимально безопасной осадкой [7; 8].

Важно отметить, что применение системы компьютерного зрения при определении осадки судна имеет свои ограничения. Например, в тумане или при низкой видимости работа системы может быть затруднена. Кроме того, алгоритмы компьютерного зрения должны быть обучены и адаптированы для работы в различных условиях, таких как разная прозрачность воды или разное состояние дна.

В целом, система компьютерного зрения при определении осадки судна предлагает новый и стратегически важный подход к навигации и безопасности на море. Она предоставляет операторам судна ценную информацию в реальном времени, помогая им принимать обоснованные решения и предотвращать потенциальные аварии [9; 10].

Пример работы системы указан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Работа системы компьютерного зрения при определении осадки

Библиографический список

1. Okamoto [et al.]. A draught reading method by image processing with the robustness of measurement distance // J. Jpn. Inst. Navig.
2. Analytical report. The use of composite structural materials in the creation of the square. CCB MT "Rubin". 2014. Iss.18. 210 p.
3. Bahar M., Kargaran L., Golnabi H. Different Optical Fiber Sensor Designs for Liquid Flow Monitoring // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2010. 4(8): 3315–3323.
4. Belyakov R. V. Study on Development of an Artificial Heart // Sov Autom Control. 1971. № 2 (4). С. 36–44
5. Bobovich B. B. Non-metallic construction materials: textbook. M. : MGIU, 2009. 384 p.
6. Code of practice for Draught Surveys of The International Institute of Marine Surveyors, 2002. URL: <https://www.iims.org.uk/product/unit-05-draught-surveying>.
7. Composite materials: Reference book / V. V. Vasiliev, V. D. Protasov, V. V. Bolotin and [etc.]; Under the General editorship of V. V. Vasiliev, Yu. M. Tarnopol. M. : Mechanical Engineering, 1990. 512 p.
8. D. I. Kim, J. I. Song and S. K. Kim, Dependence of Machining Accuracy on Acceleration / Deceleration and Interpolation Methods in CNC Machine Tools, Proceeding of Industry Applications Society Annual Meeting. 1994. Vol. 3. P. 1898–1905.
9. D. I. Kim, Study on Interpolation Algorithms of CNC Machine Tools, Proceeding of Industry Applications Conference. 1995. Vol. 3. P. 1930–1937.
10. Dible J., Mitchell, P.: Draught surveys, MID C Consultancy, 2005.

Диагностика технического состояния судовых амортизаторов

Сергеев К. О., Соловьев Б. В. (г. Мурманск, ФГАОУ "Мурманский арктический университет", кафедра судовых энергетических установок и судоремонта, Sergeevko@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются методы определения технического состояния амортизаторов применяемых для установки судовых дизелей на фундаменты.

Abstract. The article considers methods of determining the technical condition of shock absorbers used for installation of marine diesel engines on foundations.

Ключевые слова: амортизаторы, виброускорение, диагностика, спектры вибрации

Key words: shock absorbers, vibration acceleration, diagnostics, vibration spectra

В судовых энергетических установках для защиты фундаментов под двигателями широко используется установка дизелей на резино-металлические амортизаторы. Одним из распространенных типов такого амортизатора являются амортизаторы АКСС- 400 и его более податливый вариант АКСС- 400 И. Как и для всех судовые устройств и механизмов для амортизаторов проводится определение их технического состояния.

Правила Российского морского регистр судоходства (РМРС) не содержат конкретных указаний по диагностике технического состояния амортизаторов [1]. В ГОСТ 1705.1-80 "Амортизаторы корабельные" приводится методика определения технического состояния амортизаторов, смысл которой заключается в определении деформации амортизатора при статическом сжатии амортизатора на прессе усилием соответствующем максимальной рабочей нагрузке.

Указанный метод используется для проверки характеристик новых амортизаторов и совершенно не применим к проверке установленных на фундаменты амортизаторов находящихся в эксплуатации. Поэтому, на практике, определение технического состояния проводится внешним осмотром и проверкой на наличие трещин и разрывов резинного массива. Этот метод не позволяет определить коэффициент демпфирования и поглощения амортизатора, способность амортизатора снижать виброактивность двигателя и уменьшать вибрацию фундамента, на котором он установлен.

Для определения способности амортизатора демпфировать и поглощать вибрацию можно определять перепад (разницу) уровня вибрации за-

меренного на амортизаторе и на фундаменте судна непосредственно под амортизатором или рядом с ним.

Для проверки этого положения были проведены замеры уровней вибрации на амортизаторе и на фундаменте под амортизатором на лабораторной дизеле 6ЧН 12/14. В качестве контролируемого параметра вибрации было выбрано виброускорение в частотном диапазоне до 1 кГц. с последующим представлением его в виде третьоктавного спектра. Замеры проводились на четырех мощностных режимах работы дизель-генератора: холостой ход, нагрузка 50 % , 75 % и 100 %.

Измерения проводились сборщиком КОН.ТЕСТ С – 9 000 со штатным акселерометром в режиме контроля виброускорения. При проведении замеров учитывались рекомендации по измерению вибрации приведенные в [2]. Способ установки акселерометра на подмоторной раме приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – установка акселерометра на фундаменте

Результаты замеров для одного из амортизаторов представлены, на рисунках 2 и 3. Результаты замеров для остальных амортизаторов практически идентичны представленным.

Анализ полученных спектров показывает, что они не имеют каких либо характерных особенностей и существенных различий при замерах на разных мощностных режимах. Перепад вибрации на всех мощностных режимах примерно одинаков и оставляет около 6 дБ в логарифмической шкале. Необходимо отметить, что перепад зависит от места установки амортизатора и на амортизаторах, распложенных под генератором, он значительно ниже. Это объясняется тем, что генератор, в отличие от дизеля, практически не создает усилий нагружающих фундамент.

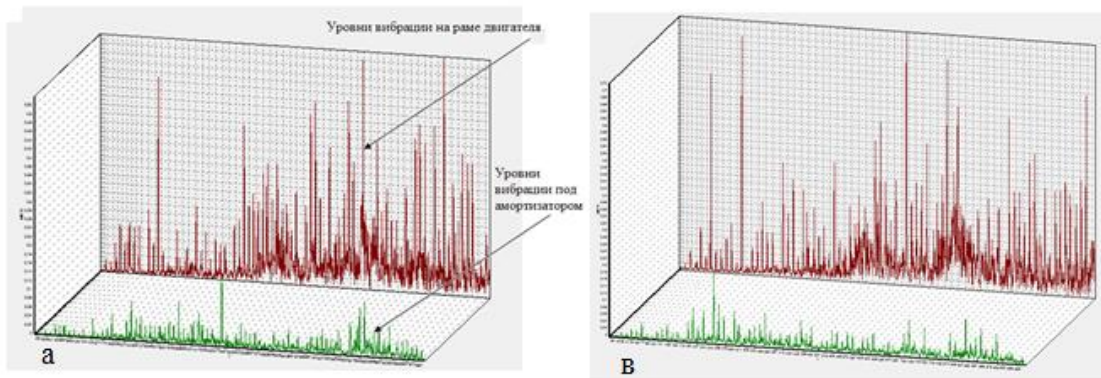


Рисунок 2 – узкополосные спектры вибрации а - без нагрузки;
в – при нагрузке 75 %

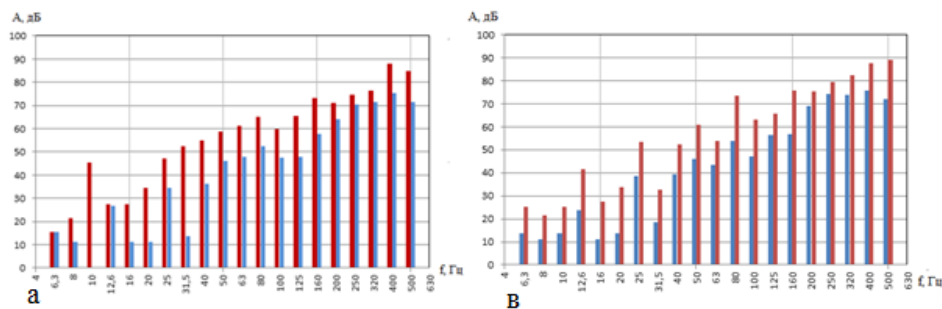


Рисунок 3 – Третьооктавные спектры вибрации для тех же режимов

Возможен и такой дефект амортизатора, как сильное разрушение резинового массива, в этом случае на амортизаторе будет большой перепад вибрации. Для предотвращения пропуска такого дефекта необходимо контролировать вибрацию блока дизеля. В случае такого дефекта уровень вибрации будет превышать норму РМРС для дизель – генераторов [1].

Выводы

Метод контроля перепада вибрации вполне может использовать для определения демпфирующих свойств амортизатора и его способности уменьшать вибрационные нагрузки на фундамент.

Для получения результатов по всему дизель – генератору необходимо проводить обработку замеров по всем амортизаторам с получением усредненных спектров. Такой усредненный перепад может быть диагностическим критерием для контроля технического состояния амортизаторов дизель – генератора. Необходимо также проводить замер уровня вибрации всего дизель – генератора и сравнивать его результаты с нормами вибрации РМРС.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. VII Механические установки. НД:2-020101-114. СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2023. 81 с.
2. Голуб Е. С., Мадорский Е. З., Розенберг Г. Ш. Диагностирование судовых технических средств : справочник. М. : Транспорт, 1993. 150 с.

**ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ,
РАЗРАБОТКА
ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО
ПИТАНИЯ**

Инновационный рыбный продукт

Дубровина С. С., Гроховский В. А., Дубровин С. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет" кафедра технологий пищевых производств, *ssdubrovina21@gmail.com*)

Аннотация. Разработан инновационный формованный рыбный продукт, в рецептуре которого основными компонентами являются солено-сушеное филе минтая и структурообразователь (водный раствор желатины). Установлено оптимальное соотношение компонентов продукта.

Abstract. An innovative molded fish product has been developed, in the formulation of which the main components are salted-dried pollock fillet and a structure-forming agent (an aqueous solution of gelatin). The optimal ratio of the product components has been established.

Ключевые слова: рыбная продукция, формованный продукт, желатин пищевой, реологические свойства

Key words: fish products, molded product, food gelatin, rheological properties

Расширение ассортимента рыбной продукции путем создания инновационных технологий, обеспечивающих соответствие всему комплексу современных требований может быть рассмотрено как способ достижения одной из основных целей "Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года".

Следует отметить, что огромный интерес для создания новой продукции представляет минтай, т.к. является объектом массового промысла, обладает достаточно выраженными вкусовыми и ароматическими свойствами и характеризуется низким содержанием жира.

В рамках проведенных исследований разработана технология производства формованного рыбного продукта, установлено близкое к оптимальному соотношение измельченного солено-сушеного мяса рыбы и структурообразователя.

С целью повышения органолептических показателей (вкус, аромат) принято решение о добавлении в измельченное солено-сушеное филе минтая, подготовленное аналогично филе камбалы-ерша.

Для определения концентрации желатина (X_1), соотношения сухих веществ в измельченном мясе камбалы-ерша и мясе минтая (X_2) проведено планирование эксперимента [7]. При этом параметром оптимизации (Y) задана органолептическая оценка инновационного продукта в соответ-

ствии с ранее разработанной 20-балльной шкалой, включающей в себя коэффициенты значимости [2; 6].

Графическая интерпретация уравнения регрессии по установлению оптимальных факторов X_1 и X_2 представлена на рисунке 1.

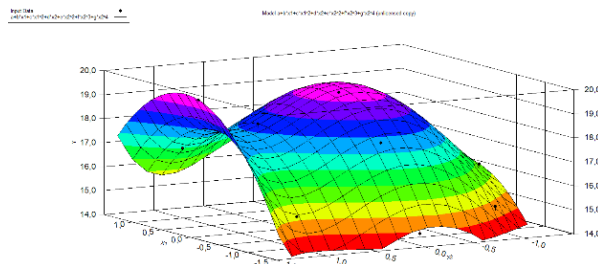


Рисунок 1 – Поверхность отклика

Поверхность отклика свидетельствует о локальном максимуме в пределах факторного пространства. Методом дифференцирования определены оптимальные параметры: $X_1=11\%$, $X_2=13\%$.

Результатом проведенных исследований и экспериментов является новый, отличный от ранее разработанных изделий [1; 3–5] формованный продукт, в рецептуре которого основными компонентами являются солено-сушеное филе минтая и структурообразователь (водный раствор желатины).

Анализ результатов проведенных маркетинговых исследований показал, что разработанный рыбный продукт, с превосходными органолептическими характеристиками, бесспорно, окажется востребованным потребителями.

Библиографический список

1. Данкбарас И. В. Разработка технологии производства рыбы в желейной заливке с использованием казеината : дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2006. 123 с.
2. Дунченко Н. И., Кочетов В. С., Янковская В. С., Коренкова А. А. Квалиметрия и управление качеством пищевой промышленности. М. : Изд-во РГАУ, 2010. 287 с.
3. Низковская О. Ф., Гроховский В. А. Создание нового формованного продукта из гидробионтов функционального назначения // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 75–77.
4. Куранова Л. К., Дубровин С. Ю. Создание аналоговой продукции с заданными свойствами, имитирующей мускул морского гребешка // Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 88–90.

5. Николаев Д. А. Дубровин С. Ю., Куранова Л. К. Разработка нового вида структурированного рыбного продукта // 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 : Изд-во МГТУ, 2016. С. 53–58.
6. Ким Г. Н., Ким И. Н., Сафронова Т. М., Мегода Е. В. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов. М. : Колос, 2008. 493 с.
7. Решетников М. Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных : учеб. пособие. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2000. 231 с.

Обоснование выбора ферментного препарата с целью использования в технологии рыбного белкового гидролизата для микробиологических питательных сред

Живлянцева Ю. В.¹, Куранова Л. К.², Ершов М. А.² (г. Мурманск, ¹ФГБУ "Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры", youliapetrakova@mail.ru, ²ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра "Технологии пищевых производств" kuranovalk@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены три ферментных препарата, которые использовались в технологии получения белкового рыбного гидролизата: смесь бромелайна и папаина, протосубтилин Г3х. Установлено, что ферментный препарат – протосубтилин Г3х является наиболее эффективным и экономически выгодным для производства белкового рыбного гидролизата, используемого для приготовления микробиологических сред.

Abstract. The article discusses three enzyme preparations that were used in the technology of producing fish protein hydrolysate: a mixture of bromelain and papain, protosubtilin G3x. The enzyme preparation, protosubtilin G3x, is the most effective and cost-effective for the production of protein fish hydrolysate used for the preparation of microbiological media.

Ключевые слова: белковый рыбный гидролизат, бромелайн, папаин, протосубтилин Г3х

Key words: fish protein hydrolysate, bromelain, papain, protosubtilin G3x

Одной из важнейших проблем в разработке технологии получения ферментативных белковых гидролизатов является объективная оценка эффективности действия протеолитических препаратов по отношению к белоксодержащим субстратам.

Цель работы – выбор фермента для гидролиза водного субстрата мясокостных отходов рыбы при разработке технологии рыбного белкового гидролизата для микробиологических питательных сред. Критерием оценки служил показатель "глубина гидролиза", который наиболее значимо характеризует гидролитическое расщепление белков. В работе были использованы ферментные препараты, которые, согласно российским [1], и зарубежным исследованиям [2], являются наиболее эффективными при взаимодействии с сырьем рыбного происхождения – смесь папаина и бромелайна [3], протосубтилин Г3х [4].

Бромелайн (EnzybelIntl. SA, Бельгия) производят из плодов, стеблей и отходов переработки ананаса *Ananas comosus* (L.) Merrill, сем. Bromeliaceae. Папаин (EnzybelIntl. SA, Бельгия) производится из латекса плодов дынного дерева – *Carica papaya* Linné, сем. Caricaceae. Данные ферментные препараты дополняют действие друг друга, увеличивая скорость гидролиза и степень превращения нерастворимого рыбного белка в растворимый азот. Ферментный препарат протосубтилин ГЗх ("Сиббиофарм", Россия) микробного происхождения получен путем глубинного посева культуры *Bacillus subtilis*.

Гидролиз проводили в оптимальных для каждого фермента условиях согласно спецификации: диапазон pH среды для ферментных препаратов бромелайн и папаин 5,5–8,0, протосубтилина ГЗх – 6,0–7,5 и при установленной ранее [4] оптимальной температуре активности ферментных препаратов: смеси бромелайна и папаина, протосубтилина ГЗх - (45±1) °С.

Глубину гидролиза определяли как отношение массовой доли аминного азота к массовой доле общего азота в гидролизате и выражали в процентах [5; 6].

В ходе проведенных исследований установлено, что глубина гидролиза субстрата рыбных отходов при использовании фермента протосубтилин ГЗх составляет 33,31 %, а с использованием смеси бромелайна и папаина – 23,63 % . Глубина гидролиза, достигнутая при использовании ферментного препарата протосубтилин ГЗх, выше практически на 40 %, чем при использовании смеси ферментных препаратов бромелайна и папаина. Это однозначно определило выбор именно препарата протосубтилин ГЗх для ферментации водного субстрата мясо-костных отходов рыбы в технологии рыбного белкового гидролизата, используемого для микробиологических питательных сред.

Кроме того, выбор данного фермента был обусловлен и его невысокой стоимостью (150 руб./100 г) по сравнению с другими ферментными препаратами, используемыми в промышленности при получении белковых основ микробиологических сред, цена которых значительно выше (100 г трипсина стоят 24 000 руб., папаина – 2 975 руб., пепсина – 1 700 руб., бромелайна – 1 580 руб., панкреатина – 1 040 руб.).

Библиографический список

1. Орлова Т. А., Зензеров В. С. Технологии получения продуктов и биологически активных веществ из морских гидробионтов. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2004. 277 с.
2. Beddows C. G., Ardeshir A. G. The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture // *International Journal of Food Science & Technology*. 2007. Vol. 14, № 6. P. 603–612.
3. Opheim M., Ылиһытл R., Sterten H. [et al.]. Hydrolysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*) restra materials // *Process biochemistry*. 2015. Vol. 50, № 8. P. 1247–1257.
4. Живлянцева Ю. В., Куранова Л. К., Волченко В. И., Гроховский В. А. Пептон из вторичных продуктов переработки атлантической трески: технология, качество, использование // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2018. № 45. С 28–36.
5. Артюхин В. И., Шепелин А. П., Киселева Н. В. Белковые гидролизаты в производстве питательных сред. Обзорная информация. М. : ВНИИСЭНТИ, 1990. 50 с.
6. Petrova I., Tolstorebrov I., Zhivlyantseva I., Eikevik T. M. Utilization of fish protein hydrolysates as peptones for microbiological culture medias // *Food Bioscience*. 2021. Vol. 42. P. 101–163.

Разработка технологии рыбных консервов с повышенным стерилизующим эффектом для жителей тропических стран

Зинякова А. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Ершов М. А.
(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра технологий пищевых производств, ziniakova1999@mail.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке технологии и хранению консервов из водных биоресурсов (минтая, путассу, скумбрии) бланшированных в масле для тропических стран: оптимизирована рецептура консервов "Экзоминтай", подобраны режимы стерилизации консервов, при которых фактический эффект стерилизации превышает установленный нижний порог для тропических консервов.

Abstract. The article presents the results of research on the development of technology and storage of canned food from aquatic biological resources (pollock, blue whiting, mackerel) blanched in oil for tropical countries: the recipe for the Exomintai canned food has been optimized, canned sterilization modes have been selected in which the actual sterilization effect exceeds the established one lower threshold for tropical canned food.

Ключевые слова: тропические консервы, технология, хранение, фактический эффект стерилизации

Key words: tropical canned food, technology, storage, actual effect of sterilization

Наиболее остро проблема нехватки продовольствия охватывает развивающиеся страны, особенно страны Африки, Азии и Южной Америки, расположенные в зоне, где из-за климатических условий, скудной растительности, низкого уровня жизни не просматриваются возможности обеспечения населения продовольственными ресурсами в достаточных объемах. А высокотемпературная составляющая среды обитания и неразвитая холодильная цепь усугубляют проблемы с сохранностью скоропортящегося пищевого сырья и продуктов.

Известно, что стерилизованные консервы являются продуктами, выдерживающими длительное хранение при температуре от 0 до 20 °С, как правило, от двух до трех и даже до 5 лет. Вместе с тем, практически, не проводилось работ по созданию рыбных консервов (так называемых, тропических), которые могли бы выдерживать длительное хранение при повышенных температурах в пределах 40 °С. А такие научные наработки могли бы увеличить экспортную составляющую России, оказать продовольственную помощь жителям развивающихся тропических стран.

Цель и задачи исследований. Целью работы является разработка технологии консервов из водных биоресурсов с повышенным стерилизующим эффектом, устойчивых к длительному хранению при повышенных температурах, характерных для тропических стран. Задачи исследований: произвести подбор композиционных составов тропических консервов; выбрать наиболее приемлемый ассортимент и оптимизировать рецептуру; изготовить опытные партии тропических консервов с последующим хранением в термостатных условиях при температуре 40 °С и проведением исследований в процессе хранения.

В ходе проработки идеи создания новых рыбных тропических консервов изготовлена стерилизованная рыбная продукция в нескольких рецептурных вариациях в соответствии со следующей принципиальной технологической схемой: размораживание рыбы → мойка → разделка и порционирование → фасование в банки № 3 → бланширование → введение компонентов (соли, ягод, ароматизированного масла) → эксгаустирование → герметизация → стерилизация → мойка и сушка банок → этикетирование → упаковывание. По результатам дегустационных испытаний было отдано предпочтение варианту рецептуры (таблица 1) – "Минтай бланшированный с клюквой, маслом ароматизированным молотым красным острым перцем и солью" (коммерческое название созданных консервов "Экзоминтай"), уровень качества которых был максимальным.

Таблица 1 – Рецептура тропических рыбных консервов "Экзоминтай"

Минтай бланшированный, г	Масло подсолнечное ароматизированное, г	Клюква, г	Соль поваренная, г
170	43	33	4

Для обеспечения стойкости продукции при хранении в процессе стерилизации использованы жесткие температурно-временные условия, с целью достижения рекомендованного для консервов данного вида фактического стерилизующего эффекта, который должен составлять не менее 11 усл. мин. [1; 2].

По выбранной рецептуре были изготовлены и заложены на хранение в термостате при температуре 40 °С 3 опытные партии консервов. На рисунке 1 представлены основные параметры стерилизации и достигнутый фактический стерилизующий эффект в процессе изготовления консервов "Экзоминтай", зарегистрированные с использованием измерительного

комплекса фирмы "Эллаб" (Дания). Стерилизующий эффект консервов составил от 15 до 18 усл. мин. Микробиологические испытания подтвердили промышленную стерильность консервов. Сенсорная органолептическая оценка консервов составила 17,35 балла. Суммарное содержание ценных нутриентов (белков, жиров и углеводов) составляет 55,4 %, энергетическая ценность – 294ккал/100 г. Изготовленные консервы "Экзоминтай" помещены в термостат для длительного хранения при температуре 40 °С.

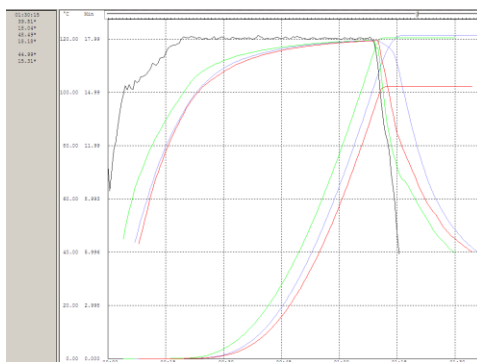


Рисунок 1 – График стерилизации консервов:

- 1 – температура греющей среды автоклава; 2 (а, в, с) – температура продукта в банках;
3 (а, в, с) – фактический стерилизующий эффект при стерилизации консервов

Результаты микробиологических испытаний подтвердили безопасность консервов после одного-, четырех-, и восьми месяцев хранения в термостате при температуре 40 °С. Хранения консервов продолжается.

С целью расширения ассортимента консервов данной группы были проведены эксперименты по изготовлению еще двух видов консервов "Путассу бланшированная в масле" и "Скумбрия бланшированная в масле" в жестяных банках № 3. Фактический стерилизующий эффект консервов "Скумбрия бланшированная в масле" составил 11,5 усл. мин., консервов "Путассу бланшированная в масле" – 12,2 усл. мин. Консервы заложены в термостат при температуре 40 °С для определения срока хранения.

Библиографический список

1. Флауменбаум Б. Л., Танчев С. С., Гришин М. А. Основы консервирования пищевых продуктов, 1986 г.
2. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов. СПб, 1996 г.

Изучение влияния видового состава рыбного сырья на химический состав костной муки

Инюкина М. В., Бражная И. Э., Лачугова Д. Н. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологий пищевых производств, *brain67@mail.ru*)

Аннотация. Изучены направления глубокой переработки рыбного сырья, разработана технологическая схема производства костной муки из костей рыб, определены технологические режимы, выход муки в зависимости от вида сырья, определен химический состав, в том числе содержание кальция.

Abstract. The directions of deep processing of fish raw materials were studied, a technological scheme for the production of inert meal from fish bones was developed, technological regimes were determined, the yield of flour depending on the type of raw material was determined, the chemical composition, including calcium content, was determined.

Ключевые слова: тресковые виды рыб, костная мука, выход готового продукта, химический состав муки

Key words: cod fish species, bone meal, finished product yield, chemical composition of meal

Продовольственная безопасность – основа государственной политики Российской Федерации в сложившихся политических и экономических условиях. Внести вклад в обеспечение продовольственной безопасности и удовлетворить потребность населения нашей страны в здоровых и доступных продуктах питания помогут продукты глубокой переработки водных биологических ресурсов, а именно рыбы. Пищевая продукция из водных биоресурсов представляет собой одну из наиболее востребованных групп продовольственных товаров [1]. Основными целями глубокой переработки рыбного сырья является максимальное вовлечение в технологический процесс вторичных продуктов, которые остаются после разделки сырья и практически не используются на пищевые цели [1]. На Северном бассейне традиционно большие уловы тресковых видов рыб. К ним относятся треска, пикша, путассу [2]. В ходе разделки остается большая масса вторичного рыбного сырья, в составе которой можно особо выделить кости [3]. Кости рыб являются источником биоусвояемого кальция и фосфора.

В ходе работы была разработана технологическая схема приготовления рыбной костной муки на основе базовых технологических операций [4]. В качестве сырья для производства костной муки были использованы

отходы от разделки пикши и от разделки путассу. При производстве муки были определены отходы и потери на всех стадиях приготовления и определен ее выход [4]. Результаты материального расчета при производстве муки из костей пикши и путассу представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Материальный расчет при производстве муки из костей пикши

Технологические операции	Вес сырья, поступившего на операцию, г	Отходы и потери, г	Отходы и потери, %
Мойка, удаление плавников, варка, зачистка, мойка	10 000	8 828	88,28
Сушка до содержания воды в костях 2 %	1 172	743	63,4
Измельчение, просеивание	429	79	18,41
Выход	350	–	3,5 (от массы сырья) 29,86 (от массы сырых костей) [5]

Анализируя результаты, приведенные в таблицах 1 и 2 можно сделать вывод, что выход костной муки при переработке хребтовых костей пикши на 7 % выше, чем при переработке хребтовых костей путассу. При изучении влияния продолжительности тепловой обработки на качество конечного продукта было установлено, что увеличение времени варки более 7–10 минут нецелесообразно вне зависимости размеров хребтовых костей.

Таблица 2 – Материальный расчет при производстве муки из костей путассу

Технологические операции	Вес сырья, поступившего на операцию, г	Отходы и потери, г	Отходы и потери, %
Мойка, удаление чешуи и плавников, варка. Зачистка, мойка	5 700	5 508	96,63
Сушка до содержания воды в костях 2 %	192	147,36	76,56
Измельчение, просеивание	44,64	0,91	2,04
Выход	43,73	–	0,767 (от массы сырья) 22,78 (от массы сырых костей)

В ходе работы был изучен химический состав рыбной костной муки, полученной из разных видов рыб. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследования химического состава муки

Показатель	Результат, %	
	Путассу	Пикша
Минералы	59,7	59,0
В том числе: содержание кальция, в г на 100 г муки	13,65	13,80
Белок	36,5	37,1
Жир	1,8	1,9
Вода	2,0	2,0

Химический состав костной муки и содержание кальция определяли по стандартным методикам. В ходе лабораторных исследований максимальных различий в химическом составе и по содержанию кальция в костной муке из разных видов рыбного сырья не установлено.

Библиографический список

1. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года N 2567-р. – <https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=6560Ю> (дата обращения 31.10.2023).
2. Сведения об улове рыбы и добыче других водных биоресурсов за январь–июнь 2023 года (нарастающим итогом) : https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2023/09/1p_01-06_2023.pdf.
3. Константинова Л. Л., Трояновский Ф. М. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск : Изд-во ПИНРО. 1998. 149 с.
4. Бражная И. Э., Тифанюк А. В., Кудельникова Е. С., Никонова Р. А. Разработка технологии биологически активной добавки из отходов от разделки сырья северного бассейна и рецептуры кулинарных изделий на ее основе // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке : сб. ст. по матер. V междунар. науч.-практ. конф. № 5(5). Новосибирск : СибАК. 2017. С. 64–72.
5. Бражная И. Э., Тифанюк А. В., Кудельникова Е. С., Никонова Р. А. Апробирование технологии обогащенных кулинарных изделий из рыбного сырья Северного бассейна // Наука и образование – 2018 : Материалы всероссийской науч.-практ. конф., Мурманск, 15 ноября 2018 года. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2019. С. 235–237.

Изучение формирования обезвоженного поверхностного слоя рыбы при сушке трески атлантической с целью разработки рациональных режимов тепловой обработки

Ершов М. А., Новожилов М. П., Куранова Л. К., Корчунов В. В., Лукин С. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологии пищевых производств, *ershovma@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Приводятся данные по оценке обезвоженного поверхностного слоя рыбы при сушке трески атлантической.

Abstract. The article provides information on assessing the dehydrated surface layer of fish when drying Atlantic cod.

Ключевые слова: рыба, сушка, обезвоженный поверхностный слой

Key words: fish, drying, dehydrated surface layer

Для рыбохозяйственного комплекса России приоритетными направлениями являются увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью и развитие внутреннего рынка потребления рыбной продукции [1]. Традиционным спросом в Российской Федерации пользуется сушеная, вяленая и провесная продукция из водных биоресурсов. Процессы конвективного обезвоживания рыбы обладают значительной энергоемкостью и длительностью. Также стоит отметить, что в процессе холодной сушки рыбы образуется плотный поверхностный слой, препятствующий поступлению влаги из внутренних слоев и испарению ее с поверхности рыбы [2]. В этой связи для оптимизации процессов конвективной холодной сушки рыбы остаются актуальными разработки научно обоснованных технологий обезвоживания с целью сокращения затрат электрической энергии при получении высококачественной вяленой продукции с нормированным содержанием воды.

Установлено, что объемы производства вяленой рыбопродукции остаются на невысоком уровне. При переработке водных биологических ресурсов в значительной степени преобладает выпуск мороженой рыбы в сравнении с другими способами обработки [3]. С целью повышения объемов сушено-вяленой продукции, повышения ее качественных характеристик необходимо совершенствовать технологию вяления, вести поиск путей и способов снижения продолжительности процесса сушки.

Произведена оценка качества полученных образцов продукции филе трески вяленого, в зависимости от технологических параметров процесса обезвоживания. Осуществлена оценка характеристик обезвоженного поверхностного слоя рыбы в зависимости от параметров процесса сушки.

В таблице 1 представлены показатели обезвоженного слоя трески (толщина; твердость структуры, оцененная по показателю "усилие резания") в зависимости от температуры и относительной влажности сушильного агента и темпа обезвоживания.

Таблица 1 – Показатели обезвоженного слоя трески (толщина b , усилие резания) в зависимости от температуры t и относительной влажности ϕ сушильного агента и темпа обезвоживания

$t, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$b, \text{мм}$	Усилие резания, г	Средний темп обезвоживания за процесс, %/час
20	20	1,52	400	17,6
20	40	1,47	290	14,9
20	50	1,43	250	13,5
25	20	1,53	450	19,7
25	40	1,52	350	15,6
25	50	1,53	280	14,5

Толщина слоя незначительно уменьшается при сушке теплоносителем с достаточно высокой относительной влажностью. Нужно отметить, что усилие резания возрастает при сушке теплоносителем с низкой относительной влажностью. Это связано с более интенсивным обезвоживанием. Для темпа обезвоживания 19,7 %/час усилие резания принимало наибольшее значение из рассмотренных вариантов. Данный факт свидетельствует об увеличении твердости обезвоженного поверхностного слоя при использовании интенсивных режимов сушки.

Получены аппроксимирующие уравнения изменения массы филе трески m_p в зависимости от времени процесса τ (таблица 2). Полученные в ходе экспериментов уравнения могут быть использованы для выбора рационального режима обезвоживания, а также в качестве образцовых (экспертных) моделей для применения в регуляторах процесса с нечеткой логикой либо управления посредством применения нейросетей.

Таблица 2 – Аппроксимирующие уравнения изменения массы филе трески m_p в зависимости от времени процесса τ

Параметры теплоносителя		Аппроксимирующие уравнения изменения массы филе трески m_p (г) в зависимости от времени процесса τ (часы), начальной массы рыбы m_0 , $m_0 = (350 \pm 10)$ г; удельная поверхность $s/m = (0,22 \pm 0,1)$ м ² /кг	Затраты электроэнергии, кВт*ч
t, °C	φ, %		
20	20	$m_p = m_0 - 0,0291 * \tau^3 + 1,2211 * \tau^2 - 24,191 * \tau$	1,3
25	20	$m_p = m_0 - 0,0351 * \tau^3 + 1,4474 * \tau^2 - 26,854 * \tau$	1,7
25	40	$m_p = m_0 - 0,0104 * \tau^3 + 0,6814 * \tau^2 - 20,256 * \tau$	1,9
25	50	$m_p = m_0 - 0,0086 * \tau^3 + 0,5602 * \tau^2 - 17,844 * \tau$	2,2

Подготовлена технологическая инструкция по производству подвяленной продукции из рыбы: ТИ № 126-2023 "Технологическая инструкция по изготовлению подвяленного продукта "Филе трески подвяленное".

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-20116, <https://rscf.ru/project/22-26-20116/>; за счет гранта Министерства образования и науки Мурманской области (далее – Министерство) по направлению "Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами", на основании Соглашения № 103 от 13.04.2022 г между Министерством и ФГАОУ ВО "МГТУ".

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р "Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года и план действий по ее реализации". ООО "НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС". г. Москва.
URL://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/#1000.%2010%20oct.%202022 (дата обращения: 04.11.2023).
2. Siddhnath et al. Dry fish and its contribution towards food and nutritional security // Food Reviews International. 2022. Т. 38. №. 4. С. 508-536.
3. Статистический ежегодник, 2023 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманск-стат, 2023. 202 с.

К вопросу изготовления клипфиска из трески атлантической

Любакина М. А., Дубровин С. Ю. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологий пищевых производств, *lyubakinama@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Исследовано изменение цветового показателя готового клипфиска из трески атлантической.

Abstract. The change in the color index of the finshed clipfish from Atlantic cod was studied.

Ключевые слова: клипфиск, цветовой показатель продукта, качество воды, качество соли, обескровливание

Key words: clipfish, product color indicator, water quality, salt quality, bleeding

Клипфиск является распространенным солено-сушеным продуктом. Для его производства используют тощую рыбу (треска, пикша, сайда). По содержанию соли клипфиск относится к крепкосоленой рыбе (свыше 14 %), используют сухой посо [1].

Производством клипфиска занимаются многие страны, но главным потребителем являются южные страны (Португалия, Испания, Италия, Латинская Америка). Известные традиционные блюда из клипфиска – бакальяу, бакало, баккала [2].

Производители клипфиска в основном работают под заказ в другие страны, важной целью которых является увеличение качества продукции, которая ведет к оптимальному решению проблем с конкурентностью на мировом рынке.

Рассматривая производство клипфиска на рыбоперерабатывающей фабрике "Полярном море +" в некоторых случаях наблюдается отклонение цветового показателя готового продукта. Были исследованы процессы, которые могли повлечь за собой данную проблему. Из них были выбраны:

- 1) качество питьевой воды на содержание железа (вода, используемая на всей технологической линии производства);
- 2) качество пищевой соли на содержание железа (соль, которая участвует в посоле клипфиска);
- 3) качество сырья в зависимости от обескровливания.

Исследование питьевой воды на показатель железа не превышает предельно допустимую концентрацию и соответствует нормативу Сан-Пин1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания" [3]. Для определения массовой концентрации железа в воде использовали метод с сульфосалициловой кислотой из ГОСТ 4011-72 "Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации общего железа".

Питьевая вода, используемая при производстве клипфиска, не влияет на цветовой показатель готового продукта.

Исследование пищевой соли на показатель железа не превышает норму содержания оксида железа и соответствует ГОСТ Р 51574-18 "Соль пищевая. Общие технические условия". Для определения массовой доли оксида железа использовали трилонометрический метод из ГОСТ 13685-84 Соль поваренная. Методы испытаний [4].

Пищевая соль, используемая при посоле клипфиска, не влияет на цветовой показатель готового продукта.

Исследование качества сырья в зависимости от обескровливания показало, что в сырье без обескровливания содержится железа на 26 % больше, чем в сырье с обескровливанием. Ведь обескровливание является важным для предотвращения изменения цвета мяса рыбы. Остатки крови в мясе рыбы окисляют и окрашивают мясо рыбы в коричневый цвет. Для определения железа использовали метод из ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.

Выдвинутые гипотезы по влиянию качества воды и пищевой соли на показатели цветности готового продукта не подтвердились, т.к. показали соответствие по нормативным документам. Малое количество примесей железа не влияет на внешний вид готового продукта. Поэтому продолжили исследование качества сырья в зависимости от обескровливания.

По результатам исследования качества сырья в зависимости обескровливания, сделан вывод: обескровливание сырья является основной причиной изменения цветового показателя готового продукта.

Библиографический список

1. Баранов В. В., Бражная И. Э., Гроховский В. А. Технология рыбы и рыбных продуктов. Спб : Гиорд, 2006. 343 с.

2. ГОСТ 32772-2014. Клипфиск. Технические условия. Введ. 2015.07.01. М. : Стандартиформ, 2019. – 3 с.
3. ГОСТ Р 51574-18. Соль пищевая. Общие технические условия. Введ. 2018.09.01. М. : Стандартиформ, 2018. 3 с.
4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания. Введ. 2021.01.29. М. : Стандартиформ, 2021.

Разработка желированной кулинарной продукции с использованием вторичного рыбного и мясного сырья

Новожилов М. П., Гроховский В. А., Бензик И. Н., Глухарев А. Ю.

*(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра технологий пищевых производств, novozhilovmp2@mstu.edu.ru)*

Аннотация. Проведены исследования гелей, приготовленных с использованием бульона из вторичного рыбного и мясного сырья. Определен оптимальный композиционный состав бульона.

Abstract. Studies have been carried out on gels prepared using broth from recycled fish and meat raw materials. The optimal composition of the broth was determined.

Ключевые слова: вторичное пищевое сырье, хрящи ската, куриные лапы

Key words: secondary food raw materials, stingray cartilage, chicken feet

В последнее время повышается актуальность переработки вторичных пищевых ресурсов.

Вторичными пищевыми ресурсами являются пищевые отходы производства и потребления и продукция их первичной переработки, которые могут быть повторно использованы в технологических процессах [1].

Перспективным рыбным вторичным сырьем могут выступать отходы от переработки ската звездчатого, поскольку этот объект не ограничен общим допустимым уловом и имеют большой промысловый потенциал. К тому же данные объекты имеют высокую долю в прилове при добыче донных и придонных рыб [2; 3]. При переработке ската образуется большое количество отходов, из них до 17 % от массы обесшкуренных крыльев этого вида рыбы составляют хрящи.

Также высоким потенциалом переработки обладают куриные лапы ввиду высокого среднегодового объема производства субпродуктов птицы (550 тысяч тонн) [4].

Таким образом одним из направлений, представленных в актуальных концепциях развития сельскохозяйственной и рыбопромышленной отраслей является повышение эффективности переработки сырьевых ресурсов и вовлечение вторичных сырьевых ресурсов в основные и вспомогательные производственные процессы.

В качестве объектов исследования использовались экспериментальные образцы рыбных желированного рыбного кулинарного продукта.

Определение органолептических показателей рыбных желированных кулинарных продуктов проводили по ГОСТ 7631-2008 "Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей" и в соответствии с разработанными балльными шкалами сенсорной оценки качества.

По результатам оптимизации рецептуры методом нечеткого логического вывода получена поверхность отклика, представленная на рисунке 1.

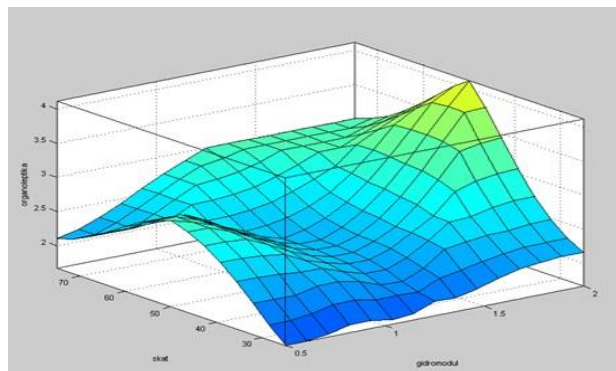


Рисунок 1 – Поверхность отклика

Пиковое значение показателя органолептической оценки наблюдается при доле хрящей ската в плотной части бульона равной 50 % и гидромодуле 2.

На основании результатов поисковых экспериментов было создано и изготовлено 10 вариантов рецептуры желированной кулинарной продукции с использованием мяса ската с последующими органолептическими исследованиями.

По результатам органолептической оценки вариантов желированной продукции была проведена оптимизация компонентного состава заливных согласно методике аналогичной представленной выше для рецептов бульонов, результаты оптимизации в графическом виде представлены на рисунке 2.

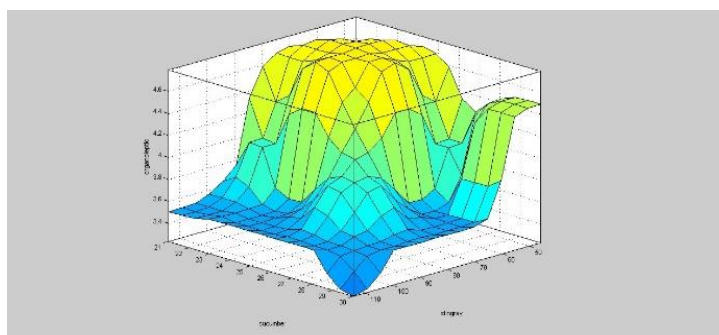


Рисунок 2 - Поверхность отклика

Анализируя поверхность отклика можно сделать вывод о том, что

оптимальная рецептура желированной продукции содержит количество мяса ската в рецептуре 60–70 г и массу огурца 22–23 г.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54098-2010 Ресурсосбережение. Вторичные матери-альные ресурсы. Термины и определения. Введ. 01.01.2012. М. : Стан-дартинформ, 2019. 20 с.
2. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2021 го-ду. URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf?ysclid=ld2vr422ev929372033 (дата обращения: 02.11.2022).
3. Кравченко Д. Г., Асеева Н. Л., Измятинский Д. В. О многовидовом про-мысле рыб при специализированном лове камбал в подзоне Приморье от мыса Поворотный до мыса Золотой // Вопросы рыболовства. 2021. № 2 (22). С. 59–71.
4. Сельское хозяйство в России 2021 : стат. сб. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf (дата обращения: 02.11.2022).

Разработка кулинарных продуктов с использованием принципов молекулярных технологий

Новожилов М. П., Барсукова Е. С, Ершов М. А., Бензик И. Н.

*(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра технологий пищевых производств, novozhilovmp2@mstu.edu.ru)*

Аннотация. Проведено исследование органолептических показателей салатов на основе печени трески с использованием растительных компонентов. Определен композиционный состав салатов и наиболее приемлемые для данного вида сырья молекулярные технологии.

Abstract. A study of the organoleptic characteristics of salads made of cod liver with plant components was carried out. The composition of the salads and the most suitable molecular gastronomy cooking techniques for this type of food products were determined.

Ключевые слова: молекулярные технологии, печень трески, желированные продукты

Key words: molecular technologies, cod liver, gelled products

Одним из актуальных направлений, активно развивающихся в сфере общественного питания Российской Федерации, является так называемая "молекулярная кулинария".

Данное направление представляет собой широкий диапазон кулинарных приемов приготовления пищи, основанный на свойствах сырья и научных закономерностях.

Основные методы обработки продуктов, применяемые для изготовления продукции молекулярной кухни.

1. Обработка продуктов жидким азотом, позволяющая моментально заморозить продукт при отсутствии изменений его вкусо-ароматических характеристик.

2. Эмульсификация, метод обработки, позволяющий улучшить органолептические качества кулинарной продукции, основанный на использовании лецитинов для получения эмульсий типа "липиды-вода".

3. Эспумизация, метод обработки, позволяющий с помощью различных добавок добиться консистенции пены.

4. Сферификация, способствующая получению гелевых сфер на основе различных структурообразователей и жидких продуктов.

5. Применение сухого льда, применяемого в качестве носителя аромата продукта.

6. Желирование, позволяющее создавать твердообразные продукты из жидкостей с использованием желатина и агара.

7. Центрифугирование, позволяющее разделять продукты на фракции с определенными текстурой и вкусовыми характеристиками.

8. Мелкодисперсное измельчение, при котором замороженные продукты измельчаются в однородную массу [1].

Консервы печень трески имеет большой потенциал применения в приготовлении блюд, поскольку данное сырье имеет высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот ω -3. Данные соединения не синтезируются в организме и являются незаменимыми, поскольку являются структурными компонентами клеточных мембран, предшественниками веществ, участвующих в регулировании сердечно-сосудистой и иммунной систем. К тому же в консервах из печени трески содержатся витамины А, D, E, С, группы В, кальций, фосфор, магний, никель, фтор, хлор, йод, натрий медь и железо [2; 3].

Поскольку в печени трески содержится порядка 5 г белков и 74 г жиров для данного вида используемого основного сырья могут быть применены приемы эмульсификации и эспумизации, наиболее часто применимые для изготовления холодных блюд.

Наиболее рационально применение комбинации методов эспумизации и желирования для сохранения устойчивости пены при хранении.

В качестве желирующего агента, применяемого в данной работе, использовался пищевой желатин, поскольку данный структурообразователь обладает пенообразующей способностью.

В ходе экспериментальных исследований было определено, что пена, полученная из печени трески, имеет буро-серый цвет и обладает резким специфическим запахом печени, что способствует низкой органолептической оценки данной продукции.

В качестве вкусо-ароматических и окрашивающих компонентов в серии поисковых экспериментов были рассмотрены следующие продукты, специи и приправы:

- томаты в собственном соку;
- приправа карри;
- копченая паприка;
- морковь;
- свекла.

Наиболее приемлемым вкусом и ароматом обладал вариант блюда, приготовленный с добавлением приправы карри и кокосового молока.

А самыми высокими показателями внешнего вида обладал образец, подкрашенный отварной свеклой.

По результатам поисковых экспериментов был определен компонентный состав продукции, рецептура которого представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура салата "Печень трески карри"

Сырье, продукты	Масса нетто, г
Печень трески по-Мурмански (консервированная)	230
Свекла свежая	230
Чеснок свежий	3
Приправа "Карри"	10
Молоко кокосовое	260
Желатин пищевой	10

Библиографический список

1. Основные приемы и знания молекулярной кухни // Молекулярная кухня. Все о молекулярной кухне. Рецепты молекулярной кухни. URL: <https://molekula-food.ru/osnovnyye-priemy-i-znaniya-molekulyarnoj-kuxni>
2. Зайцева Л. В Роль различных жирных кислот в питании человека при производстве пищевых продуктов. М : Издательство пищевая промышленность. 2010. № 10. С. 60–63.
3. Скурихин Н. М. Химический состав пищевых продуктов. Ч. 1, 2. М: Агропромиздат, 1988. 179 с.

Современное состояние в мире и перспективы развития технологии производства сушеной соленой трески в Российской Федерации на примере успешно развитых производств со стороны стран Северной Европы – Норвегии и Исландии

Оборина О. А., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологии пищевых производств, *shokinayuv@mstu.edu.ru*)

Аннотация: Изучено современное состояние в мире и перспективы развития технологии производства сушеной соленой трески в Российской Федерации на примере успешно развитых производств со стороны стран Северной Европы – Норвегии и Исландии.

Abstract: The current state in the world and prospects for the development of technology for the production of dried salted cod in the Russian Federation are studied on the example of successfully developed industries from the Nordic countries – Norway and Iceland.

Ключевые слова: клипфиск, треска

Key words: clipfisk, cod

Клипфиск – неотъемлемый ингредиент кухни южных стран и в то же время хорошо известный национальный символ.

В странах, где этот продукт ценится больше всего, цель засолки и вяления свежей трески больше не направлена на получение продукта, стабильного при хранении, а направлена на улучшение основных вкусовых характеристик, которые сохраняются во время обессоливания и приготовления. [1; 3]

Основными импортерами являются Португалия, Испания, Бразилия.

Основными экспортерами клипфиска являются Норвегия и Исландия.

По данным на 2016 год Норвегия обеспечивает почти треть мирового улова атлантической трески, опережая Россию (30 %) и Исландию (19 %).

Сложности изготовления клипфиска в России заключаются в нескольких факторах.

1. В России клипфиск не пользуется популярностью среди потребителей, купить его довольно проблематично. Это связано с культурой питания. Клипфиск популярен в католических странах, благодаря традиции, которая восходит к средневековью.

2. Производство должно быть налажено максимально с точки зрения традиций стран-импортеров – технология изготовления, соблюдение требований стандартов, качество соли и т. д.

3. Серьезные конкуренты со стороны Норвегии, Исландии, где производство клипфиска широко развито с давних времен.

Перспективы производства клипфиска в России:

1. Клипфиск пользуется популярностью во всем мире. Рынок сбыта огромен.

2. Одним из главных преимуществ консервирования трески является сохранение всех натуральных питательных веществ, таких как витамин А, на более поздний срок.

3. С 2000 года по 2022 Норвегия была лидером по вылову трески. В 2023 ситуация изменилась кардинально в связи тем, что популяция Атлантической трески в океане значительно снизилась, что привело к снижению добычи не только в Норвегии, но и в России. Это дает шанс России занять лидирующее место на рынке торговли.

4. Кроме того, рыба богата белком и содержит мало жира, что делает ее идеальным выбором для тех, кто заботится о своем здоровье [2].

5. Если обратить внимание на бесконечное количество закусок, клипфискная продукция может быть перспективным направлением, заняв серьезную нишу на полках магазинов. Продукция, несоответствующая требованиям сортности и внешнего вида для стран-импортеров, можно направить на производство снеков, тем самым уменьшить издержки, отходы и потери.

6. Производство клипфиска выполняется не только из трески, за последние годы популярность приобрели пикша и сайда, объемы вылова, которых также довольно значительные.

7. Сам процесс производства клипфиска достаточно простой – посол и сушка.

На основании анализа технологий клипфиска в России, Норвегии и Исландии можно выделить два существенных показателя, которые имеют влиятельный эффект на качественный и весовой выход готового продукта:

Вылов. После нереста (в апреле/мае) рыба находится в плохом состоянии, повышается риск возникновения дефектов качества, таких как зияние, и задержка воды мощность мышц ниже, чем в другие сезоны, что приводит к снижению выходного веса и снижению качества. Также большое значение имеет наличие собственных рыболовецких судов, отсутствие которых сказывается на качестве сырья. [4; 5]

Посол и созревание. Изменения в процедурах посола и сокращение времени выдержки привели к повышению содержания воды и увеличению выхода соленых продуктов по массе. Эти изменения сопровождаются более высоким уровнем усвоения соли, что является необходимым условием для насыщения солью жидкой фазы в мышцах и длительного срока хранения соленых продуктов [2]. Необходимо тщательно контролировать температуру и влажность во время хранения, чтобы замедлить рост галофильных бактерий и сохранить выход продукта по массе. Рост галофильных бактерий приводит к розовому окрашиванию поверхности филе, в то время как окисление может привести к желтому/коричневатому обесцвечиванию.

Несмотря на снижение доступности трески, наблюдавшееся в последние годы, треска никогда не утратит своей популярности и всегда будет продуктом, занимающим значительное место на рынке.

Библиографический список

1. Jobling T., Olsen M., Esaiassen M. Ageeva Gender-specific responses of mature Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) to feed deprivation // *Fish Res.* 2017. P. 5–9.
2. European Market Observatory For Fisheries And Aquaculture Products – Dried salted cod in Norway // European Union. 2021. P. 24.
3. Fernández-Polanco J. The Market For Salted Cod In Spain // Aalesund, Norway, 2014. P. 12.
4. Quaresma M. A. G. [et al.]. Evaluating dried salted cod amino acid signature for nutritional quality assessment and discriminant analysis // *Food Chemistry.* 2023. Vol. 10.
5. Yang C. S., Luo P., Zeng Z., Wang H. [et al.]. Vitamin E and cancer prevention: Studies with different forms of tocopherols and tocotrienols // *Mol. Carcinog.* 2020. P. 365–389.

Технохимическая характеристика сайки северных морей осеннего периода вылова

Рысакова К. С., Мухортова А. М., Шумская Н. В., Новиков В. Ю.

(г. Мурманск, Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича, mukhort@pinro.vniro.ru)

Аннотация. На основании сравнения технохимических характеристик сайки, добытой в Карском, Баренцевом и в море Лаптевых в осенний период, приведены рекомендации по рациональному использованию сырья. В работе также подробно проанализирован фракционный состав белков и липидов, аминокислотный состав, а также содержание тяжелых металлов, хлорорганических соединений в тканях сайки.

Abstract. Based on a comparison of the technochemical characteristics of saika caught from the Kara, Barents and Laptev Seas in the autumn period, the paper provides recommendations for the rational use of raw materials. In the paper also analyzes in detail the fractional composition of proteins and lipids, amino acid composition, as well as the content of heavy metals, organochlorine compounds in the tissues of the saika.

Ключевые слова: сайка, технохимический состав, биохимические свойства

Key words: saika, technochemical composition, biochemical properties

В последние годы на Северном бассейне наблюдается снижение запасов традиционных объектов промысла, в связи с чем особую актуальность приобретает освоение недоиспользуемых видов в качестве возможного сырья для промышленного производства новой продукции. К таким видам относится сайка или полярная тресочка (полярная тресочка, полярная треска) – *Boreogadus saida*, представитель семейства тресковые (*Gadidae*).

В Северном Ледовитом океане сайка вылавливается до 88 ° с. ш. Благодаря расчлененности арктической области крупными островами и архипелагами образует отдельные самостоятельные популяции в пределах своего ареала [1].

Сайка имеет особенно важное значение для экосистем арктических морей, поскольку является одним из основных кормовых объектов хищников высших трофических уровней – птиц и млекопитающих [2]. Особи длиной до 40 см и массой до 430 г, в возрасте до 8+ лет особенно часто встречаются в Баренцевом море и сопредельных водах.

Отечественный промысел сайки был возобновлен с 1992 г. после стабилизации ее запасов. С 2012 г. специализированный промысел сайки не

ведется. На 2022 г. Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО", рекомендовал установить возможный вылов на уровне 25 тыс. тонн [3]. Сайка отнесена к видам, на которые не устанавливается общий допустимый улов.

В настоящее время из сайки производят кормовую продукцию, которая предназначена для кормления пушных зверей, птиц и сельскохозяйственных животных [4]. Для широкого применения в качестве пищевого продукта требуется детальное изучение ее технoхимических свойств.

Цель настоящих исследований заключалась в сравнении и обобщении данных о технoхимическом составе и биохимических свойствах тканей сайки, выловленной в Баренцевом, Карском и море Лаптевых.

Объекты и методы исследования

В ходе экспедиций научно-исследовательских судов Полярного филиала ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича) в Карское, Баренцево и в море Лаптевых в осенний период, была добыта сайка, являющаяся объектом исследования в настоящей работе.

Размерно-массовый и общий химический состав выполняли в соответствии со стандартными методами [5; 6].

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения модифицированных аминокислот [7] на хроматомасс-спектрометрической системе LCMS-QP8000 "Shimadzu" (Япония) на колонке Supelcosil™ LC-18 с использованием обращенно-фазной ВЭЖХ.

Фракционный состав липидов исследуемых тканей гидробионтов определяли методом одномерной ТСХ на приборе CS-9000 "Shimadzu" (Япония), длина волны 540 нм. Идентификацию фракций проводили с помощью стандартов фирмы "Sigma" (Германия) [8].

Результаты и обсуждения

В уловах преобладали особи с абсолютной длиной тела 13,5–23,6 см и массой 16,1–100,0 г.

Качество продукции из сайки определяется комплексом показателей состояния рыбы, которые зависят от многих факторов, а именно от возраста, стадии физиологического развития, кормовой базы и ряда других.

Для получения пищевой продукции удовлетворительного и хорошего качества, когда содержание белка и жира в мышечной ткани наибольшее (белок 15,1–17,2 %, жир 0,44–1,22 %), лучше всего подходит осенний сезон вылова (сентябрь – ноябрь).

Выход мяса сайки в осенний период зависит от половой принадлежности и не зависит от моря вылова. У самок выход мяса больше, чем у самцов 29,3 – 39,0 % против 22,0 – 38,3 %, соответственно. Выход головы у сайки большой 19,0–30,6 % в зависимости от массы тела.

Аминокислотный состав белка мышечной ткани сайки является оптимальным для обеспечения потребностей взрослого человека за счет присутствия всех незаменимых аминокислот.

Жирность печени изменяется в зависимости от пола: у самок она составила – 28,6 %, самцов – 40,8 %. В липидах мышечной ткани сайки из разных морей определено достаточно высокое содержание триглицеридов (ТАГ), диглицеридов (ДАГ) и фосфолипидов (ФЛ).

Содержание тяжелых металлов в сайке не превышает допустимых значений, также как и наличие хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорбифенилов (ПХБ) – значительно ниже предельно допустимого уровня [9].

Результаты исследования технохимического состава и биохимических свойств позволяют рекомендовать сайку для пищевого применения, в частности, для получения следующих видов рыбопродукции: охлажденной, мороженой, соленой, провесной, солено-сушеной, холодного и горячего копчения, вяленой, кулинарии и консервов.

Библиографический список

1. Боркин И. В., Пономаренко В. П., Третьяк В. Л., Шлейник В. Н. Сайка *Boreogadus saida (Lepetchin)* – рыба полярных морей (запасы и использование) // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. М. : Наука, 1987. С. 183–207.
2. Долгов А. В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2012. 188 с.
3. Сайка // Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого и Карского морей и Северной Атлантики в 2022 г. Мурманск : Изд-во "ПИНРО". 2022. С. 50–51.
4. Сайка (полярная тресочка) Баренцева моря. Путинный прогноз 2004. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2004. – 56 с.
5. Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. М. : ВНИРО, 1981. 92 с.

6. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.1986. М. : Изд-во стандартов, 1985. 141 с.
7. HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization / F. R. Antoine, C. I. Wei, R. C. Littell, M. R. Marshall // J. Agr. Food Chem. 1999. Vol. 47, No. 12. P. 5100-5107.
8. Руководство по современной тонкослойной хроматографии / под ред. О. Г. Ларионова. М. : Науч. Сов. РАН по хроматографии, 1994. 312 с.
9. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_LAW_124768. (дата обращения 17.10.2019).

Технология мучных изделий, обогащенных йодом ламинарии: инновационный и коммерческий потенциал в Мурманской области

Савкина К. Н.^{1,2}, Шокина Ю. В.^{1,2} (г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский арктический университет", ¹кафедра технологий пищевых
производств, ²научно-исследовательская лаборатория
"Химия и технология морских биоресурсов", savkinakn2@mstu.edu.ru)

Аннотация. Предложена технология и разработана рецептура продукта, обогащенного йодом ламинарии беломорской – мучного изделия "Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом". В качестве пищевого ингредиента, обогащающего продукт йодом, использована ламинария пищевая сушеная в виде порошка производства ООО АВК (Архангельский водорослевый комбинат, г. Архангельск, Россия).

Abstract. The technology has been proposed and the formulation of a product enriched with iodine of kelp of the White Sea – flour product "Multi-grain loaves enriched with iodine" has been developed. As a food ingredient enriching the product with iodine, dried kelp was used in the form of powder produced by Arkhangelsk Algae Plant, Arkhangelsk, Russia.

Ключевые слова: ламинария, йод, обогащенный продукт, хлебцы

Key words: kelp, iodine, enriched product, crispbreads

Морские водоросли – это один из наиболее малоиспользуемых пищевых ресурсов на планете. Водоросли представляют собой устойчивый и возобновляемый источник биомассы, способный удовлетворить потребности растущего населения, которому угрожают изменение климата, чрезмерный вылов рыбы и расширение промышленности. Мировой рынок морских водорослей в настоящее время оценивается примерно в 8 миллиардов долларов США в год и ежегодно растет на 8 %. На Азию приходится 95 % производства [1].

Точная пищевая ценность любой водоросли зависит от того, в каком месяце она была собрана, но в целом она содержит впечатляющее разнообразие питательных веществ. Помимо йода и железа, бурая водоросль ламинария является богатым источником кальция, магния, калия, фолиевой кислоты, меди, цинка, никеля и витамина К.

Водоросли уже давно и широко выращиваются и потребляются в Азии, а в последнее десятилетие становятся все более популярными во всем мире в качестве элемента питания, поскольку в них много клетчатки

и минералов. В рационе человека ламинария может быть добавлена в суп или салат, а также использоваться в качестве подсластителя или загустителя в пищевых продуктах. Бурая водоросль *Saccharina Latissima* содержит в десять раз больше минералов, чем растения, выращенные в почве, богата антиоксидантами, которые могут помочь защитить здоровье сердечно-сосудистой системы и предотвратить рак [2].

Цель исследования – разработка технологических решений, направленных на расширение ассортимента мучных изделий, обогащенных йодом в составе ламинарии.

Объектами исследования являлись – опытные образцы мучного изделия "Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом", изготовленные по разработанной рецептуре. Предмет исследования – потребительские (органолептические) свойства хлебцев.

Используемое сырье для изготовления мучного продукта "Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом" это – мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта и мука овсяная, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное, соль, семена подсолнечника, семена кунжута, для обогащения мучного изделия йодом вносили ламинарию пищевую сушеную в виде порошка с частицами размером менее 200 мкм (производства ООО "АВК" Архангельский водорослевый комбинат", г. Архангельск, Россия).

Автоматизированное проектирование оптимальной рецептуры хлебцев выполняли в программе Fuzzy Logic Toolbox пакета MatLab (нечеткая логика) [3]. Влияющими факторами выбраны компоненты рецептуры, в наибольшей степени формирующие потребительские свойства мучного изделия, а именно: доля овсяной муки (X_1 , % от массы нетто сырьевого набора) и доля семян подсолнечника (X_2 , % от массы нетто сырьевого набора). Варьирование доли компонентов рецептуры, выбранных в качестве влияющих факторов, осуществляли за счет пропорционального изменения массы нетто пшеничной муки в составе сырьевого набора. Критерий оптимальности – достижение максимально возможного значения комплексного показателя K , характеризующего потребительские свойства хлебцев, в выбранном по результатам предварительных экспериментов диапазоне значений влияющих факторов. На рисунке 1 представлена поверхность отклика как один из результатов проектирования оптимальной рецептуры в программе MatLab.

Полученные оптимальные значения ключевых компонентов рецептуры, формирующих потребительские свойства хлебцев, были учтены в финальной рецептуре мучного изделия.

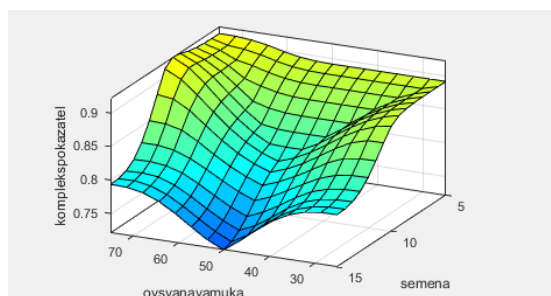


Рисунок 1 – Поверхность отклика

Таким образом, была разработана и оптимизирована новая рецептура мучного изделия "Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом". Изделие является обогащенным йодом, т.к. в него внесена ламинария беломорская, и предназначен для профилактики заболеваний, обусловленных дефицитом йода. Новое изделие расширяет ассортимент мучной продукции, обогащенной ценными пищевыми нутриентами.

Библиографический список

1. Официальный сайт предприятия Seaweeds Solutions AS. URL: <https://seaweedsolutions.com> (дата обращения 14.11.2023).
2. Савкина К. Н. [и др.]. Ламинария производства Архангельского водорослевого комбината в технологиях продуктов питания, обогащенных йодом: опыт разработки и перспективы коммерциализации // Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 102–108. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-102-108.
3. Луковкин С. Б. Элементы нечеткой логики в компьютерном моделировании : метод. указ по дисциплин. "Компьютерное моделирование" для студентов технических специальностей очной формы обучения. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. 38 с.

Поиск путей сохранения пищи в исторической ретроспективе и совершенствование технологии стерилизованных рыбных продуктов

Третьяк Н. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Ершов М. А.,
Кузнецова Т. А. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический
университет", кафедра технологий пищевых производств,
v.grokhovsky@mail.ru)

Аннотация. Изложена историческая ретроспектива создания способов сохранения пищи. Отмечена надежность способа тепловой стерилизации продуктов, показаны пути его совершенствования.

Abstract. A historical retrospective of the creation of ways to preserve food is presented. The reliability of the method of thermal sterilization of products is noted, and ways to improve it are shown.

Ключевые слова: питание, способы консервирования, тепловая стерилизация, совершенствование технологии, рыбные консервы

Key words: nutrition, canning methods, thermal sterilization, technology improvement, canned fish

Питание – одно из главных условий существования человека, сохранения его здоровья и трудоспособности. Вопросы обеспечения населения продуктами питания неразрывно связаны с их сохранностью без утраты их качества и безопасности, в особенности продукции длительного хранения.

А лучшие продукты питания – это свежеприготовленные. Как говорил более 2 500 лет назад Пифагор Самосский: "Только живая свежая пища может сделать человека способным воспринимать и понимать истину" [1]. Однако потребление человечеством только свежей пищи в необходимых объемах, практически, неосуществимо. Следовательно, актуальность сохранения пищевых продуктов априори не вызывает сомнений.

Свежеприготовленная продукция, как правило, может храниться всего несколько часов. А сохранять продукты в течение длительного срока люди умели с давних пор. Эскимосы морозили и вялили рыбу, индейцы предпочитали коптить и сушить мясо, египтяне бальзамировали птицу. По мнению И.А. Бессмертной и др. "Сушка – самый древний способ консервирования. Сушку рыбы впервые стали применять жители древней Вавилонии и Египта около 5 000 лет до н. э., а также жители, населявшие берега Пер-

сидского залива и Красного моря" [2]. У индейцев существовала еда под названием "пеммикан", когда мясо или рыбу высушивали на солнце, растирали между камнями, сушили полученный порошок, перемешав его с пряностями, и хранили в кожаных мешках более полугода; в России сухие пищевые продукты длительного хранения изготавливались почти три столетия назад: в 1763 году великий русский ученый М. В. Ломоносов "занимаясь организацией экспедиции для изучения полярных областей и Северного морского пути, делал заказ на изготовление по полтора пуда сушеного супа со специями и без специй"; в Сибири с давних пор изготавливали из сушеной рыбы муку – "порсу" [3].

Как отмечает Л. Белюсева, "первые аналоги консервов, произведенные человеком, были найдены при раскопках гробницы фараона Тутанхамона в Египте, в которой обнаружены выдержавшие испытание тысячелетиями зажаренные и забальзамированные оливковым маслом утки в глиняной чаше" [4].

Во 2-й половине XVIII века в Европе развернулись научные споры о новом классе организмов – микробах. Ирландский натуралист J. Needham, (1713–1781 гг.) полагал, что бактерии самозарождаются из грязи [5]. С таким заключением Нидхем не согласился итальянский естествоиспытатель Spallanzani (1729–1799 гг.). Ему под микроскопом удалось наблюдать деление микроба на две одинаковые дочерние клетки, что позволило ученому утверждать, что микроорганизмы возникают не в результате самозарождения, а происходят от себе подобных [5].

Результаты проведенных Л. Спалланцани экспериментов через 2 десятка лет проросли великим открытием по созданию технологии тепловой стерилизации консервов, которое совершил в конце XVIII века французский повар и гастроном Nicolas Appert (1752–1841 гг.). Он так описывал свой способ сохранения пищи длительное время: продукты, подлежащие консервированию, расфасовываются в бутылки или банки, которые тщательнейшим образом укупориваются и подвергаются действию кипящей воды на водяной бане в течение большего или меньшего промежутка времени; банки или бутылки извлекаются из водяной бани в указанное время [6].

С этого момента началось непрерывное совершенствование данного способа сохранения продуктов, которое продолжается и по сегодняшний день, поскольку является одним из наиболее надежных методов консервирования.

В МГТУ разработан новый вид консервов в масле с использованием подсушенного филе трески и мяса креветки – "Морское созвездие", особенностью которого является щадящий режим стерилизации [7]. В настоящее время авторским коллективом кафедры ТПП разработаны пастеризационно-стерилизационные консервы из печени трески, отличающиеся невысоким стерилизующим эффектом (0,7–1,2 условных минут), отсутствием патогенной микрофлоры и отличными гастрономическими достоинствами. Подготовлена заявка на патент РФ на способ изготовления продукта. Вновь созданные консервы проходят исследования в процессе длительного хранения.

Библиографический список

1. Высказывания великих людей о питании. Цитаты. [entries| archivefriends| userinfo], 11.04.2013. URL: <https://health-just4you.livejournal.com/35489.html> (дата обращения: 21.10.23).
2. Бессмертная И. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К. [и др.]. Вяленые, сушено-вяленые, провесные, формованные и аналоговые продукты из водных биоресурсов : монография в 2 ч. Ч. 1. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2023. 216 с.
3. Из истории изобретения консервной банки. 07.02.2009. URL: <https://vespig.wordpress.com/2009/02/07/из-истории-изобретения-консервной-банки/> (дата обращения: 21.11.23).
4. Белюсева Л. Это было давно... // Наука и жизнь. 2006. № 10. URL: <https://www.nkj.ru/archive/-articles/7661> (дата обращения: 21.11.23).
5. Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология. Гл. 12. Проблемы происхождения и эволюции жизни. М. : МГУ, 1992, С. 160–185.
6. Флауменбаум Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов. М. : Лег. и пищ. пром-сть., 1982. 268 с.
7. Сухова Т. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Демид А. В. К вопросу разработки деликатесных рыбных консервов с использованием щадящего режима стерилизации // Наука и образование : мат. всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 15 ноября 2019 г. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2019. С. 192–196.

Биопереработка сельскохозяйственных отходов

Ульрих Е. В., Верхотуров В. В., Баркова А. С. (г. Калининград, ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет", кафедра производства и переработки сельскохозяйственной продукции elen.ulrich@mail.ru)

Аннотация. Коммерческое производство грибов основано на компостировании местных агропромышленных отходов, богатых углеродом и азотом, таких как пшеничная солома с добавлением куриного помета. Любой из компонентов может быть заменен другими видами зерновой соломы: ячменной, овсяной или смесью различных видов соломы и совмещен с молочным навозом – дигестатом пищевых отходов после анаэробного сбраживания биогаза.

Abstract. Commercial mushroom production is based on composting local agro-industrial wastes rich in carbon and nitrogen, such as wheat straw mixed with chicken manure. Any of the components can be replaced by other types of grain straw: barley, oat or a mixture of different types of straw and combined with dairy manure - digestate of food waste after anaerobic digestion of biogas.

Ключевые слова: отходы, аэробное сбраживание, субстрат, полезные вещества, грибы

Key words: waste, aerobic fermentation, substrate, nutrients, mushrooms

Новые сельскохозяйственные технологии разрабатываются с учетом циркулярной сельскохозяйственной экономики и необходимости переработки отходов. Кроме того, растущая индустриализация и урбанизация приводят к увеличению пищевых отходов и неправильному обращению с отходами во всем мире. Четверть мировых излишков энергии тратится впустую [1]. Синергия между производством продуктов питания и утилизацией отходов направлена на защиту питания и производственных циклов, а не на вывоз отходов на свалки или сжигание. Еда содержит достаточно полезных веществ. Кроме того, отходы пищи имеют высокое содержание воды и могут использоваться для анаэробного сбраживания (АС), химического гидролиза или аэробного синтеза [2]. В районах, где инфраструктура уже существует, производство биомассы можно увеличить за счет объединения ресурсов [3]. Анаэробное разложение отходов используется на заводе Magic Factory в Семе, Норвегия. АС позволяет использовать сточные воды для "переваривания". Этот богатый азотом и ор-

ганическими веществами продукт был протестирован как идеальный субстрат для выращивания грибов [4]. Таким образом, выращивание грибов успешно сочетает в себе утилизацию отходов и производство продуктов питания, а применение методов биоконверсии этих отходов создало новые возможности для переработки отходов.

Вид *Agaricus* ssp. используется для вышеуказанных исследований, поскольку их суть основана на переработке пищевых отходов, содержащих высокое содержание белка (низкое соотношение C/N). Высокое содержание азота полезно для шампиньонов, т.к. аммиак легко удаляется по окончании вторичного брожения. Помимо источников азота, грибам для роста необходим углерод. Для выращивания грибов доступен широкий спектр субстратов [2]. В большинстве исследований грибы миндального шампиньона (*Agaricus subrufescens*) выращивали с использованием пшеничной соломы в качестве основного ингредиента.

Поскольку в настоящее время Россия продвигает биоэкономику замкнутого цикла и получает доступ к продуктам местного производства, важно изучить коммерческое производство шампиньонов с использованием ресурсов местного производства. Поэтому для выращивания миндального шампиньона, температура должна составлять от 23 до 27 °С, что позволяет грибу переносить относительную влажность окружающей среды и противостоять вредителям [4]. Шампиньоны, содержат бензальдегид и бензойную кислоту, которые придают ему неповторимый аромат и вкус, что делает его уникальным деликатесом [5]. Этот вид считается лекарственным грибом и содержит биоактивные полисахариды и белковые соединения, действующие как мощные антиоксиданты и антибактериальные средства [2].

Библиографический список

1. Poore J., Nemecek, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. // *Science*. 2018. Vol. 360. P. 987–992. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>.
2. O'Brien B. J., Milligan E., Carver J., Roy E. D. Integrating anaerobic co-digestion of dairy manure and food waste with cultivation of edible mushrooms for nutrient recovery. // *Bioresour. Technol.* 2019. Vol. 285. P. 121–312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121312>.
3. Kumar P., Kumar, V., Adelodun, B., Bedeković, D., Kos, I., Širić, I., Silva, L.F. Sustainable Use of Sewage Sludge as a Casing Material for Button Mush-

room (*Agaricus bisporus*) Cultivation: Experimental and Prediction Modeling Studies for Uptake of Metal Elements. // J. Fungi. 2022. Vol. 8. P. 112. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8020112>.

4. Udayasimha L., Vijayalakshmi, Y.C. Sustainable waste management by growing mushroom (*Pleurotus florida*) on anaerobically digested waste and agro residues. // Int. J. Eng. Res. Technol. 2012. Vol. 1. P. 1–8.

5. Jasinska A., Wojciechowska, E., Stoknes, K., Roszak, M. Bioconversion of Agricultural Wastes into a Value-Added Product: Straw of Norwegian Grains Composted with Dairy Manure Food Waste Digestate in Mushroom Cultivation. // Horticulturae. 2022. Vol. 8. P. 331. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040331>.

Товароведная характеристика клюквы Северо-Западного региона и перспективы ее применения в общественном питании

Хармич Е. Е., Бражная И. Э. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологий пищевых производств, *sulikova_e@mail.ru, brain67@mail.ru*)

Аннотация. Изучен химический состав ягод клюквы, проведены маркетинговые исследования целесообразности разработки сладкого блюда с использованием регионального сырья и мониторинг ассортимента сладких блюд в крупных торговых сетях, разработана базовая рецептура сладкого блюда и технологическая схема производства, определены технологические режимы и адаптация рецептуры по химическому составу.

Abstract. The chemical composition of cranberry berries has been studied, marketing studies have been conducted on the feasibility of developing a sweet dish using regional raw materials and monitoring the assortment of sweet dishes in large retail chains, a basic recipe for a sweet dish and a production flow chart have been developed, technological modes and adaptation of the formulation according to chemical composition have been determined.

Ключевые слова: сладкое блюдо, ассортимент, желатин, белки, ягоды клюквы, химический состав

Key words: sweet dish, assortment, gelatin, proteins, cranberry, chemical composition

Согласно Доктрины продовольственной безопасности РФ стратегической целью, стоящей перед предприятиями общественного питания, является обеспечение населения страны безопасной, качественной и доступной пищевой продукцией [1]. Мурманская область располагает значительными ресурсами съедобных ягод, которые незначительно используются в пищевой промышленности и в общественном питании. Использование дикорастущего ягодного сырья позволит обогатить готовую продукцию витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами, что будет способствовать снижению дефицита незаменимых пищевых веществ в рационе питания населения. Согласно проведенным маркетинговым исследованиям пищевая продукция с региональным ягодным сырьем представляет собой достаточно востребованную группу продовольственных товаров и поэтому разработка рецептуры и технологии данного ассортимента продукции является актуальным, особенно с учетом витаминного и минерального состава ягодного сырья [2; 3].

На начальном этапе была проведена товароведная оценка ягод клюквы, результаты представлены на таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Органолептическая оценка ягод клюквы Кольского полуострова

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Ягоды шаровидной формы – 5 мм
Цвет	Темно-красный
Консистенция	Сочная, с жесткой кожицей
Запах	Свойственный данной ягоде
Вкус	Кисло-терпкий

Таблица 2 – Результаты исследований ягод клюквы Северо-Западного региона [4]

Показатель	Экспериментальный результат, %	Справочные данные [5–7]
Массовая доля белка	0,4	0,5
Массовая доля жира	–	–
Массовая доля воды	87,9	89,5
Массовая доля минеральных веществ	0,2	0,3
Массовая доля углеводов, в т.ч.	11,5	12,0
– массовая доля редуцирующих сахаров	3,6	4,3
– массовая доля пектиновых веществ	0,3	0,5
Массовая доля витамина С, мг%	29,6	15,0
Массовая доля железа, мг/кг	0,64	0,6

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что химический состав клюквы Мурманской области близок к химическому составу клюквы Карелии и Ленинградской области [5–7]. Однако, по содержанию витамина С ягоды Кольского полуострова превосходят ягоды из указанных выше регионов. Они более мелкого размера, имеют ярко выраженный кислый вкус и пониженное содержание простых сахаров, которые придают ягодам сладкие вкусовые оттенки.

В ходе исследований была разработана рецептура и технология сладкого блюда на основе ягод клюквы, выполнено математическое моделирование в программе DataFit 9.0, разработана технологическая схема. Результаты представлены в виде таблицы 3 с указанием вложения основных компонентов.

Таблица 3 – Базовая рецептура сладкого блюда "Крем шоколадно-клюквенный "Кренберри""

Наименование продуктов и сырья	Масса брутто, г	Масса нетто, г
Сливки питьевые цельные	90,0	90,0
Шоколад темный	10,0	10,0
Сахар-песок	5,0	5,0
Ванильный сахар	5,0	5,0
Желатин	3,0	3,0
Вода	12,0	12,0
Сок клюквы	30,0	17,0
Украшение:		
Орех фундук	5,0	5,0
Морошка (ягода)	5,0	5,0
Клюква (ягода)	6,0	5,0
Выход		100,0

Таким образом, проведенное ранее исследование рынка и потребительских предпочтений подтверждает актуальность и целесообразность разработки сладких блюд с дикорастущим региональным ягодным сырьем. Установлено, что клюква Мурманской области содержит больше витамина С и меньше простых сахаром, что соответствует литературным сведениям и позволяет восполнить недостаток витаминов людей, проживающих в районах Крайнего Севера. Разработана рецептура сладкого блюда, отвечающая запросам потребителей.

Библиографический список

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации : Указ президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398?ysclid=lq0ow66hsf4504321§ion=text> (дата обращения 02.12.2023).
2. Хармич Е. Е., Туршук Е. Г. Исследование свойств клюквы Кольского полуострова для разработки сладких блюд // Сборник докладов региональной научно-практической конференции "Ключевые факторы развития северных территорий России". Мурманск : ПИПРО им. Н. М. Книповича, 2018. С. 120–123.
3. Хармич Е. Е., Туршук Е. Г. Исследование химического состава и витаминной активности блюд на основе ягод клюквы Крайнего Севера // Сборник докладов региональной научно-практической конференции "Ключевые

факторы развития северных территорий России". Мурманск : ПИНРО им. Н. М. Книповича, 2019. С. 221–223.

4. Бражная И. Э., Башканов А. Г., Чернявская А. С., Хармич Е. Е. Разработка технологии сиропа полуфабриката из клюквы кольского полуострова // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. Мурманск : Мурманский государственный технический университет, 2020. № 1. С. 53–56.

5. Черкасов А. Ф., Буткус В. Ф., Горбунов А. Б. Клюква. М. : Лесная промышленность, 1991. 217 с.

6. Лютикова М. Н., Туров Ю. П. Компонентный состав свежих, мороженых и подснежных ягод клюквы (*Oxycoccus palustris*) // Химия растительного сырья. 2011. № 4. С. 231–237.

7. Коробкина З. В. Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. М. : Экономика, 1969. 152 с.

Пищевая ценность и перспективы использования в питании боровой дичи Арктической зоны Красноярского края

Шитова Д. Д., Ханеева М. А., Сафронова Т. Н. (г. Красноярск, ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет", кафедра гостиничного дела, DShitova-IT22@stud.sfu-kras.ru)

Аннотация. Мясо боровой дичи обладает высокой биологической ценностью, может служить диетическим и профилактическим продуктом питания человека. Работа посвящена изучению пищевой ценности мяса боровой дичи в Арктической зоне Красноярского края.

Abstract. Upland game meat has a high biological value and can serve as a dietary and prophylactic human food product. The work is devoted to the study of the nutritional value of boron game meat in the Arctic zone of the Krasnoyarsk Territory.

Ключевые слова: Арктическая зона Красноярского края, боровая дичь, пищевая ценность

Key words: Arctic zone of Krasnoyarsk Territory, upland game, nutritional value

Тетеревиные птицы – семейство птиц отряда куриных, характеризуются морфологическими адаптациями к холодной окружающей среде. Во время сильных морозов у птиц наблюдается снижение пищевой активности, и они могут голодать в течение продолжительного времени.

Целью работы являлось изучение пищевой ценности мяса боровой дичи Арктической зоны Красноярского края.

Методы исследования: сведения о пищевой ценности мяса боровой дичи получены в результате изучения литературных данных, статистических данных государственного мониторинга охотных ресурсов и среды их обитания.

Белая куропатка (лат. *Lagopus lagopus*) [2; 3] широко распространена: от Кольского полуострова до Чукотки, Камчатки и Сахалина, а также на островах Новосибирских и Колгуеве. Мясо белой куропатки имеет высокие пищевые качества. Химический состав, (%): воды – 71,5, белка – 25,0, жира – 2,1 и минералов – 1,4, в состав входит ряд витаминов (А, РР, группа В, Е, Н) [4].

Ареал обитания Тундряной куропатки (*Lagopus mutus*) [1–3] распространяется от Кольского полуострова до Берингова моря и до Земли Франца-Иосифа, острова Колгуева и Новосибирских островов на севере. Химический состав, (%): воды – 72,5, белка – 22,2, азотистых экстрактивных веществ – 0,54, жира – 0,5, золы – 1,3.

Рябчик (*Tetrastes bonasia*) [1; 4] – один из основных объектов промысла пернатой дичи. Ареал рябчика простирается от западных рубежей РФ к востоку до р. Колымы и острова Сахалин. На севере ареал рябчика переходит полярный круг. Химический состав, (%): воды – 73,3, белка – 21,8, азотистых экстрактивных веществ – 3,3, жира – 0,1, золы 1,1.

Тетерев (*Lyrurus tetrix*) [1; 4] распространен до лесотундры на севере, до рек Колымы и Омолона на востоке и до берегов Охотского и Японского морей. Химический состав, (%): воды – 72,3, белка – 22,2, азотистых экстрактивных веществ – 3,3, жира – 0,1, золы 1,4. В мясе тетерева содержится много макро- и микроэлементов.

Ареал обитания Глухаря обыкновенного (*Tetrao urogallus*) [1–4] простирается в европейской части РФ до лесотундры и в Сибири до Северного Полярного круга. Это один из самых крупных представителей боровой дичи, масса самцов составляет около 4,0 кг, самок – 1,8 кг. Мясо глухаря характеризуется высоким содержанием сырого протеина, азотистых экстрактивных веществ, белков, в том числе полноценных.

В результате обобщения литературных источников нами сформирован средний химический состав мяса боровой дичи [1–4] (таблица 1) и проведена оценка степени удовлетворения в основных пищевых веществах организма человека за счет боровой дичи.

Таблица 1 – Степень удовлетворения потребности организма человека в основных пищевых веществах за счет боровой дичи для Арктической зоны (ТР ТС 022/2011; МР 2.3.1.0253-21)

Основные пищевые вещества	Содержание основных пищевых веществ в продукте, 100 г	Рекомендуемый уровень суточного потребления для жителей Арктической зоны	Степень удовлетворения в основных пищевых веществах для Арктической зоны, %
Энергетическая ценность, кДж/ккал	80–228	12037,05/2875	2,8–7,9

Основные пищевые вещества	Содержание основных пищевых веществ в продукте, 100 г	Рекомендуемый уровень суточного потребления для жителей Арктической зоны	Степень удовлетворения в основных пищевых веществах для Арктической зоны, %
Белки, г	18–25	86	20,9–29
Жиры, г	0,88–14,04	95	0,9–14,8
Углеводы, г	0–0,5	419	0–0,12
Кальций, мг	10,3–22,98	1037	1–2,2
Фосфор, мг	200	1558	12,8
Железо, мг ⁷	1,2–4,41	13/23	9,2–33,9/5,2–19,2
Магний, мг	16,5–21,5	517	3,2–4,1
Цинк, мг	0,23–3,09	12	1,9–25,7
Йод, мкг	7	150	4,6
Калий, мг	215–250	3500	6,1–7,1
Витамин А, мкг рет. экв. ⁷	40–70	900/800	4,4–7,7/5–8,7
Витамин D, мкг	0,2	15	1,3
Витамин Е, мг ток. экв.	0,5–0,7	19	2,6–3,7
Витамин С, мг	2,3–8,6	100	2,3–8,6
Тиамин, мг	0,1–0,328	1,7 (0,6 мг/1000 ккал)	5,9–19,3
Рибофлавин, мг	0,2–0,343	2,2 (0,75мг/1000 ккал)	9–15,6
Ниацин, мг ниацин. экв.	6,488–7,887	23 (8 мг ниацин. экв./1000 ккал)	28,2–34,3
Витамин В ₆ , мг	0,4–0,617	2,9	13,8–21,3
Витамин В ₁₂ , мкг	2–2,9	3,6	55,5–80,5
Биотин, мкг	3	50	6
Пантотеновая кислота, мг	0,5	5	10

Таким образом, мясо боровой дичи обладает высокой биологической ценностью, может служить диетическим и профилактическим продуктом питания человека.

Библиографический список

1. Андреев А. В. Материалы по биологии тетеревиных птиц Северо-Восточной Сибири в зимний период // Птицы Северо-Востока Азии. Владивосток, 1979. С. 26–27.
2. Устименко Л. И. Мясо тундряной и серой куропаток // Охота и охот. хозяйство. 1972. №3. С. 21–22.
3. Устименко Л. И. Содержание макро- и микроэлементов в мышечной ткани диких промысловых пернатых : сб. науч. тр. МВА. 1973. Т. 68. С. 143–146.
4. Устименко Л. И. Морфологический и химический состав мяса боровой и водоплавающей дичи : сб. науч. тр. МВА. 1973. Т. 68. С. 139–143.

Влияние ферментного перапарата из гепатопанкреаса краба-стригуна (опилио) на созревание малосоленой деликатесной продукции из лососевых рыб

Шокина Ю. В., Лукина Е. В., Шкуратова Е. Б., Антонов П. В., Левшина И. Е. О., Шокин Г. О. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологий пищевых производств, *shpkinayuv@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Исследовано влияние ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна опилио на процесс созревания в технологии деликатесного малосоленого филе форели радужной. По результатам исследований обоснован способ посола – инъектированием тузлуком, в состав которого введен ферментный препарат из гепатопанкреаса краба-стригуна опилио в концентрации 0,04 %.

Abstract. The effect of an enzyme preparation from the hepatopancreas of the opilio crab on the maturation process in the technology of delicately salted rainbow trout fillet was studied. According to the research results, the method of salting is justified - injection with brine, which contains an enzyme preparation from the hepatopancreas of the opilio crab at a concentration of 0.04 %.

Ключевые слова: ферментный препарат, созреватель, посол, созревание, форель радужная

Key words: enzyme preparation, maturation agent, salting, maturation, rainbow trout

Наиболее прогрессивным на сегодня и перспективным для изготовления деликатесной слабо- и малосоленой продукции из лососевых рыб является посол шприцеванием или инъектированием в посолочных машинах, или с использованием средств малой механизации. Достоинством способа является возможность внесения в толщу филе в составе рассола (тузлука) пищевых добавок (ПД), обладающих свойствами консерванта, красителя, созревателя, водоудерживающего агента и др., а также достигаемая равномерность посола, увеличение выхода продукта, уменьшение расхода соли и сокращение длительности посола.

Особый интерес представляют ПД, предназначенные для регулирования требуемого уровня органолептических показателей продукции, формируемых в процессе созревания слабо- и малосоленой рыбопродукции. В настоящее время в производственной практике широко применяются комплексные ПД, направленные на интенсификацию процесса созревания

под действием собственных тканевых и пищеварительных ферментов рыб. В состав таких добавок входят химические соединения, формирующие оптимальные условия для действия протеолитических ферментов рыб, например, создающие оптимум рН действия ферментов (цитраты, ацетаты, лимонная кислота). Альтернативой применения таких добавок может стать использование ферментных препаратов (ФП), получаемых из животного сырья, в том числе водного происхождения, характеризующихся высоким содержанием протеаз.

В Полярном филиале ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича) разработана и успешно внедрена в производство технология ФП из отходов от разделки краба стригуна (опилио), добываемого в промышленных масштабах в Баренцевом море, характеризующегося высоким содержанием протеаз [1].

Цель исследования – обоснование технологического решения по использованию ФПГПКС в качестве созревателя в технологии деликатесной рыбной продукции из филе форели радужной. Объектом исследования являлись опытные образцы малосоленой продукции из филе форели радужной, изготовленные по разработанной технологии с использованием ФПГПКС и технологические решения, направленные на формирование потребительских признаков деликатесной рыбной продукции с использованием созревателя натурального происхождения – ФПГПКС. Задачи исследования:

1. исследовать влияние способа введения ФПГПКС в ткани рыбы на выход, биохимические и органолептические изменения полуфабриката и готовой продукции в процессе созревания и хранения;
2. предложить оптимальный способ посола филе форели радужной с использованием ФПГПКС для формирования признаков деликатесной малосоленой продукции.

Солили опытные образцы филе форели радужной законченным способом, инъектированием тузлуком с досолом до требуемой солености готовой продукции 4,0 % следующим образом:

1 вариант – посол филе инъектированием тузлуком плотностью $1,15 \text{ г/см}^3$, в рассол вводили консервант (бензоат натрия и сорбат калия), предварительно растворив сухой мелкокристаллический порошок в небольшом количестве теплой воды, до концентрации в рассоле 1 %. Гидромодуль, достигнутый в процессе инъектирования от 8 до 11,5 %. Досол

филе осуществляли в тузлуке плотностью $1,04 \text{ г/см}^3$, в который добавлен ФПГПКС в виде сухого тонко измельченного порошка до концентрации в растворе $0,04 \%$. Температура процессов посола и созревания минус $3 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

2 вариант – посол филе инъектированием тузлуком плотностью $1,15 \text{ г/см}^3$, в рассол вводили консервант (бензоат натрия и сорбат калия), предварительно растворив сухой мелкокристаллический порошок в небольшом количестве теплой воды, до концентрации в рассоле 1% . В рассол вводили ФПГПКС в виде сухого тонко измельченного порошка до концентрации в растворе $0,04 \%$. Гидромодуль, достигнутый в процессе инъектирования от 8 до $11,5 \%$. Досол филе осуществляли сухой кристаллической солью. Температура процессов посола и созревания минус $3 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

3 вариант – контроль, соответствует варианту 2, но без добавления в тузлук для инъектирования ФПГПКС.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволил установить, что добавление ФПГПКС в рассол для инъектирования филе форели радужной приводит к интенсификации процесса созревания, фиксируемой по росту показателей буферной емкости, массовой доли аминного азота и общей кислотности водной вытяжки из мяса рыбы и, как следствие, к существенному улучшению потребительских свойств.

Объективная оценка процесса созревания в толще филе форели радужной при посоле инъектированием рассолом и последующим досаливанием в тузлуке с добавлением ФПГПКС в концентрации $0,04 \%$ показала, что данный способ является неэффективным для достижения улучшенных потребительских свойств деликатесной продукции, а также для сокращения длительности производственного цикла. Его применение в производственной практике нецелесообразно, т.к. приведет к дополнительным издержкам на приобретение созревателя ФПГПКС и, при этом, не приведет к достижению цели улучшения качества малосоленой продукции.

Библиографический список:

1. Шкуратова Е. Б., Мухин В. А., Лыжов И. И. Влияние температуры и pH на активность протеиназ из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* // Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 47–50.

Зразы рыбная с овощами в витаминно-минеральной добавке

Эгель И. Я., Волченко В. И. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологии пищевых производств, *egeliya2@mauniver.ru*)

Аннотация. Приводятся данные по оценке потребительских предпочтений и исследованию зраз с витаминно-минеральной добавкой, использованной для обогащения пищевого продукта.

Abstract. The data about study of customer preferences and research of zrazy with vitamin and mineral additive used for the enrichment of the food product are given.

Ключевые слова: рыба, рыбопродукты, витамины, минеральные вещества

Key words: fish, fish products, vitamins, minerals

Роль рационального питания, в том числе и вопросы обогащения пищевых рационов, приобретает большую актуальность из-за роста неинфекционных и хронических заболеваний среди населения. Обеспечение населения полноценным питанием с позиций сбалансированности связаны с социально-экономическими, климатическими, культурными, демографическими и другими особенностями разных стран. Потребность в обогащении витаминами продуктов питания и его эффективность варьируются в зависимости от возраста, пола, генетического профиля, состояния здоровья и т. д.

Стратегии обогащения витаминами продуктов питания оказывают огромный положительный эффект на медицинские показатели и качество здоровья населения [1–3].

Для выявления потребительского спроса был применен метод маркетинговых исследований – опрос путем электронного анкетирования. В опросе участвовало 66 респондентов.

Основным потенциальным потребителем "Зразы рыбных с овощами в витаминно-минеральной добавке" являются - женщины (77,3 % от общего числа респондентов). Из них – большинство в возрасте от 20 до 40 лет (74, 2 % от общего числа респондентов). Часть опрошенных респондентов имеют доход ниже среднего (43,9 % от общего числа респондентов).

Анализ востребованности фирменного блюда.

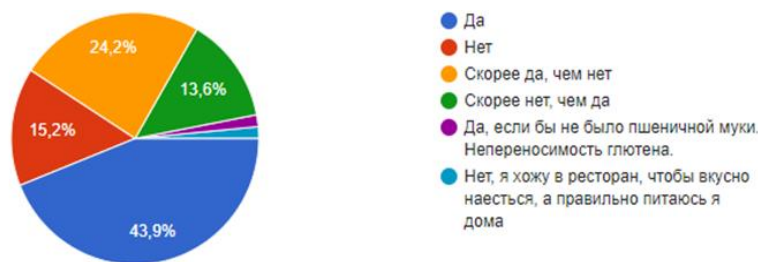


Рисунок 1 – результаты опроса

В состав продукта "Зразы рыбная с овощами в витаминно-минеральной добавке" входят следующие ингредиенты: путассу, шпик, лук репчатый, морковь, витаминно-минеральная добавка, масло растительное. Видом тепловой обработки является обжаривание, а затем доведение до готовности в жарочном шкафу.

Несмотря на то, что рыбные блюда богаты питательными веществами, было принято решение добавить витаминно-минеральную добавку, чтобы увеличить биологическую ценность.

В состав витаминно-минеральной добавки входит: мука пшеничная (высш. сорта), минеральные соли: кальция – 33 %, железа – 42 %, йода – 24 %, цинка – 25 %, витамины: В₁ – 28 %, В₂ – 18 %, В₆ – 20 %, РР – 42 %, фолиевая кислота – 16 % (проценты указаны от общего числа самой добавки).

Для того, чтобы разработать рецептуру, потребовалось оптимизировать ее по фаршу и начинке.

- X_1 – доля фарша от мясорыбного сырья
- X_2 – доля лука от начинки
- Y – уровень качества по органолептической оценке

$$Y = a + b \ln X_1 + c \ln^2 X_1 + d \ln X_2 + e \ln^2 X_2$$

где $a = -33,9$; $b = -1002$; $c = -3762$; $d = -178,3$; $e = -1167$

Оптимум наблюдается при $X_1 = 0,875$; $X_2 = 0,466$

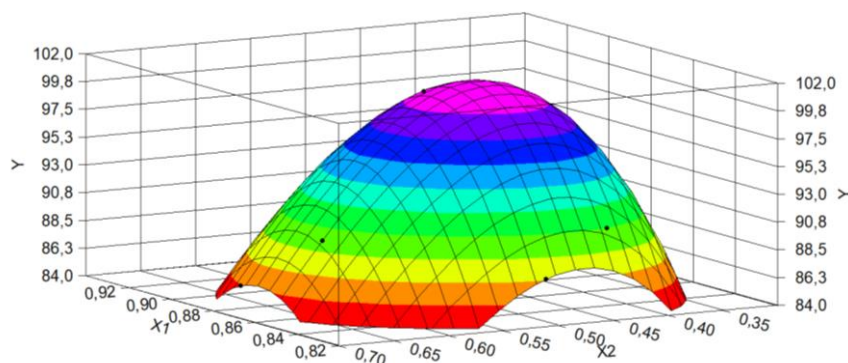


Рисунок 2 – оптимизация рецептур зраз по фаршу и начинке

На каждом этапе было разработано несколько рецептур. Были использованы разные вложения компонентов основных ингредиентов, которыми являются лук, морковь.

По результатам органолептической оценки образцов в ходе дегустации, был сделан вывод, что с максимальным уровнем качества является рецептура и образец № 1, который был выбран для дальнейшей работы [4].

Результаты физико-химических исследований на соль равную 1,5 %, воду равную 58 %, белки равные 19,85 %, жиры равные 19,85 %, углеводы равные 4,67 %. По результатам которых была рассчитана калорийность блюда на 140 г равная 154,34 ккал.

В ходе отработки рецептуры были определены нормы вложения сырья, установлены производственные потери, потери при тепловой обработке и выход готового блюда. Также произведен расчет калорийности [5]. Энергетическая ценность данного пищевого продукта рассчитана на основании химического состава продукта и энергетической ценности питательных веществ.

$$\mathcal{E} = 13,44 \cdot 16,7 + 9,10 \cdot 37,7 + 4,67 \cdot 15,7 = 640,84 \frac{\text{кДж}}{100 \text{ г}} = 154,34 \frac{\text{ккал}}{100 \text{ г}}$$

По микробиологическим показателям сроки годности готового блюда составляют 1,5 суток.

Т.к. сроки годности слишком малы, было принято решение замораживать готовый продукт и провести исследования на микробиологические показатели, где срок годности замороженного блюда составил 45 суток.

Библиографический список

1. Батищев В. В., Антипова Л. В. Переработка и производство рыбной продукции: современные проблемы и перспективы их решения.
2. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Батищев В. В. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей.
3. Криницкая Н. В., Студенцова, Н. А. Состояние и перспективы производства фаршевых изделий из рыбы. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2002. № 1. С. 5–8
4. Коцыло И. В., Мукатова М. Д. О пищевой и биологической ценности формованных рыбных полуфабрикатов из сырья пониженной товарной ценности, разработанных на основе компьютерного моделирования рецептур.
5. Туршук Е. Г. Выполнение технологических расчетов по дисциплине "Технология продукции общественного питания": учеб. пособие / Е. Г. Туршук. Мурманск : изд. МГТУ, 2011. 140 с.

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Свойства водно-нефтяных эмульсий, содержащих продукты окисления

Берестова Г. И., Кучина Ю. А., Колотова Д. С., Холзакова Л. Д.

*(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет",
кафедра химии, berestovagi@mstu.edu.ru)*

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния продуктов окисления в нефти на свойства водно-нефтяных эмульсий.

Abstract. In this work, the results of the study of the influence of oxidation products in oil on the properties of water-oil emulsions are presented.

Ключевые слова: водно-нефтяные эмульсии, степень окисления, устойчивость эмульсии, дисперсность эмульсии

Key words: water-oil emulsions, degree of oxidation, emulsion stability, emulsion dispersity

Высокая степень обводненности продукции нефтедобывающих скважин России осложняет добычу и подготовку нефти для транспортирования и переработки. Процессы окисления углеводородов в нефти начинаются сразу после нарушения консервации залежи [1]. Информация о свойствах водно-нефтяных эмульсий необходима для эффективного деэмульгирования обводненной окисленной нефти. Целью работы является изучение влияния продуктов окисления компонентов нефти на свойства водно-нефтяных эмульсий.

Для исследования свойств водно-нефтяных эмульсий использовали следующие методы: титриметрия по ГОСТ 5985-2022, оптическая микроскопия, тензиометрия, реометрия, метод ускоренного термического воздействия при температуре 100 °С в присутствии медного катализатора. Для оценки содержания продуктов окисления в нефти определяли кислотное число и спектральные коэффициенты окисленности в соответствии с методикой, представленной в работах [2; 3]. Эмульсии получали диспергированием водной фазы (модельной пластовой воды) и нефти до и после окисления (Варандеевского и Приразломного месторождений) при температуре 40 °С, скорости перемешивания 10000 об/мин с использованием диспергатора T25 Digital Ultra-Turrax (ИКА, Германия). Концентрацию дисперсной фазы (φ) в эмульсиях варьировали от 10 до 90 %.

Устойчивость полученных эмульсий оценивали по кинетическим кривым расслоения. После окисления скорость расслоения эмульсий умень-

шалась. Показано, что наиболее агрегативно устойчивые эмульсии были получены при соотношении вода : нефть = 6 : 4 для нефти Варандеевского месторождения и вода : нефть = 4 : 6 для нефти Приразломного месторождения. Эмульсии нефти Варандеевского месторождения относятся к первому типу, а Приразломного – ко второму (рисунок 1).

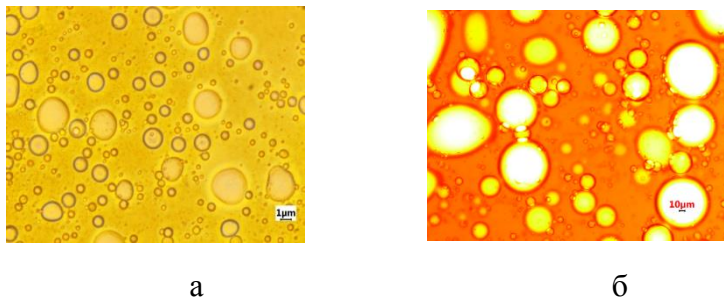


Рисунок 1 – Микрофотографии эмульсий ($\varphi = 40\%$). Состав эмульсий:
а) дисперсная фаза - нефть (Варандей); дисперсионная среда – вода;
б) дисперсная фаза - вода; дисперсионная среда – нефть (Приразломное)

Показано, что дисперсность эмульсий, содержащих продукты окисления нефти, увеличивается, при этом диаметр капель дисперсной фазы уменьшается с 1,7 до 0,9 мкм в эмульсии на основе нефти месторождения Варандей и с 43,4 до 13,3 мкм в эмульсии на основе нефти Приразломного месторождения.

Получены изотермы межфазного натяжения на границе раздела нефть/вода. С повышением степени окисления межфазное натяжение уменьшалось: для нефти Варандеевского месторождения от 20 мН/м (до окисления) до 10 мН/м после окисления. Для нефти Приразломного месторождения – от 12,5 мН/м до значения 7 мН/м. Таким образом, продукты окисления нефти более эффективно снижают межфазное натяжение на границе нефть/вода и могут играть роль стабилизаторов водно-нефтяных эмульсий.

На рисунке 2 приведены температурные зависимости вязкости эмульсий на основе нефти Варандеевского месторождения. С увеличением степени окисления нефти наблюдалось незначительное повышение динамической вязкости и температуры кристаллизации нефти вследствие уменьшения углеродного скелета алканов в результате термоокислительной деструкции в процессе окисления нефти.

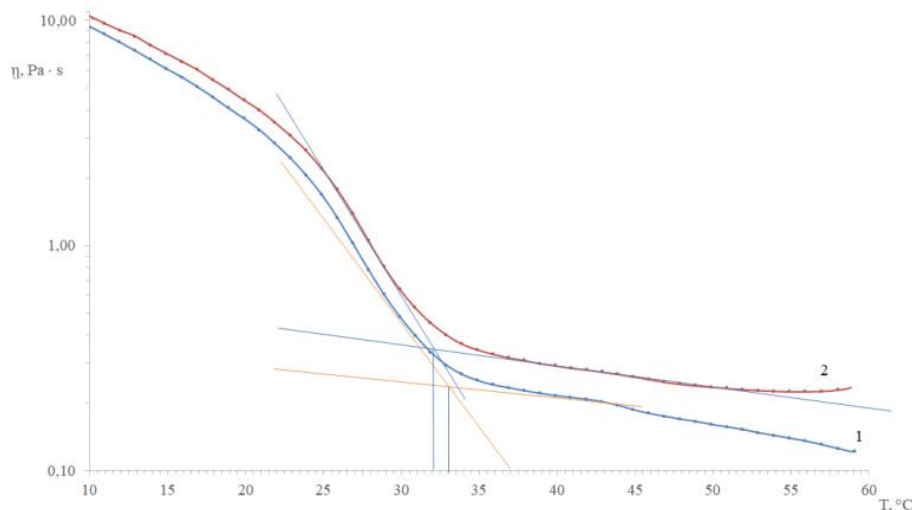


Рисунок 2 – Зависимости вязкости эмульсий нефти в воде ($\varphi = 40\%$) от температуры (состав: дисперсная фаза – нефть (Варандей); дисперсионная среда – вода).

Скорость охлаждения - $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, скорость сдвига - 10 с^{-1}

(1 – до окисления; 2 – после окисления)

Таким образом, в работе показано, что физико-химические свойства водно-нефтяных эмульсий на основе нефти, содержащей продукты окисления, зависят от химического состава нефти. Накопление продуктов окисления в нефти, характеризующееся высоким кислотным числом и спектральным коэффициентом окисленности, приводит к увеличению агрегативной устойчивости водно-нефтяных эмульсий.

Библиографический список

1. Федоров Р. А., Акопян А. В., Балакин И. С., Анисимов А.В., Караханов Э. А. Влияние окислительной обработки на физико-химические свойства сырых нефтей // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. 2019. Т. 60. № 4. С. 263–269.
2. Tokassado M., Horikawa K., Masayama S. A new spectral measuring oxidative stability of oil fat // J. Jap. Oil Chem. 1979. № 4 (28). P. 291–299.
3. Нилова Л. П., Пилипенко Т. В., Вытовтов А. А. Использование ИК-спектроскопии для изучения окислительных процессов в тыквенном масле // Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016. № 4. С. 36–44.

Оптимизация технологии получения альгината натрия из водорослей *Fucus vesiculosus*

Боровинская Е. В., Бордиян В. В., Колотова Д. С. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", научно-исследовательская лаборатория "Химия и технология морских биоресурсов", *shibekoev2@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе предложен вариант оптимизации технологии получения альгината натрия из бурых водорослей с целью сокращения времени на получение. Изучены органолептические свойства полисахарида, исследованы содержание влаги и золы методом гравиметрии, характеристическая вязкость, молекулярная масса методом капиллярной вискозиметрии и элементный состав методом масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой.

Abstract. In this work the possibility of optimization the technology of sodium alginate production from brown algae in order to reduce the time of obtaining were proposed. Organoleptic properties of polysaccharide have been studied. Moisture and ash content have been measured by gravimetry. Characteristic viscosity and molecular mass have been determined by capillary viscosimetry. The chemical composition has been determined by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Ключевые слова: альгинат натрия, бурые водоросли, фукус, рациональное природопользование

Key words: sodium alginate; brown algae; fucus vesiculosus; rational use of natural resources

Бурые водоросли являются возобновляемым и малоиспользуемым ресурсом. Добыча бурых водорослей, широко распространенных в пределах литоральных зон Баренцева и Белого морей, достигает всего 5–7 % от разрешенного объема [1]. Основными полисахаридами, обнаруженными в клеточных стенках бурых водорослей, являются альгинаты (составляют около 40 % от массы высушенных водорослей) а также фукоидан и ламинарин [2]. В России переработка бурых водорослей практически не осуществляется. По этой причине их применение в качестве сырья для производства альгинатов может решить проблему комплексного использования малоценных видов гидробионтов Арктической зоны.

Альгинат в бурых водорослях присутствует в виде нерастворимой смешанной соли альгиновой кислоты с несколькими катионами, в основ-

ном Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ и другими ионами, которые естественным образом содержатся в морской воде [3]. Качество и количественно получаемого полисахарида зависит от вида, возраста и сезона сбора сырья, части ткани и метода экстракции [4].

Альгинаты характеризуются высокой вязкостью и отсутствием токсичности, являются биоразлагаемыми и биосовместимыми. Благодаря своим реологическим свойствам находят применение в биомедицине [5], фармацевтической, пищевой и косметической отраслях промышленности, в тканевой инженерии, биопечати и многих других [6].

Ранее были проведены исследования влияния параметров экстракции альгината натрия: времени 1 час и 5 часов, температуры от 25 до 80 °С, а также использование различных осадителей, таких как 18 % раствор соляной кислоты и 95 % раствор этанола. Регулирование параметров экстракции позволило варьировать выход, вязкость, молекулярно-массовые и органолептические характеристики альгината натрия [7].

Процесс получения альгината натрия включает в себя следующие основные стадии: отбеливание, центрифугирование, экстракция, центрифугирование, осаждение, замораживание и сушка. Была предложена оптимизированная технологическая схема, отличие которой заключается в замене стадии первого центрифугирования пятикратным промыванием водорослей дистиллированной водой. Данные изменения позволили сократить время получения альгината натрия на 2 часа. Замена стадии центрифугирования на пятикратную промывку дистиллированной водой и фильтрацию после обесцвечивания водорослей не приводит к ухудшению физико-химических свойств альгината натрия. В таблице 1 представлены данные образца, полученного по оптимизированной технологической схеме.

Таблица 1 – Физико-химические свойства альгината натрия

Показатель	Выход, %	Влага, %	Зола, %	Вязкость 1 %-го р-ра, Па·с	Средневязкостная молекулярная масса, кДа
Образец 1	3,7	15,8	29,3	96,4	212
Образец 1.1	7,5	14,5	33,3	145,0	592

Изучен элементный состав полученного альгината натрия. Данные представлены в таблице 2. Показано, что в образце, полученном по оптимизированной схеме, содержание токсичных и тяжелых элементов не превышает ПДК, что соответствует требованиям безопасности.

Таблица 2 – Элементный состав фукуса и альгината натрия

Элемент	ПДК*	Фукус (высушен.)	Альгинат натрия
Содержание элементов, мг/кг			
Ртуть	1,0	<0,05	0,13
Кадмий	1,0	<0,1	<0,1
Свинец	5,0	0,15	2,58
Мышьяк	3,0	11,1	0,52

Библиографический список

1. Облучинская Е. Д. Фитохимические и технологические исследования водорослей Баренцева моря // Труды Кольского научного центра РАН. 2020. Т. 11, №. 4–7. С. 178–198.
2. Labowska B. [et al.]. Methods of extraction, physicochemical properties of alginates and their applications in biomedical field – a review // Open Chemistry. 2019. Vol. 17, Iss. 1. P. 738–762. DOI: <https://doi.org/10.1515/chem-2019-0077>.
3. Usov A. I., Zelinsky N. D. Chemical structures of algal polysaccharides // Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals. 2013. P. 23–86. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098689.1.23>.
4. Saji S. [et al.]. A brief review on the development of alginate extraction process and its sustainability // Sustainability. 2022. Vol. 14, Iss. 9. P. 5181. DOI: 10.3390/su14095181.
5. Silva T.H. [et al.]. Materials of marine origin: a review on polymers and ceramics of biomedical interest // Int. Mater. Rev. 2012. Vol. 57, Iss. 5. P. 276–306. DOI: 10.1179/1743280412Y.0000000002.
6. Indrani D., Budianto, E. A study of extraction and characterization of alginates obtained from brown macroalgae *Sargassum duplicatum* and *Sargassum crassifolium* from Indonesia // Dent. J. Maj. Kedokt. Gigi. 2013. Vol. 46. P. 65–70. DOI: 10.20473/j.djmk.v46.i2.p65–70.
7. Боровинская Е.В., Бордиян, В.В. Совершенствование технологии получения альгината натрия из бурых водорослей // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2023", секция "Химия". М. : Изд-во "Перо", 2023. [Электронное издание] ISBN 978-5-00218-214-5

Реологические свойства гидрогелей биополимерных смесей рыбный желатин-агар

Воронько Н. Г.^{1,2}, Кузина Т. Д.¹, Деркач С. Р.^{1,2} (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ¹кафедра химии, ²научно-исследовательская лаборатория "Химия и технология морских биоресурсов", voronkong@mstu.edu.ru)

Аннотация. Методом 3D-реометрии в условиях сдвиговой деформации исследовали реологию гидрогелей биополимерных смесей рыбный желатин–агар. Показано влияние концентрации агара при постоянной концентрации желатина 10% и pH ниже pI желатина на реологические характеристики гидрогелей.

Abstract. The rheology of hydrogels of biopolymer mixtures of fish gelatin–agar was studied by 3D-rheometry under shear deformation conditions. The influence of agar concentration at a constant gelatin concentration of 10% and pH below the pI of gelatin on the rheological characteristics of hydrogels is shown.

Ключевые слова: рыбный желатин, агар, гидрогели, реология

Key words: fish gelatin, agar, hydrogels, rheology

Рыбный желатин находит широкое применение в различных наукоемких отраслях, связанных со здоровьем и питанием человека [1], и является хорошей альтернативой желатину из млекопитающих по ряду экономических, этнокультурных и эпидемиологических причин [2]. Вместе с тем, по своим реологическим характеристикам гидрогели рыбного желатина (особенно из холодноводных рыб) уступают желатину из млекопитающих [2]. Данную проблему позволяет решить использование рыбного желатина в составе его гелеобразующей смеси с полисахаридом при условии совместного комплексообразования данных биополимеров [2; 3]. По мнению авторов, для этой цели хорошо подходит агар – широко распространенный в природе сульфатированный полисахарид из красных морских водорослей [4]. Поскольку сырьевым источником рыбного желатина являются отходы переработки промысловых видов рыб, широкое внедрение в индустрию продуктов питания гелеобразующих смесей рыбный желатин-агар внесет существенный вклад в решение задачи рационального использования морских биоресурсов Российской Арктики.

В работе использовали биополимеры фирмы *Sigma-Aldrich Corp.* (USA): желатин из шкур холодноводных рыб G7041 (изоэлектрическая точка pI 7.8, молекулярная масса 130 kDa) и агар A7002 (молекулярная

масса 140 kDa). Основным методом исследования являлась 3D-реометрия в условиях сдвиговой деформации [5]. Использовали модульный компактный реометр Physica MCR 302 (*Anton Paar GmbH, Austria*) с измерительной системой конус–плоскость.

В режиме установившегося течения с контролируемым напряжением сдвига σ получены кривые течения гидрогелей желатина, агара и смесей желатин-агар в области выше предела текучести. Все исследованные системы в условиях эксперимента проявляли ярко выраженное неньютоновское поведение. Для получения расчетных значений предела текучести σ_Y гидрогелей использовали реологическую модель Кэссона [5]. Кроме того, получены результаты динамических испытаний в режиме периодических колебаний гидрогелей желатина, агара и смесей желатин-агар в виде амплитудной и частотной зависимостей модулей накопления G' и потерь G'' , а также в виде развертки G' по напряжению сдвига σ .

Из результатов описанных выше протоколов реологических измерений были построены зависимости ряда реологических характеристик гидрогелей агара и смесей желатин-агар от концентрации полисахарида в системе C_A (Рис. 1), а именно:

- предела текучести σ_Y (определен 2-мя различными методами);
- критической амплитуды деформации γ^* ;
- модуля накопления на плато G'_{pl} .

Показано, что увеличение C_A до 1.0 % при постоянной концентрации рыбного желатина $C_{РЖ} = 10$ % вызывает рост σ_Y (характеристика прочности) гелей примерно на порядок, а G'_{pl} (характеристика упругости) – на 2 порядка. При этом наблюдается значительное падение γ^* , что указывает на увеличение хрупкости гелей.

Сравнение концентрационных зависимостей реологических характеристик для гелей смесей желатин-агар с таковыми для гелей агара без желатина указывает на неаддитивность влияния добавок полисахарида на реологические характеристики гелей желатина. Мы предполагаем, что это происходит за счет упрочнения 3D-сетки гидрогелей при электростатических взаимодействиях желатин-агар в условиях ниже pI желатина. При больших концентрациях агара (0.8–1.0 %) значения G'_{pl} гелей смеси желатин-агар и чистого агара становятся равными, что можно объяснить формированием при данных значениях C_A в смеси сплошной пространственной сетки агара, петли которой наполнены желатином.

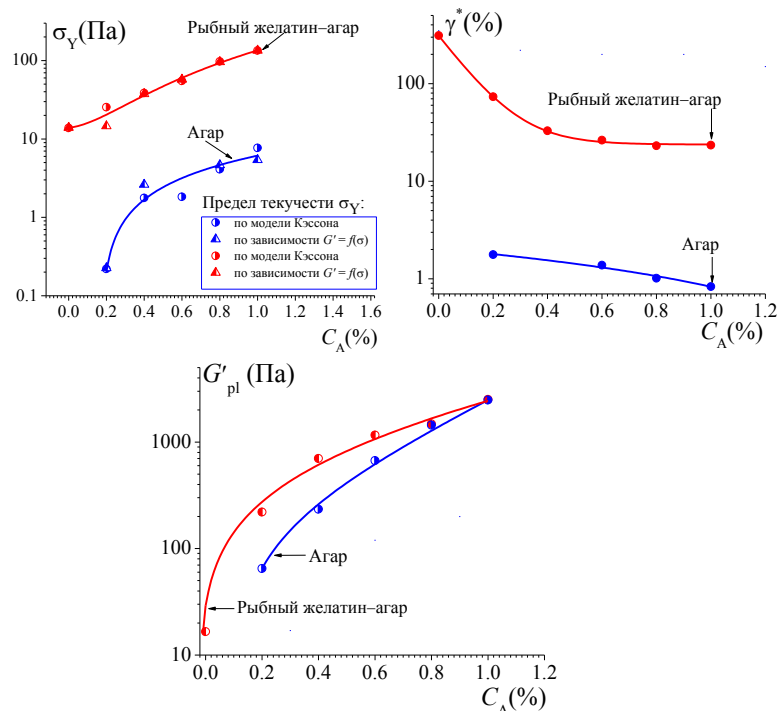


Рисунок 1 – Зависимости предела текучести σ_Y , критической амплитуды деформации γ^* и модуля накопления на плато G'_{pl} гидрогелей рыбного желатина, агара и смесей рыбный желатин-агар от концентрации агара C_A ; $4.0\text{ }^\circ\text{C}$, $C_{РЖ} = 10\%$, $\text{pH } 5.2\text{--}5.7 < pI$ желатина

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 23-64-10020, Договор № 23-64-10020/2023-МГТУ.

Библиографический список

1. Lv L. [et al.]. Fish gelatin: The novel potential application // Journal of Functional Foods. 2019. V. 63. 103581. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103581>.
2. Derkach S. R., Voron'ko N. G., Kuchina Yu. A., Kolotova D. S. Modified Fish Gelatin as an Alternative to Mammalian Gelatin in Modern Food Technologies // Polymers. 2020. Vol. 12. 3051. DOI: <http://doi.org/10.3390/polym12123051>.
3. Derkach S. R., Voron'ko N. G., Kuchina Yu. A. Intermolecular Interactions in the Formulation of Polysaccharide-Gelatin Complexes: A Spectroscopic Study // Polymers. 2022. Vol. 14. 2777. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14142777>.
4. Usov A. I. Polysaccharides of the red algae // Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry. 2011. Vol. 65. P. 115–217. DOI: <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-385520-6.00004-2>.
5. Mezger T. G. The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillatory rheometers. 5-th rev. ed. Hannover : Vincentz, Network, 2020. 528 p.

Свойства рыбного желатина из кожи атлантической трески (*Gadus morhua*)

Деркач С. Р.,^{1,2} Кучина Ю. А.,² Колотова Д. С.,² Гроховский В. А.,³
Дубровин С. Ю.,³ Петрова Л. А.,¹ Дякина Т. А.,¹ Воронько Н. Г.^{1,2}

(г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет,"

¹кафедра химии, ²научно-исследовательская лаборатория

"Химия и технология морских биоресурсов", ³кафедра технологии пищевых производств, derkachsr@mstu.edu.ru)

Аннотация. Разработан способ получения рыбного желатина на основе водной экстракции при разных рН; в качестве сырья использовали кожу атлантической трески (*Gadus morhua*). Исследованы физико-химические и функциональные свойства полученных образцов рыбного желатина.

Abstract. A method has been developed for the production of fish gelatin based on aqueous extraction at different pH values; Atlantic cod skin (*Gadus morhua*) was used as raw material. The physicochemical and functional properties of the fish gelatin were studied.

Ключевые слова: коллаген, рыбный желатин, экстракция, молекулярно-массовое распределение, вторичная структура, функциональные свойства

Key words: collagen, fish gelatin, extraction, molecular mass distribution, secondary structure, functional properties

Желатин является востребованным природным биополимером. Благодаря своей способности к термообратимому структурообразованию, желатин широко применяется в различных технологиях пищевой промышленности в качестве гелеобразователя, загустителя и стабилизатора; он имеет высокий потенциал использования в фармацевтической промышленности, а также медицине [1]. Желатин – это продукт деструкции фибриллярного белка коллагена, являющегося основным компонентом соединительной ткани млекопитающих. Способ получения желатина из коллагенсодержащего сырья – свиной кожи и кожи крупного рогатого скота основан на кислотной или щелочной обработке сырья при высокой температуре [2].

В последние десятилетия коллагенсодержащее сырье водного происхождения рассматривается в качестве перспективного источника желатина. Так, соединительная ткань кожи рыб на 80–90 % состоит из белка коллагена [3]. Дополнительным коллагенсодержащим сырьевым источником являются отходы (кожи, костей, плавников и др.) переработки промысловых

видов рыб, которые могут эффективно использоваться для производства рыбного желатина [4].

В представленном проекте разработан метод получения рыбного желатина из кожи трески (*Gadus morhua*) с использованием водной экстракции в широком диапазоне pH (от 3 до 9) водной фазы при высокой температуре (50 °C). Показано влияние условий экстракции на физико-химические и функциональные свойства экстрагированного рыбного желатина. Выход продукта составил 50–55 % от сухого сырья. Показано, что желатин, полученный при разных pH, имеет разные физико-химические свойства. Все образцы характеризуются высоким содержанием белка (до 93 %) и аминокислот (глицина, пролина и гидроксипролина). При этом наибольшее количество белка содержится в образце, полученном в слабокислой среде при pH 5.

Анализ молекулярно-массового распределения, определенного методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, показывает наличие α - и β -цепей в качестве основных компонентов; среднемассовая молекулярная масса желатина составляет от $1,3 \cdot 10^5$ до $1,5 \cdot 10^5$ Да; наибольшая молекулярная масса наблюдается у желатина, полученного в слабокислой среде при pH 5. Получены ИК-спектры рыбного желатина; они содержат все характеристические полосы поглощения белков. Анализ вторичной структуры рыбного желатина показывает большое количество упорядоченных участков макромолекул – тройных коллагеноподобных спиралей для желатина, полученного в слабокислой области.

Вторичная структура макромолекул определяет их функциональные свойства. Показано, образец, полученный при pH 5, формирует гели с высокими значениями модуля упругости, температурами плавления и гелеобразования, которые уменьшаются при изменении pH в кислую или щелочную область. Данные, полученные методом дифференциальной сканирующей калориметрии, также демонстрируют, что рыбный желатин, полученный в слабокислой среде (pH 5), характеризуется высокой температурой плавления, энтальпия плавления составляет 24 Дж/г.

Таким образом, в работе показано, что кожа атлантической трески может быть использована в качестве коллагенсодержащего сырья для промышленного производства рыбного желатина при правильно выбранных условиях экстрагирования. Рыбный желатин из кожи атлантической трески рассматривается в качестве гелеобразователя при создании новых пище-

вых продуктов, в том числе функционального назначения. Научный коллектив, представляющий данную работу, активно занимается исследованиями в этой области [5; 6].

Работа выполняется при поддержке РНФ, проект № 23-64-10020, Договор 23-64-10020/2023-МГТУ.

Библиографический список

1. Tan Y., Zi, Y., Peng, J., Shi, C., Zheng, Y., Zhong, J. Gelatin as a bioactive nanodelivery system for functional food applications // *Food Chemistry*. 2023. Vol. 423. P. 136265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136265>.
2. Alipal J., Mohd Pu'ad, N. A. S., Lee, T. C., Nayan, N. H. M., Sahari, N., Basri, H., Idris, M.I., Abdullah, H.Z. A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialization // *Materials Today: Proceedings*. 2021. P. 240–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.922>.
3. Derkach S. R., Voron'ko, N. G., Kuchina, Y. A., Kolotova, D. S. Modified Fish Gelatin as an Alternative to Mammalian Gelatin in Modern Food Technologies // *Polymers*. 2020. Vol. 12. P. 3051. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12123051>.
4. Yang H., Wang H., Huang M., Cao G., [et al.]. Repurposing fish waste into gelatin as a potential alternative for mammalian sources: A review // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2022. Vol. 21. P. 942–963. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12920>.
5. Derkach S., Kolotova, D., Kuchina, Yu., Shumskaya, N. Characterization of Fish Gelatin Obtained from Atlantic Cod Skin Using Enzymatic Treatment // *Polymers*. 2022. Vol. 14, P. 751–768. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14040751>.
6. Derkach S. R., Kuchina, Y. A., Baryshnikov, A. V., Kolotova, D. S., [et al.]. Tailoring cod gelatin structure and physical properties with acid and alkaline extraction // *Polymers*. 2019. Vol. 11. P. 1724. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym11101724>.

Синтез и идентификация карбоксиметильных производных хитина и хитозана

Долгопятова Н. В.¹, Новиков В. Ю.², Коновалова И. Н.¹ (г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", *dolgopyatovanv@mstu.edu.ru*, ²Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" имени Н. М. Книповича), лаборатория химико-аналитических исследований, *nowitaly@yandex.ru*)

Аннотация. Получены образцы карбоксиметилированного хитина и хитозана из панциря камчатского краба. Выполнена идентификация карбоксиметилированных производных хитина методом инфракрасной спектроскопии. Количественное содержание карбоксиметильных групп определено методом кондуктометрического титрования.

Abstract. Samples of carboxymethylated chitin and chitosan were obtained from the shell of the Kamchatka crab. Identification of carboxymethylated chitin derivatives was carried out using infrared spectroscopy. The quantitative content of carboxymethyl groups was determined by conductometric titration.

Ключевые слова: хитин, хитозан, карбоксиметилирование, инфракрасная спектроскопия, кондуктометрическое титрование

Key words: chitin, chitosan, carboxymethylation, infrared spectroscopy, conductometric titration

Карбоксиметильные производные хитина и хитозана хорошо растворяются в воде и водных растворах неорганических солей, обладают высокой биологической активностью, совместимы с биологическими тканями различной природы [1–4]. Хорошая растворимость карбоксиметильных производных хитина и хитозана позволяет их использовать для определения молекулярной массы и молекулярно-массового распределения этих полисахаридов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [5].

Хитин и хитозан получали из панциря камчатского краба по методике (9 3). Карбоксиметилхитин (КМХ) получали из полностью ацетилированного хитозана. Схема реакции приведена на рисунке 1.

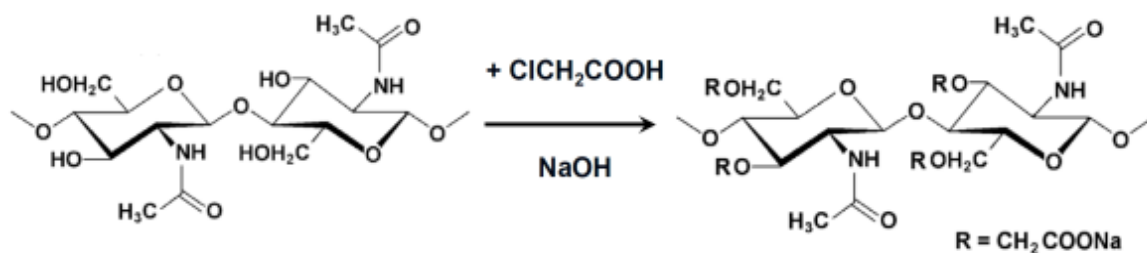


Рисунок 1 – Реакция карбоксиметилирования хитина и ацетилированного хитозана

Полностью ацетилированный хитозан карбоксиметилировали в суспензии монохлоруксусной кислоты в течение 3–7 суток при периодическом перемешивании и температуре 0–10 °С.

Полученные образцы идентифицировали методом инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии).

На рисунке 2 приведены ИК-спектры карбоксиметилированных образцов хитина/хитозана. Пик на частоте 1741 см^{-1} соответствует карбоксильной группе – COOH [6; 7].

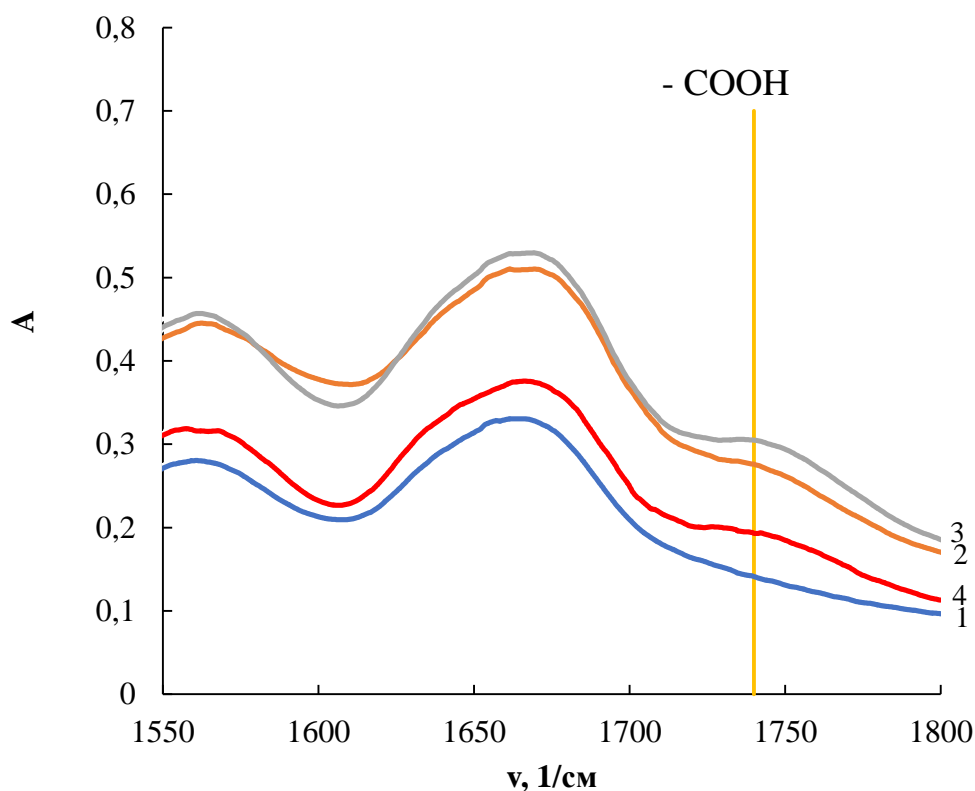


Рисунок 2 – Спектры карбоксиметилированных образцов хитина. Продолжительность карбоксиметилирования: 1–3 суток; 2–4 суток; 3–5 суток; 4–7 суток

С помощью компьютерной программы Magic Plot область спектра, соответствующая карбоксильной группе, была разложена на составляющие полосы. Форма полосы определялась функцией Гаусса [8]. Разложение спектра на гауссианы использовали для интерпретации пика, отвечающего карбоксильной группе.

Методом кондуктометрического титрования определено количество карбоксиметильных групп для образцов, карбоксиметилированных в течение 3–7 суток. Процентное содержание карбоксиметильных групп в образце, карбоксиметилированном в течение семи суток составило 38 %.

Библиографический список

1. Пестов А. В., Ятлук Ю. Г. Карбоксиалкилированные производные хитина и хитозана. Екатеринбург : УрО РАН, 2007. 102 с.
2. Younes I., Rinaudo M. Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications // *Mar. Drugs* 2015. 13. P. 1133–1174; DOI: <https://doi.org/10.3390/md13031133>.
3. Гальбрайт Л. С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // *Соросовский образовательный журнал*. 2001. Т. 7, № 1. С. 51–56.
4. Mourya V. K., Inamdar N. N., Tiwari A. Carboxymethyl chitosan and its applications // *Adv. Mater. Lett.* 2010. Vol. 1. P. 11–33.
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, 208 с.
6. Казицына Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектрологии в органической химии. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. 240 с.
7. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия / пер. с англ. М. : Мир, 1982. 328 с.
8. Ding L. et al. Impact of pH, ionic strength and chitosan charge density on chitosan/casein complexation and phase behavior // *Carbohydrate polymers*. – 2019. Vol. 208. P. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.12.015>.

Сравнительная характеристика методов определения содержания мышьяка в рыбе

Дякина Т. А.¹, Деркач С. Р.¹, Сербина С. Г.², Петрова Л. А.¹

(г. Мурманск, ¹ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра химии, ²ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области,"dyakinata@mstu.edu.ru)

Аннотация. Проведена сравнительная характеристика воспроизводимости и правильности количественного определения содержания мышьяка в рыбе донных пород методами фотоэлектрической колориметрии, инверсионной вольтамперометрии, атомно-абсорбционным методом.

Abstract. A comparative characteristic of reproducibility and correctness of quantitative determination of arsenic content in bottom fish by photovoltaic colorimetry, inversion voltammetry, and atomic absorption method has been carried out.

Ключевые слова: мышьяк, фотоэлектрическая колориметрия, инверсионная вольтамперометрия, атомно-абсорбционный метод, рыбы донных пород, статистическая обработка данных

Key words: arsenic, photoelectric colorimetry, inversion voltammetry, atomic absorption method, bottom fish, statistical data processing

Продукты из морских гидробионтов обладают высокой пищевой ценностью, являясь источниками незаменимых минеральных веществ (йода, селена и других микроэлементов), пищевых волокон и полноценного белка. Они необходимы для нормального функционирования систем организма человека.

Рыба содержит достаточное количество всех этих компонентов и поэтому является важным продуктом питания. Однако кроме полезных элементов, в рыбе содержатся опасные для здоровья человека токсичные элементы, такие как свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. Особый интерес в этом перечне вызывает мышьяк, поскольку его соединения все в большем количестве обнаруживаются в рыбе донных пород. Мониторинги, опубликованные в печати [1–3], свидетельствуют о превышении предельно-допустимых концентраций этого элемента в 6–10 процентах от общего числа исследований рыбы. Поэтому возникает необходимость выбора оптимального аналитического метода для получения достоверных сведений о количественном содержании мышьяка в рыбе.

В качестве методов количественного определения содержания мышьяка использовали методы фотоэлектрической колориметрии по ГОСТ 26930-86⁴⁹, инверсионной вольтамперометрии по ГОСТ 31628-2012⁵⁰ и атомно-абсорбционный по ГОСТ Р 51766-2001⁵¹. Образцами исследования являлась мышечная ткань морских рыб донных пород, выловленных в различных промысловых районах Баренцева моря: треска атлантическая (*Gadus morhua*), пятнистая зубатка (*Anarhichadidae*), морской окунь (*Sebastes*), черный палтус (*Reinhardtius hippoglossoides*), морская камбала (*Pleuronectes platessa*), пикша (*Pleuronectes platessa*).

Количественные значения содержания мышьяка в образцах рыбы сравнивали с предельно-допустимой концентрацией 5 мг/кг, а методы исследования подвергали статистической обработке – проводили оценку воспроизводимости и правильности. При анализе проб использовали метод добавок.

Для сравнительной оценки методов анализа между собой применяли сравнение дисперсий, сравнение по средним результатам двух выборок, анализ стандартного образца.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о том, что использованные физико-химические методы по метрологическим характеристикам соответствуют государственным стандартам. В то же время необходимо отметить, что попарное сравнение методов колориметрии и атомно-абсорбционной спектрометрии, а так же атомно-абсорбционной спектрометрии с методом инверсионной вольтамперомет-

⁴⁹ ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка : межгосударственный стандарт : дата введения 1987-01-01 / разработан и внесен министерством здравоохранения СССР и Государственной комиссией Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам. – Москва : Изд-во стандартов, 2002.

⁵⁰ ГОСТ 31628-2012 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка : Межгосударственный стандарт : дата введения 2013-07-01 / Подготовлен Аккредитованной научно-исследовательской лабораторией микропримесей и метрологической службой Томского политехнического университета, Внедренческой научно-производственной фирмой "ЮМХ" (г. Томск) при участии Уральского НИИ Метрологии (г. Екатеринбург) и ВНИИССагропродукта (г. Краснодар). : 2013. 19 с.

⁵¹ ГОСТ Р 51766-2001 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : дата введения 2002-07-01 / Разработан Научно-производственной фирмой ООО "КОРТЭК", Федеральным центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора и Атлантическим научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО).- М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001.

рии имеют одинаковую воспроизводимость вследствие незначимости значений дисперсий. А вот значимость оценки расхождения дисперсий метода колориметрии и инверсионной вольтамперометрии указывает на менее точный по воспроизводимости метод колориметрии.

Выявлено, что расхождение между атомно-абсорбционным методом и инверсионной вольтамперометрией незначимо и результаты можно рассматривать как одну выборочную совокупность. Колориметрический метод имеет статистически значимое расхождение средних, что указывает на систематическую ошибку и подтверждает меньшую точность результатов этого метода по сравнению с другими, рассмотренными в работе.

Таким образом на основании проведенных экспериментальных исследований образцов рыб донных пород на содержание мышьяка методами колориметрии, инверсионной вольтамперометрии, атомно-абсорбционной спектрометрии и статистической обработки полученных данных показано, что метод инверсионной вольтамперометрии характеризуется наиболее высокой воспроизводимостью и точностью по сравнению с атомно-абсорбционной спектрометрией и фотоэлектрической колориметрией.

Библиографический список

1. Жилин А. Ю., Плотицына Н. Ф., Лаптева А. М. Мониторинг стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в промысловых рыбах Медвежинско-Шпицбергенского района // Вестник Кольского научного центра РАН. 2018. № 3(10). С. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.25702/KSC.2307-5228.2018.10.3.78-86>.
2. Лаптева А. М., Плотицына, Н. Ф. Мониторинг содержания тяжелых металлов и мышьяка в промысловых рыбах Баренцева моря // Экологические проблемы Северных регионов и пути их решения 16–22 июня 2019 года : Тезисы докладов VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН и 75-летию со дня рождения д.б.н., профессора В.В. Никонова / под ред. Е. А. Боровичева, О. И. Вандыш. Апатиты, 2019. С. 139–141.
3. Лаптева А. М. Тяжелые металлы и микроэлементы в Баренцевоморских рыбах различных экологических групп // IV Балтийский морской форум. Международная научная конференция "Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов" 24–25 мая 2016 года, труды. Калининград : Изд-во ФГБОУ ВО "КГТУ", 2016. С. 37–40.

Сорбционная очистка литийсодержащих солей от хромофорных примесей

Евстропова П. Е., Маслова М. В. (*г. Анапиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И. В. Тананаева КНЦ РАН, polinaevstropova@yandex.ru, m.maslova@ksc.ru*)

Аннотация. Исследован процесс сорбции ионов меди, кобальта, марганца, никеля и хрома из насыщенных растворов LiNO_3 на аморфном литий–замещенном фосфате титана. Изучены равновесия и термодинамика в реагирующих системах, как для индивидуальных ионов металлов, так и при их совместном присутствии. Показано, что двухстадийная очистка насыщенного раствора нитрата лития обеспечивает получение литиевого прекурсора особой чистоты для создания оптических материалов.

Abstract. The process of sorption of copper, cobalt, manganese, nickel and chromium ions from a saturated solutions LiNO_3 on lithium substituted titanium phosphate is studied. Equilibrium and thermodynamics in reacting systems have been investigated, both for individual metal ions and in their cooperative presence. It has been shown that two–stage purification of a saturated solution of lithium nitrate provides the production of a lithium precursor of special purity for the creation of optical materials.

Ключевые слова: нитрат лития, фосфат титана, сорбция, сорбент, сорбционные свойства, сорбционное равновесие, изотермы сорбции, кинетика

Key words: lithium nitrate, titanium phosphate, sorption, sorbent, sorption properties, sorption equilibrium, sorption isotherms, kinetics

В рамках данной работы показана возможность использования синтезированного фосфата титана состава $\text{TiO}(\text{OH})\text{H}_2\text{PO}_4$ для получения высокочистых солей, в частности концентрированных растворов нитрата лития высокой чистоты, для создания кристаллов, которые широко применяются в акустической и оптической технике [1; 2]. Для исследования процессов сорбции в концентрированных литийсодержащих растворах использовали литий–замещенный фосфат титана (LiTiP). В качестве хромофорных примесей выбраны катионы Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} и Cr^{3+} , концентрация которых варьировалась от 1 до 10 ммоль/л. Согласно полученным результатам LiTiP проявляет сорбционную способность по отношению к анализируемым катионам даже в высококонцентрированных (5 М) растворах электролита. Полученные экспериментальные данные обрабатывались в соответствии с выбранными моделями адсорбции. Для моделей Фрейндлиха,

Ленгмюра и Никольского ряд селективности сорбции, построенный на основании рассчитанных значений констант сорбции, соответствует $\text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+} \gg \text{Mn}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+}$ [3]. Показано, что модели Ленгмюра и Никольского наиболее достоверно описывают сорбцию выбранных катионов (рисунок 1).

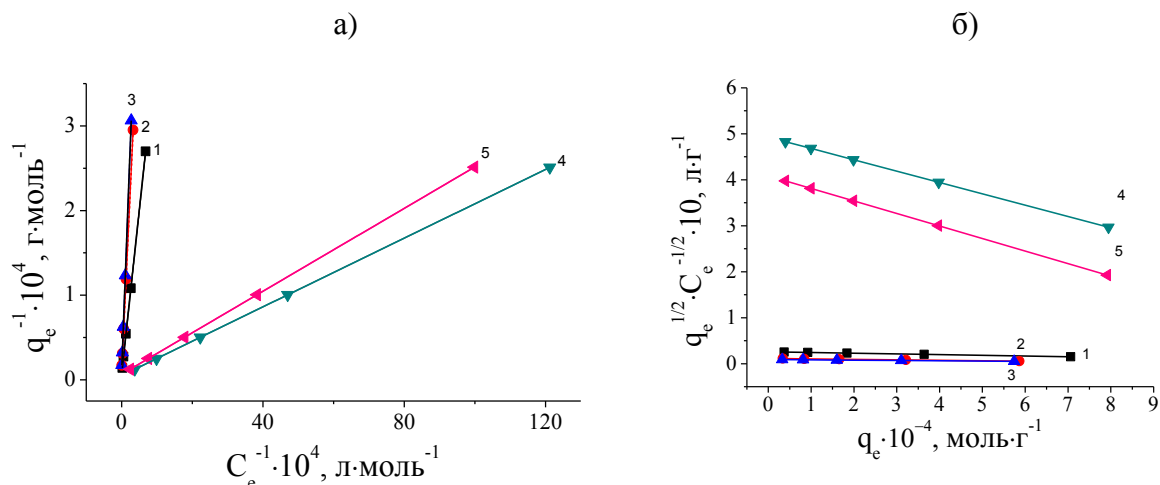


Рисунок 1 – Анализ сорбции ионов металлов по модели Ленгмюра (а) и модели Никольского (б) при 25°C. 1 – Mn^{2+} , 2 – Co^{2+} , 3 – Ni^{2+} , 4 – Cu^{2+} , 5 – Cr^{3+}

Доказано, что различие в сорбируемости связано с размером эффективного радиуса гидратированных ионов, принимающих участие в процессе сорбции. Для обоснования сродства ионов металлов к фосфату титана проведена оценка размера гидратной оболочки сорбируемых ионов.

Обнаружено, что значения радиусов сорбированного и негидратированного ионов для марганца и меди близки, что указывает на практически полную дегидратацию Cu^{2+} и Mn^{2+} в сорбированном состоянии. В то же время при переходе к ионам кобальта и никеля с уменьшением кристаллохимического радиуса степень гидратации увеличивается. Об этом свидетельствует и оценка сопоставления соотношений объема гидратной оболочки к объему негидратированного иона. Оценка степени гидратации сорбированных ионов хрома(III) представляется затруднительной в связи с их гидролизом и понижением эффективного заряда сорбированного иона $\text{Cr}(\text{OH})^{2+}$. Однако, очевидно, что уменьшение эффективного заряда и увеличение размера этого иона будут способствовать уменьшению степени его сольватации. В рамках моделей Ленгмюра и Никольского были рассчитаны термодинамические параметры процесса сорбции.

Значения ΔS° и ΔH° процесса сорбции увеличивается в ряду: $Mn^{2+} < Co^{2+} < Ni^{2+} < Cu^{2+} < Cr^{3+}$. Эндотермический характер процесса сорбции связан с частичным разрушением гидратной оболочки сорбата или дегидратации поверхности сорбента за счет сорбции менее гидратированных ионов и их поляризации при образовании более прочной связи сорбат–сорбент. Изменение значений ΔH° и ΔS° хорошо коррелирует с изменением электростатических потенциалов сорбированных ионов, определяющих взаимодействие сорбата с матрицей сорбента.

Полученные результаты были использованы при проверке возможности очистки микропримесей в коммерческом образце соли нитрата лития марки "ч" из которого был приготовлен насыщенный раствор нитрата лития. Эффективность очистки раствора изучали по распределению ионов металлов между фазой сорбента и раствором. В качестве параметра оценки рассчитывали коэффициент распределения (K_d) [4]. Результаты проведенных исследований показали, что несмотря на высокие концентрации фонового электролита в растворе, использование сорбента LiTiP позволяет достичь высоких коэффициентов распределения изученных ионов металлов между фазой сорбента и раствором. Так, K_d (мл/г) составлял: Mn(II) – $(2,5–2,7) \cdot 10^3$, Co(II) – $(1,1–1,9) \cdot 10^3$, Ni(II) – $(0,9–1,5) \cdot 10^3$, Cu(II) – $(4,7–4,9) \cdot 10^4$ и Cr(III) – $(3,8–4,1) \cdot 10^4$. Значения K_d для Cu(II) и Cr(III) существенно превосходят значения коэффициента распределения Mn(II), Co(II) и Ni(II), что хорошо коррелирует с величинами констант сорбции, полученным при изучении равновесий. Для оценки степени достижения очистки раствора сопоставляли полученные в результате сорбции концентрации металлов, с концентрациями соответствующими требуемым нормам.

Показано, что очистка раствора от ионов Cu(II) и Cr(III) достигается на первой стадии, для удаления микропримесей ионов остальных металлов требуется проведение доочистки. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что несмотря на высокую концентрацию нитрата лития, препятствующего сорбции ионов Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Cr(III), возможно использование фосфата титана LiTiP для сорбционного удаления микропримесей ионов металлов из раствора до концентраций, обеспечивающих получение прекурсоров особой чистоты для высококачественных функциональных материалов.

Библиографический список

1. Swain B. Recovery and recycling of lithium: A review // *Sep. Purif. Technol.* 2017 Vol. 172. 388–403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.08.031>.
2. Shuya L., Yang C., Xuefeng C., Wei S., [et al.]. Separation of lithium and transition metals from leachate of spent lithium-ion batteries by solvent extraction method with Versatic 10. // *Sep. Purif. Technol.* 2020. Vol. 250. 117258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117258>.
3. Ivanenko V. I., Maslova M. V., Evstropova P. E., Gerasimova L. G. Investigation on purification of saturated LiNO_3 solution using titanium phosphate ion-exchanger: Equilibrium study // *Trans. Nonferrous Met. Soc. China.* 2022. DOI : [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(23\)66280-6](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(23)66280-6).
4. Kun J., Bing-Cai P., Qing-Rui Zh., Wei-Ming Zh., [et al.]. Adsorption of Pb^{2+} , Zn^{2+} , and Cd^{2+} from waters by amorphous titanium phosphate // *Journal of Colloid and Interface Science.* 2008. Vol. 318(2): 160–166.

Разработка полимерных композиций для создания биоразлагаемых пленок

Колотова Д. С., Боровинская Е. В., Бордиян В. В. (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", научно-исследовательская лаборатория "Химия и технология морских биоресурсов", *kolotovads@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В работе определено массовое соотношение альгината натрия и рыбного желатина в полимерных композициях для создания биоразлагаемых пленок, обладающих повышенными механическими и функциональными свойствами.

Abstract. In this work, the mass ratio of sodium alginate and fish gelatin in polymer compositions for the creation of biodegradable films with enhanced mechanical and functional properties was determined.

Ключевые слова: биоразлагаемые пленки, рыбный желатин, альгинат натрия, УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, сдвиговая реология

Key words: biodegradable films, fish gelatin, sodium alginate, UV spectroscopy, IR spectroscopy, shear rheology

На сегодняшний день полимерные упаковки являются наиболее распространенным и востребованным материалом для хранения и продления сроков хранения охлажденных пищевых продуктов. В качестве материалов для изготовления полимерной упаковки применяют различные виды пленок, такие как полиэтилен, полиамид, полипропилен и т. д. Однако их производство и использование генерирует колоссальные объемы отходов, которые не поддаются биологическому разложению, что приводит к серьезным экологическим проблемам и загрязнению окружающей среды.

Биоразлагаемые пленки на основе биополимеров играют решающую роль в снижении негативного воздействия небiorазлагаемых пластиковых отходов на окружающую среду [1]. Наиболее распространенными биополимерами, используемыми при создании биоразлагаемых пленок, являются белки и полисахариды. В качестве белковой матрицы как правило применяют соевый белок [2], молочные белки, такие как казеин и сывороточный альбумин [3] и желатин [4].

Желатин получил наиболее широкое распространение благодаря его способности образовывать пленки, а также благодаря хорошим функциональным свойствам и возможности выступать в качестве внешнего барьера

для защиты пищевых продуктов от высыхания, порчи, воздействия кислорода и света [5]. Пленки, состоящие из желатина, обладают хорошими механическими свойствами, но оказываются чувствительны к влаге и обладают низкими барьерными свойствами по отношению к водяному пару [6]. Это существенно ограничивает использование желатина для нанесения на пищевые продукты с высоким содержанием влаги, поскольку пленки могут растворяться, набухать или разрушаться при контакте с водой. Таким образом, современные тенденции в разработке биоразлагаемых материалов для упаковки пищевых продуктов направлены на оптимизацию свойств пленки путем изучения действия модификаторов.

Модификаторы представляют собой вещества, которые добавляют к биополимерным материалам для модификации их функциональных свойств за счет повышения их гибкости, эластичности, жесткости и механических свойств [7]. В качестве модификаторов желатиновых пленок могут выступать полисахариды, т. к. они нетоксичны, съедобны и широко распространены в природе [8]. В полисахаридах присутствуют свободные гидроксильные группы, которые инициируют образование водородных связей с добавленными активными веществами. Это покрытие показало хорошие барьерные свойства по отношению к кислороду, а также отличные прочностные характеристики. Поскольку полисахариды являются гидрофильными, целостность упаковки снижается в условиях высокой влажности. Эту гидрофильность можно уменьшить путем добавления липофильных веществ, например воска и масла. Добавление антимикробных агентов и антиоксидантов в упаковочные материалы может сократить процесс созревания пищевых продуктов и увеличить срок их хранения [9].

В настоящей работе методами УФ- и ИК-спектроскопии определено соотношение рыбного желатина и анионного полисахарида – альгината натрия, при котором могут быть получены пленки с повышенными механическими и функциональными свойствами. Так, методами сдвиговой реологии было показано, что при соотношении альгинат натрия/рыбная желатина, равном 0,07, наблюдается увеличение механических свойств гелей и их термостабильности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 23-73-01233.

Библиографический список

1. Soo P. Y., Sarbon N. M. Preparation and characterization of edible chicken skin gelatin film incorporated with rice flour // *Food Packaging and Shelf Life*. 2018. Vol. 15. P. 1–8.
2. Guerrero P., De la Caba K. Thermal and mechanical properties of soy protein films processed at different pH by compression // *Journal of Food Engineering*. 2010. Vol. 100. № 2. P. 261–269.
3. Kokoszka S. et al. Water vapour permeability, thermal and wetting properties of whey protein isolate based edible films // *International Dairy Journal*. 2010. Vol. 20. № 1. P. 53–60.
4. Hanani Z. A. N., Roos Y. H., Kerry J. P. Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products // *International journal of biological macromolecules*. 2014. Vol. 71. P. 94–102.
5. Bakry N. F., Isa M. I. N., Sarbon N. M. Effect of sorbitol at different concentrations on the functional properties of gelatin/carboxymethyl cellulose (CMC)/chitosan composite films // *International Food Research Journal*. – 2017.
6. Gómez-Guillén M. C. et al. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films // *Trends in Food Science & Technology*. 2009. Vol. 20. № 1. P. 3–16.
7. Hanani Z. A. N., [et al.] Extrusion of gelatin-based composite films: Effects of processing temperature and pH of film forming solution on mechanical and barrier properties of manufactured films // *Food Packaging and Shelf Life*. 2014. Vol. 2. № 2. P. 91–101.
8. Kumar L. et al. Edible films and coatings for food packaging applications: A review // *Environmental Chemistry Letters*. 2022. 22. P. 1–26.
9. Saklani P., Siddhnath D. S., Singh S. M. A review of edible packaging for foods // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2019. Vol. 8, № 7. P. 2885–95.

Совершенствование технологии получения белковых гидролизатов из морских гидробионтов

Кучина Ю. А.¹, Аллоярова Ю. В.¹, Кравец П. П.², Малавенда С. С.²,
Приймак П. Г.², Тюкина О. С.², Глухарев А. Ю.¹, Бордиян В. В.¹,
Деркач С. Р.¹ (г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", ¹научно-исследовательская лаборатория "Химия и технология морских биоресурсов", ²кафедра биологии и биоресурсов, *kuchinayua@mstu.edu.ru*)

Аннотация. Изучено влияние дополнительной обработки мидии на химический состав ферментативных белковых гидролизатов.

Abstract. The effect of additional processing of mussels on the chemical composition of enzymatic protein hydrolysates was studied.

Ключевые слова: мидии, ферментативный гидролизат, химический состав

Key word: mussels, enzymatic hydrolyzate, chemical composition

В настоящее время в мире культивирование моллюсков является высокорентабельной отраслью. Наиболее массовым представителем двустворчатых моллюсков сублиторали и литорали Баренцева моря является мидия (*Mytilus*) [1]. Мясо мидии является диетическим продуктом, богато белками, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами и микроэлементами. Переработка мидий направлена на выпуск широкого ассортимента пищевой продукции: мясо мидий варено-мороженое, консервы, пресервы, соусы, пасты и пр. [2]. При промышленной переработке мидий около 30 % пищевого сырья отбраковывается т. к. не соответствует установленным критериям (сломанные раковины, низкое содержание мяса и пр.). Некондиционную мидию можно использовать для получения лечебно-профилактических препаратов на основе гидролизатов, различных видов питательных сред и кормовой продукции [3]. Проведенное ранее исследование показало, что ферментативные гидролизаты, полученные из мидии, собранной на Восточном побережье Баренцева моря, содержат повышенное количество минеральных веществ (более 30 % масс), что ограничивает область их использования [4]. Поэтому, для удаления избытка солей необходима дополнительная обработка сырья – промывка водой. Обработку осуществляли следующим образом: мидии размораживали,

смешивали с водой в массовом соотношении 1:2, тщательно перемешивали и после отстаивания в течение 5 минут водный раствор удаляли (операцию повторяли 3–4 раза). Затем мидии разделявали, мягкие ткани (тело моллюска) вновь промывали холодной водопроводной водой (2–3 раза), измельчали и направляли на получение ферментативных белковых гидролизатов. Для гидролиза использовали ферментный препарат микробного происхождения протозим. Белковые гидролизаты получали по стандартной технологии [3; 4]. Измельченное сырье смешивали с дистиллированной водой в массовом соотношении 1:1, доводили параметры реакционной среды до условий, необходимых для эффективной работы фермента (значения $pH = 8,2 \pm 0,3$ ед., температура $t = 60 \pm 1$ °С) и вводили расчетное количество ферментного препарата ($C_{ФП} = 6$ г / 1 кг сырья). Ферментализацию проводили в течение 4 часов при постоянном перемешивании. Затем реакционную смесь нагревали до температуры 90–95 °С, негидролизованное сырье удаляли с помощью фильтрации, фильтрат (раствор гидролизата) сушили в лиофильной сушилке. Химический анализ сырья и ферментативных белковых гидролизатов проводили по стандартным методикам [5]. Результаты представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Химический состав белковой части мидии

Объект	Влага $\omega_M, \%$	Жир, $\omega_F, \%$	Зола, $\omega_A, \%$	Общий азот, $N_T, \%$	Белок* Р, %
Мясо мидии	86,5±1,0	1,2±0,2	2,3±0,1	1,6±0,1	10,0±0,6
Мясо мидии (после обработки)	80,0±1,0	1,0±0,1	1,3±0,1	2,8±0,1	17,5±0,6

Примечание. Массовую долю белка рассчитывали как $P = N_T \times 6,25$ (6,25 – коэффициент пересчета количества азота на белок).

Анализ данных представленных в таблице 1 показал, что дополнительная обработка уменьшает количество минеральных солей в сырье на 45 %.

Таблица 2 – Химический состав ферментативных белковых гидролизатов

Белоксодержащее сырье	Влага $\omega_M, \%$	Жир, $\omega_F, \%$	Зола, $\omega_A, \%$	Общий азот, $N_T, \%$	Белок Р, %
Мясо мидий	8,4±0,5	2,4±0,1	34,8±0,1	8,7±0,2	54,4±1,2
Мясо мидий (после обработки)	9,8±0,5	1,1±0,1	11,0±0,1	12,5±0,2	78,1±1,2

Анализ данных, представленных в таблице 2, показал, что гидролизат, полученный из сырья, прошедшего дополнительную обработку, характеризуется более высоким содержанием белка (78,1 % масс.) и низким содержанием минеральных солей (11,0 % масс.), чем гидролизат полученный из сырья без дополнительной обработки. Содержание влаги и жира в образцах не превышает допустимых значений.

В работе показано, что предварительная обработка белоксодержащего сырья (мидии, собранной на побережье Баренцева моря) позволяет снизить содержание минеральных веществ в конечном продукте. Причем, уменьшение (на 45 % масс.) количества золы в сырье приводит к значительному (в 3 раза) сокращению минеральных веществ в ферментативном гидролизате.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-16-20046, региональный грант) и Министерства образования и науки Мурманской области (соглашение № 103).

Библиографический список

1. Тюкина О. С. [и др.]. Биоэкологические аспекты организации мидиевых хозяйств на восточном Мурмане Баренцева моря // Балтийский морской форум: материалы X Международного Балтийского морского форума. Калининград. 2022. Т. 3. С. 136–142.
2. Битютская О. Е. Систематизация способов комплексной переработки мидий // Известия Вузов. Пищевая технология. 2019. № 5-6. С. 9–15.
3. Naik A. S., Hayes M. Bioprocessing of mussel by-products for value added ingredients // Trends Food Sci. Technol. 2019. Vol. 92. P. 111–121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.013>.
4. Кучина Ю. А. [и др.]. Свойства белковых гидролизатов, полученных из отходов рыбопереработки // Наука и образование -2022: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Мурманск, 1–9 декабря 2022 г.). Мурманск : Изд-во МАУ, 2024. С. 267–273.
5. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские бсозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М. : Издательство стандартов, 1985.

Аффинная адсорбция хитинолитических ферментов гепатопанкреаса камчатского краба и краба-стригуна опилио

Новиков В. Ю., Шумская Н. В., Рысакова К. С., Мухортова А. М.

*(г. Мурманск, Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО")
имени Н. М. Книповича, mukhort@pinro.vniro.ru)*

Аннотация. В работе представлены результаты исследования аффинной хроматографии хитинолитических ферментов, выделенных из гепатопанкреаса камчатского краба и краба-стригуна опилио. Изучены молекулярно-массовое распределение и хитинолитическая активность полученных фракций.

Abstract. The paper presents the results of affinity chromatography of chitinolytic enzymes isolated from the hepatopancreas of Kamchatka crab and opilio striped crab. The molecular weight distribution and chitinolytic activity of the obtained fractions were studied.

Ключевые слова: хитинолитические ферменты, гепатопанкреас, аффинная хроматография, аффинная адсорбция

Key words: chitinolytic enzymes, hepatopancreas, affinity chromatography, affinity adsorption

В последнее время большое внимание уделяется аффинной хроматографии хитина для очистки хитинолитических ферментов благодаря ее скорости, простоте, более высокой селективности и производительности по сравнению с традиционными протоколами [1].

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись комплексные ферментные препараты (ФП), полученные из гепатопанкреаса камчатского краба и краба-стригуна опилио, предоставленные ООО "Антей-Север".

В качестве аффинного сорбента использовали природный хитин, выделенный из панциря камчатского краба и регенерированный хитин, полученный из хитозана по методике [2].

Экзохитиназную активность определяли по реакции продукта гидролиза N-ацетилглюкозамина с 4-диметиламинобензальдегидом с образованием окрашенного комплекса [3]. Эндохитиназную активность измеряли в процентах уменьшения оптической плотности при 700 нм суспензии коллоидного хитина после инкубации 30 мин при 37 °С [4].

Молекулярно-массовое распределение белков определяли методом эксклюзионной высокоэффективной жидкостной хроматографии на хрома-

тографе LC-10A_{VP} ("Shimadzu", Япония) с использованием колонки TSK-gel Alpha-4000 (30 × 0,78 см) ("TOSOH", Япония).

Аффинную хроматографию выполняли на колонках с хитином на оборудовании для хроматографии низкого давления фирмы Pharmacia (Швеция). В колонку с хитином, уравновешенную физраствором (0,15 моль/дм³ NaCl) с pH 7 вводили раствор ФП, растворенный в физрастворе. В начале в колонку подавали элюент 0,15 моль/дм³ NaCl с pH 7. После полного вымывания свободных белков в колонку подавали элюент 0,15 моль/дм³ NaCl с pH 3 для десорбции связанных с хитином белков.

Аффинную адсорбцию-десорбцию проводили в колбах при температуре от 4 до 6 °С при перемешивании. В колбу заливали к суспензии хитина в 0,15 моль/дм³ NaCl с pH 7,0 добавляли ФП. При перемешивании смесь выдерживали 2 ч и сорбент отделяли центрифугированием при 10 000 об/мин. Затем к осадку хитина добавляли 0,15 моль/дм³ NaCl с pH 3,0, выдерживали при перемешивании 2 часа и центрифугировали. И затем операцию промывки сорбента повторяли при pH 1,0. Растворы сушили лиофильно и в сухих препаратах измеряли хитинолитическую активность.

Результаты и их обсуждение

Аффинное связывание хитинолитических ферментов проводили в двух режимах: аффинной хроматографии [5] и аффинной адсорбции-десорбции в объеме [6].

При аффинной хроматографии после полного вымывания свободных белков при pH 7,0 и изменения pH элюента до 3,0 наблюдалось последовательное элюирование нескольких групп белков, которые были связаны с хитином. В элюированных образцах были получены ВЭЖХ хроматограммы, на которых видны две фракции белков с молекулярными массами менее 50 кДа и более 100 кДа. Эти данные согласуются с результатами фракционирования белков гепатопанкреаса методом ультрафильтрации [7]. В обеих фракция обнаружена хитинолитическая активность.

Результаты аффинной адсорбции-десорбции показали, что аффинное связывание с регенерированным хитином позволило выделить около 75 % эндо- и экзохитинолитических ферментов из ФП камчатского краба. В случае ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна доля адсорбированных хитином хитинолитических ферментов была значительно меньше – около 31 % для эндо- и 34 % для экзохитинолитических ферментов.

Вероятно, часть хитинолитических ферментов краба-стригуна связана с высокомолекулярной фракцией белков, имеющих ММ в диапазоне 100–300 кД. Сделано предположение о влиянии на адсорбцию хитинолитических ферментов частично диссоциированного гемоцианина краба-стригуна опилио [8; 9]. При изучении ФП из гепатопанкреаса камчатского краба высокомолекулярная фракция белков, в которой содержался гемоцианин, имела молекулярную массу более 300 кДа. Такой более ассоциированный гемоцианин, вероятно, меньше связывался с хитинолитическими ферментами, чем частично диссоциированный.

При сравнении результатов фракционирования с использованием регенерированного и измельченного нативного хитина было установлено, что для первой формы сорбента при аффинной хроматографии были получены узкие фракции белков. При использовании в качестве аффинного сорбента измельченного хитина количество адсорбированных хитинолитических ферментов было ниже, что объясняется меньшей удельной поверхностью сорбента, а при хроматографии были получены широкие бесструктурные фракции.

Таким образом, эксперименты с аффинной адсорбцией и хроматографией на хитине показали возможность выделения хитинолитических ферментов из комплексного ферментного препарата, полученного из гепатопанкреаса крабов. На основании сведений из научных публикаций и результатов проведенных исследований сделано предположение о влиянии на разделение и очистку хитинолитических ферментов гемоцианина крабов.

Библиографический список

1. Cheba B. A. Microbial chitinases purification: conventional protocols and affinity based strategies (Review) // WJFMS. 2015. Vol. 7, No. 6. P. 458–461.
2. Hirano S., Ohe Y., Ono H. Selective N-acylation of chitosan // Carbohydr. Res. 1976. Vol. 47, N 2. P. 315–320.
3. Reissig J. L., Strominger J. L., Leloir L. F. A modified colorimetric method for the estimation of N-acetyl amino sugars // J. Biol. Chem. 1955. Vol. 217, N 2. P. 959–966.
4. Declaire M., De Cat W., Tang V. H., [et al.]. Determination of endo- and exochitinase activities of *Serratia marcescens* in relation to the culture media composition and comparison of their antifungal properties // Chitin Enzymology. Vol. 2 / ed.: A. A. Muzzarelli. Grottammare, Italy : Atec Edizioni, 1996. P. 165–169.

5. Карнаухова И. В., Ширяева О. Ю., Шукшина С. С., Соловых Г. Н., Осинкина Т. В. Изучение некоторых наиболее доступных методов выделения и очистки лизоцима пресноводных двустворчатых моллюсков // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. 8 с.
6. Brzezinska M. S., Jankiewicz U., Walczak M. Biodegradation of chitinous substances and chitinase production by the soil actinomycete *Streptomyces rimosus* // Int. Biodeterio. Biograd. 2013. Vol. 84. P. 104–110.
7. Rysakova K., Novikov V., Shumskaya N. Fractionation of enzymes from the hepatopancreas of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* by ultrafiltration // AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2931. P. 030001-1–030001-6.
8. Kamerling J. P., Vliegthart J. F. G. Hemocyanins // Glycoproteins II. Ser.: New Comprehensive Biochemistry. Vol. 29, Part B / ed.: J. Montreuil, J. F. G. Vliegthart, H. Schachter. Amsterdam, Lausanne, [et al.]: Elsevier, Academic Press, 1997. P. 123–142.
9. Моисеев С. И., Горянина С. В., Моисеева С. А. Сравнительные исследования структуры и концентрации гемоцианина в гемолимфе камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) из Баренцева и Охотского морей // Известия ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 216–230.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

Контроль экологической безопасности водной среды с технологией онлайн биомониторинга

Гудимов А. В.¹, Аллояров К. Б.², Комарова Е. П.³ (г. Мурманск, ¹ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", лаборатория зообентоса, alexgid@mail.ru, ²ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра технологий пищевых производств, alloyarovkb@mstu.edu.ru, ³г. Ростов-на-Дону, ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", научно-исследовательский институт физики, kom.ekaterina2016@yandex.ru)

Аннотация. При применении стандартного биомониторинга к морским экосистемам текущая ситуация и экологическая безопасность в данный или любой другой момент времени неизвестны. Только оперативный (онлайн) биомониторинг может обеспечить непрерывный контроль экологической безопасности. Разработанная система онлайн биомониторинга готова к практическому внедрению в морской среде.

Abstract. When applying the standard biomonitoring to marine ecosystems the current situation and environmental safety at a given or any other point in time are unknown. Only on-line biomonitoring can provide continuous control of environmental safety. The present online biomonitoring system is ready for practical implementation in marine environment.

Ключевые слова: экологическая безопасность, непрерывный контроль, оперативный (он-лайн) биомониторинг, двустворчатые моллюски, кадмий, медь

Key words: environmental safety, continuous control, online biomonitoring system, bivalve, cadmium, copper

Мониторинг является, фактически, единственным способом обнаружения изменений среды и биологических систем разного масштаба. Экологический биомониторинг водных объектов направлен на обеспечение их экологической безопасности и защиту экосистем от антропогенного воздействия, в первую очередь, загрязнения.

Главные недостатки стандартного биомониторинга, прежде всего, его огромная инертность (3–5 и более лет) в реакциях популяций и сообществ на любые изменения среды, устранимы при сочетании мониторинга с биоиндикацией, проводимой на нескольких уровнях организации биологических систем (суборганизменном, организменном, популяционном и биоцено-тическом). Скорость реагирования на организменном уровне значительно

выше, чем на популяционном или биоценоотическом. Соответственно, биоиндикация на суборганизменном (биохимические маркеры) и организменном (физиологические и поведенческие маркеры) уровнях имеет наибольшую оперативность.

Оперативная биоиндикация на основе оперативного (он-лайн) биосенсорного мониторинга (ОБМ) является инструментом перманентного контроля состояния среды (по типу *early warning system*) и охватывает шкалу реакций от нескольких часов (или минут при сильном воздействии, острой токсичности) до нескольких месяцев. В отличие от стандартного биомониторинга, включая биохимические маркеры, ОБМ не нуждается в постоянном отборе проб, практически не имеет дискретности и инерции.

Особенность данного метода заключается в непрерывной регистрации функциональной активности организма и выполнения биоиндикации в режиме наиболее близком к реальному времени. В настоящее время, только два функциональных показателя – поведение (параметры движений створок) и/или кардиоактивность двустворчатых моллюсков (мидий, модиолусов, кардиумов, гребешков) могут регистрироваться длительное время в условиях прибрежной зоны арктических морей. В природных условиях акваторий России и СНГ непрерывный биомониторинг и оперативная биоиндикация впервые были выполнены по поведенческим реакциям мидий Баренцева моря в 2004–2005 гг. [1].

Как скорость, так и стабильность реагирования говорят в пользу поведенческих реакций. В проведенных биотестах токсикантов разного типа, в частности, ионов меди и кадмия первые достоверные изменения параметров поведения обнаружены при концентрациях от 5–10 ПДК, а кардиоактивности только от 50–100 ПДК (биотесты в термостатируемой лаборатории).

При этом, уровень раскрытия створок (УРС, % от максимума) баренцевоморских мидий *Mytilus edulis*, после короткой паузы, стремительно уменьшался на 60–70 %, как правило, начиная с первых 5 минут, до минимальных значений и затем стабилизировался на этом низком уровне (рисунок 1). В то время как ЧСС (частота сердечных сокращений, ударов/мин) мидий за первые 15–30 мин увеличивалась на 5–10 %, и только потом начиналось ее снижение.

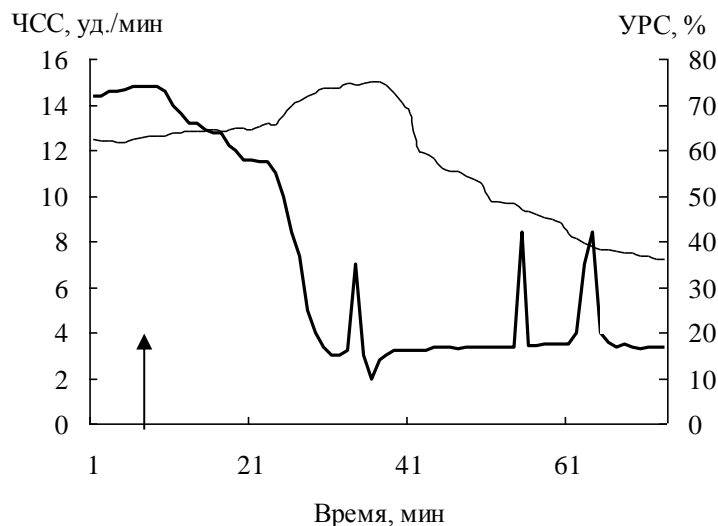


Рисунок 1 – Сравнение изменений ЧСС (1, верхняя кривая) и УРС (2, нижняя) мидий *M. edulis* после начала (стрелка) ступенчатой добавки раствора сульфата меди

Однако реакции организмов в лаборатории и природе неодинаковы и, как показали наши эксперименты [1], могут значительно отличаться не только по чувствительности, но и даже по направлению ответа на изменения факторов среды. Для применения результатов биотестирования в оперативной биоиндикации нужны полевые исследования.

Разработанный нами аппаратно-программный комплекс оперативного биомониторинга (АПК ОБМ, 2016 г.), т. е., по сути, первый *экологический зонд* позволяет получать оперативную информацию о качестве водной среды непосредственно в природных условиях, в режиме реального времени, с передачей данных через Интернет. АПК ОБМ прошел круглогодичные технические испытания (2015–2021 гг.) в прибрежье Баренцева моря. Следующий этап – биоиндикация в реальных условиях загрязнения прибрежных вод.

Библиографический список

1. Гудимов А. В. Экологический биомониторинг водных экосистем: на пути к новейшим технологиям // Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений : сб. науч. тр. СПб. : Реноме, 2014. С. 326–344.

Изучение методик и подходов к оценке выбросов парниковых газов с судов арктических акваторий

Облезина Е. А.¹, Васильева Ж. В.² (¹г. Анапиты, ФИЦ "Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН",
astashenkovahelen@gmail.com, г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экологии и техносферной безопасности)

Аннотация. Исследованы ключевые методики и подходы к оценке выбросов парниковых газов с судов.

Abstract. Key methods and approaches to assessing greenhouse gas emissions from ships were studied.

Ключевые слова: эмиссия парниковых газов, руководящие принципы МГЭИК, конструктивный коэффициент энергоэффективности судна

Key words: greenhouse gas emissions. IPCC Guidelines. Energy Efficiency Existing Ship Index, EEXI

В современных реалиях вопрос углеродного регулирования и оценки эмиссии парниковых газов с судов представляет собой крайне актуальную повестку. Вступление в силу Киотского протокола [1] привело к изменению энергетической политики многих стран, в том числе и Российской Федерации [7]. Эти изменения прежде всего коснулись ограничений эмиссии парниковых газов (далее – ПГ) (диоксида углерода (CO₂ – 76 %), метана (CH₄ – 16 %), закиси азота (N₂O – 6 %), гексофторида серы (SF₆), гидрофторуглеродов (ГФУ) и перфторуглеродов (ПФУ) – 2 %).

Согласно Киотскому протоколу Российская Федерация отнесена к странам с уровнем экономики соответствующей степени – переходной. И, следовательно, за нашей страной закреплены обязательства в части количественного ограничения выбросов ПГ на уровне 1990 года, что соответствует 2 200 млн тонн [2].

Разработка международных, а затем отечественных, инструментов по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду была обусловлена положениями вышеописанных документов. Ключевая цель десятилетия была нацелена на минимизацию выбросов ПГ. Унифицированный подход в части определения CO₂-экв. стал понятным международным инструментом как для предприятий, так и для государств. Однако данный

подход был легко применим для промышленных предприятий, но учет выбросов ПГ с судов, которые представляют собой сложно дифференцированную систему, потребовал определения новых подходов и методик к оценке выбросов, которые были реализованы как в зарубежной, так и отечественной нормативно-правовой базе.

В основе всей зарубежной базы расчетов выбросов ПГ с судов лежат рекомендации IPCC (МГЭИК) [4], требования МАРПОЛ, и точнее Приложение VI [3], резолюции комитета ИМО (Международной морской организации), а также стандарты корпоративного учета и отчетности, например, такие, как GHG Protocol.

Согласно Руководящим принципам IPCC, основные положения сводятся:

- к необходимости разграничения выбросов от внутренних и международных рейсов;
- к необходимости комбинирования различных источников данных для полного охвата эмиссии ПГ от судоходства, с учетом избегания двойного учета.

Далее в приложении V к МАРПОЛ вводятся такие важные понятия, как коэффициенты конструктивной энергетической эффективности (EEDI) и энергетической эффективности существующих судов (EEXI).

EEDI показывает отношение эмиссии ПГ от энергетической установки (далее – ЭУ) к массе груза на весь путь транспортировки.

Вопрос углеродного регулирования в России стал актуальным с начала 20-х годов XXI века, при этом, безусловно, в основе всех разработанных и разрабатываемых нормативных документов лежат в настоящее время зарубежные подходы и методики. Ключевая российская НПБ в этой сфере базируется:

- на Указе Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов";
- на Федеральном законе от 02.07.2021 № 296-ФЗ "Об ограничении выбросов парниковых газов";
- на Распоряжении Минприроды России от 16.04.2015 № 15-р "Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации";

- на ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021 Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и поглощении парниковых газов на уровне организации;
- на Распоряжении Правительства РФ от 29.10.2021 N 3052-р "Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года";
- на Приказе Минприроды России от 27.05.2022 года N 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов";
- на Указе Президента РФ № 812 "Об утверждении Климатической доктрины".

Изучая все существующие методики и предложения по расчету углеродного следа с судов, можно сделать выводы, что самой полной является методика на основе расчета EEXI [5].

Данная методика позволяет полно оценить углеродный след в CO_{2-экв.} с любого судна, при этом будут учтены следующие ключевые параметры:

- тип перевозки (прямая или смешанная);
- наличие Свидетельство IEE [6];
- гидрометеорологические условия навигации.

Однако важно отметить, что суда с ледовым классом Arc6 – Arc9, а также суда внутреннего плавания, не могут быть рассчитаны согласно данной методике, т. к. отсутствуют данные о мощности, расходе топлива и другие ключевые параметры.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для комплексного расчета эмиссии ПГ от судоходной деятельности требуется доработка данной методики, либо разработка дополнительной нормативной базы и формирование нового перечня коэффициентов с пересчетом на ледовый класс.

Библиографический список

1. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата от 1997 года.
2. Лапонш Б., Филимон Т., Жгенти В. Российско-европейский диалог по вопросам энергетики и энергетическая стратегия России – определяющая роль энергосбережения // Теплоэнергетика. 2004. № 7. С. 64 – 73.
3. Приложение VI (пересмотренное) к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78).

4. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>.
5. Guidelines on the method of calculation of the attained energy efficiency existing ship index. URL:
6. [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.350\(78\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.350(78).pdf).
7. Inclusion of regulations on energy efficiency for ships in MARPOL Annex VI. URL:
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.203\(62\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.203(62).pdf).
8. Pain without Gain: Canada and the Kyoto Protocol. Ottawa Canadian Manufacturers & Experts Press, 2006.

Система сертификации зеленого строительства DGNB – Немецкое общество устойчивого строительства

Тимошенко О. В., Макушкина Н. В. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО
"Мурманский арктический университет", кафедра строительства,
энергетики и транспорта, nadyha37iv@mail.ru*)

Аннотация. DGNB – это авторитетное общество, которое разрабатывает и продвигает стандарты для экологически устойчивого и энергоэффективного строительства. В статье рассматриваются критерии, которые учитываются при оценке устойчивости зданий, такие как энергопотребление, использование материалов, здоровье и комфорт жильцов, управление проектом и влияние на окружающую среду. Основываясь на работе и методиках DGNB, статья предоставляет важную информацию для профессионалов в области строительства, стремящихся создать более устойчивое и экологически дружелюбное построение.

Abstract. DGNB is an established society that develops and promotes standards for environmentally sustainable and energy efficient construction. The article examines the criteria that are taken into account when assessing the sustainability of buildings, such as energy consumption, use of materials, occupant health and comfort, project management and environmental impact. Based on the work and techniques of DGNB, the article provides important information for construction professionals seeking to create more sustainable and environmentally friendly buildings.

Ключевые слова: экологическая устойчивость, энергоэффективность, стандарты, критерии оценки, энергопотребление, использование материалов, здоровье и комфорт, окружающая среда, строительство.

Key words: environmental sustainability, energy efficiency, standards, evaluation criteria, energy consumption, use of materials, health and comfort, environment, construction.

Настоящий доклад посвящен DGNB, Немецкому обществу устойчивого строительства, его основанию, принципам работы и информации об объектах, построенных по этой технологии в Европе и России. DGNB является примером организации, успешно работающей в области устойчивого развития и строительства. Устойчивое строительство направлено на снижение отрицательного воздействия на окружающую среду, увеличение энергоэффективности и повышение качества жизни.

DGNB расшифровывается как Немецкий совет по устойчивому строительству. DGNB – независимая некоммерческая ассоциация, которая была основана в 2007 году и превратилась в крупнейшую в Европе сеть по устойчивому строительству.

Но DGNB – это больше, чем просто четыре буквы. Это обещание изменить статус-кво в сфере строительства и недвижимости – и сделать это многими способами. Общество берет на себя ответственность и вносит свой вклад в то, чтобы устойчивое развитие и борьба с изменением климата стали новой нормой [4].

Более 2 300 организаций-членов из всех сфер строительства и недвижимости выразили им свое доверие. Архитектурные фирмы, проектировщики и консультанты встречаются в DGNB со строителями, разработчиками проектов, компаниями строительной отрасли и производителями продукции. Финансовый сектор, муниципалитеты, ассоциации и университеты также участвуют в совместной ассоциации.

Принципы и преимущества DGNB

Для тех, кто впервые сталкивается с вопросом о том, что такое сертификация DGNB и что важно иметь в виду, мы хотели бы дать первоначальный обзор наиболее важных тем и задач. Прежде всего, это помогает понять, что существует не только один тип сертификации. В зависимости от типа использования и фазы жизненного цикла проекта существуют различные варианты системы сертификации DGNB. Однако все эти формы сертификации основаны на целостном понимании устойчивого развития, что отличает систему DGNB от других доступных систем сертификации [5].

Система сертификации DGNB – это система второго поколения по сравнению с другими международными системами сертификации: оценка основывается не только на экологических аспектах, но и включает целостное изучение всего жизненного цикла здания или района [1].

Интересно с экономической точки зрения: экологически чистые здания более ценны при меньших затратах на эксплуатацию и техническое обслуживание. Исследования показывают, что экологически чистые здания сводят к минимуму риск незанятости и увеличивают доход от аренды [2]. Это, в свою очередь, приводит к улучшению рынка и повышению стоимости недвижимости при перепродаже. Таким образом, устойчивое строительство является фактором повышения ценности, а не затрат. Это также подтверждается исследованием, проведенным в Дании (2020 г.): более экологичный подход не означает более дорогой. Наоборот. Некоторые из зданий в исследовании с самыми высокими рейтингами DGNB или самым низким уровнем выбросов CO₂ также относятся к числу зданий с самыми низкими затратами на строительство [3].

Объекты построенные по стандарту

Вскоре после образования DGNB последовали зарубежные проекты, прошедшие сертификацию в этой системе. В частности, в Китае первым зданием, получившим предварительный сертификат "Золотой", стал Центр науки и культурного обмена в Чжанцзяне (Zhangjiang Science and Culture Exchange Centre), расположенный в шанхайском районе Пудун. Цель проекта – быть символом экологичности для других зданий Китая. Например, энергозатраты планируется снизить примерно на 60 %, по сравнению со среднестатистическими зданиями Китая.

Победителем известной архитектурной премии Германии в области экологически чистых зданий в 2022 году стал отель Wilmina в Берлине.

В успешном преобразовании бывшей женской тюрьмы жюри видит выдающийся пример реконструкции существующих зданий и в то же время ответственного обращения с трудным наследием.

В силу сильной концентрации на идеи долгосрочной оценки стандарт DGNB не нашел популярности на российском рынке. На данный момент всего два объекта в России сертифицировано по стандарту DGNB.

Москва Бизнес-центр "Ленинский, 119" – первое зеленое здание в России, сертифицированное по стандарту DGNB (оценка "Золотой").

Санкт-Петербург Деловой центр "Сан Галли Парк".

Библиографический список

1. Каширипур М. М. Сравнительный анализ характеристик систем сертификации в градостроительстве // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 6. С. 91–102. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-6-91-102
2. DGNB Certification System. Munich: DGNB (German Sustainable Building Council), 2010. 263 p.
3. Сухина Е. А. Сравнение методов экологической оценки "зеленых" стандартов в строительстве // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. №2(59). С. 294–316. URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/20_sukhinina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316
4. URL: <https://www.dgnb.de/de>
5. Жуковская А. Ю., Гераськин Ю. М. Применение зеленых стандартов в России: проблемы и перспективы // Вестник Евразийской науки. 2019. Т 11, №2. URL: <https://esj.today/PDF/37SAVN219.pdf>.

Исследование сезонных изменений качества атмосферного воздуха в жилых районах города Мурманска

Широнина А. Ю. (*г. Мурманск, ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет", кафедра экологии и техносферной безопасности, shironinaayu@mstu.edu.ru*)

Аннотация. В статье описаны сезонные изменения содержания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на основных перекрестках и прилегающих к ним дворах г. Мурманска.

Abstract. The article describes seasonal changes in the content of pollutants in the surface layer of the atmosphere at the main intersections and adjacent courtyards in the city of Murmansk.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, сезонные изменения, выбросы автотранспорта, атмосфера, Арктический регион

Key words: air pollution, seasonal changing, transport emissions, atmosphere, Arctic region

Атмосфера Земли подвержена постоянному воздействию со стороны хозяйственной деятельности человека. Особенно результаты этого воздействия ощущаются в городах, которые являются местами скопления промышленных объектов и транспорта. Природно-климатические и метеорологические условия, а также сезонные погодные изменения влияют на интенсивность атмосферных процессов, что в свою очередь оказывает воздействие на процесс рассеивания загрязняющих веществ в воздухе и обуславливает их присутствие в приземном слое атмосферы [1].

Целью исследований является анализ изменения качества атмосферного воздуха в жилых районах города Мурманска в зависимости от времени года. Интерес для исследования в данном случае представляет влияние автотранспорта, поскольку он является одним из основных источников загрязнения атмосферы в городе [2].

Город Мурманск имеет вытянутую конфигурацию. Основные транспортные потоки расположены параллельно друг другу, из-за чего в часы пик нередко образуются заторы. При этом вдоль улиц, а также в прилегающих к ним дворах, атмосферный воздух может содержать повышенные концентрации загрязняющих веществ, характерных для выбросов двигателей автотранспорта.

Для исследования качества атмосферного воздуха выбраны основные перекрестки и ближайшие к ним дворы города Мурманска (рисунок 1).

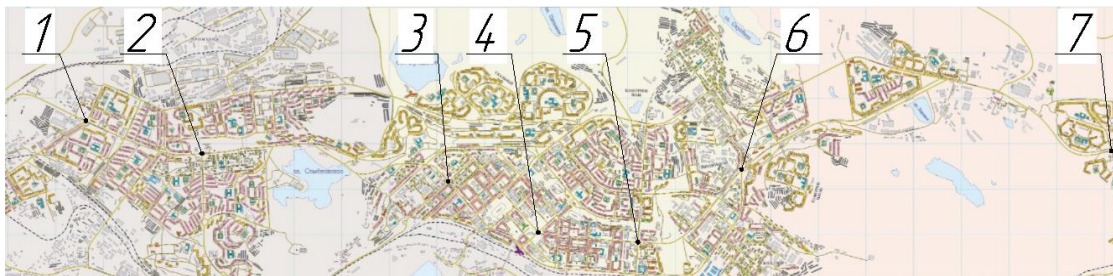


Рисунок 1 – Расположение мест замеров загрязняющих веществ
(1 –проспект Героев-Североморцев и улица М. Ивченко; 2 – ул. Чумбарова-Лучинского и проспект Героев-Североморцев; 3 – улица Челюскинцев и улица Карла Либкнехта;
4 – проспект Ленина и улица Воровского; 5 – проспект Ленина и улица Академика Книповича; 6 – проспект Ленина и проспект Кирова;
7 – проспект Кольский и улица Беринга)

Замеры проводили с помощью портативного газоанализатора ЭКО-ЛАБ в утренние часы пик (с 7.30 до 9.30 утра) в разные сезоны в 2022–2023 гг. (время замера в каждой точке составляло 20 минут).

Замеряли концентрации загрязняющих веществ, характерных для атмосферы г. Мурманска: диоксида азота и серы, оксида углерода и азота, формальдегид, углеводороды, аммиак и озон. Полученные результаты сравнивали с максимально разовой ПДК.

В период исследования не зафиксировано превышение ПДКм.р. следующих веществ: диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, смеси углеводородов (C_1-C_5), аммиака.

В атмосферном воздухе на всех выбранных точках и на перекрестках и во дворах зафиксировано превышение концентраций оксида азота, озона, формальдегидов и углеводородов практически во все сезоны года.

Рассеивание загрязняющих веществ в приземном слое во многом зависит от размеров перекрестков и плотности их застройки. На крупных перекрестках заторы образуются редко даже в часы пик, поэтому выбросы, характерные для автомобильных двигателей здесь невелики (рисунок 1, точки 4 и 6) по сравнению с более мелкими, перекрестками с такой же интенсивностью движения (рисунок 1, точки 1–3).

Формирование уровня загрязнения во дворах обычно связано с их конфигурацией, высотой зданий и удаленностью от дороги. В воздухе дворов, имеющих закрытую конфигурацию, уровень содержания загрязняющих веществ значительно ниже, чем со стороны дороги (точка 5).

При этом, например, перекресток на улицу Беринга (рисунок 1, точка 7) большой с интенсивным движением, однако продувается плохо, т.к. плотно застроен высокими зданиями и огорожен сопками, Уровень содержания оксида азота и углеводородов и на перекрестке и в прилегающем к нему дворе отмечается как высокий практически во все сезоны года. При этом во дворе уровень загрязнения практически такой же, как со стороны дороги (рисунок 2).

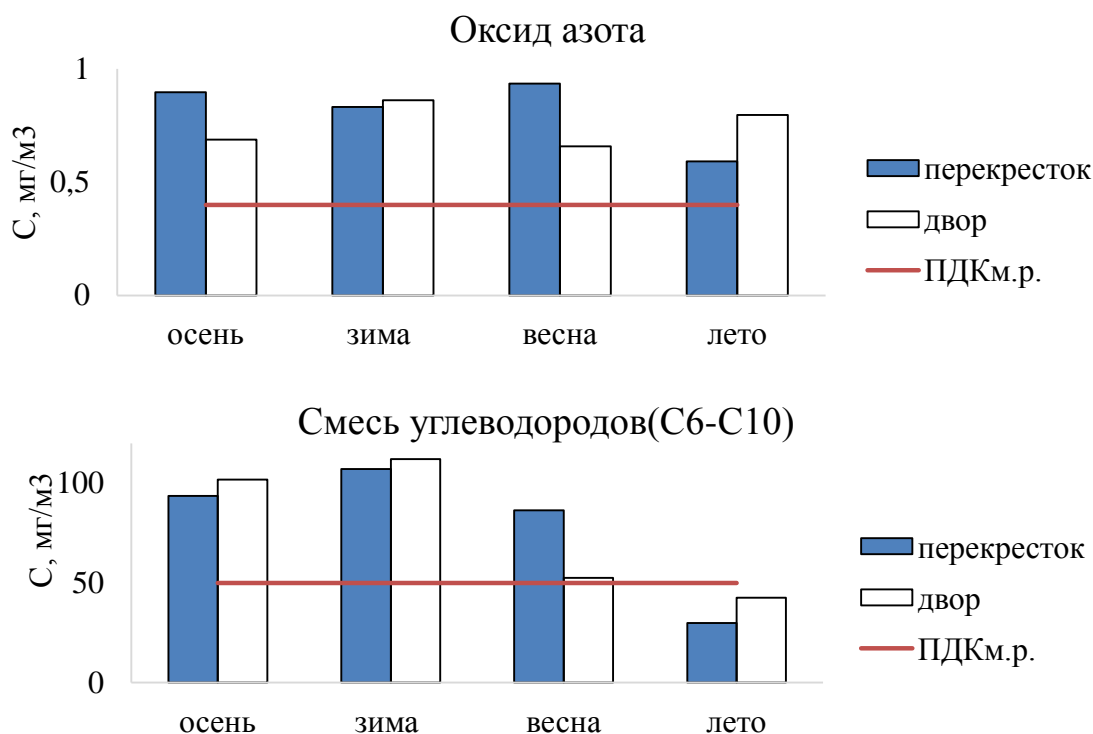


Рисунок 2 – Содержание загрязняющих веществ в воздухе на одном из наиболее загруженных перекрестках и в прилегающем к нему дворе (улица Беринга)

Библиографический список

1. Костылева Л. Н. Метеорологические факторы, влияющие на распространение загрязняющих веществ в атмосфере крупных городов // Научный альманах. 2016. №. 1–3(15). С. 67–69. DOI: 10.17117/na.2016.01.03.067.
2. Особенности загрязнения// ФГБУ "Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды". URL: <https://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/centr-monitoringa-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/> (дата обращения 10.01.2024).

Реконструкция уровней загрязнения ^{137}Cs водорослей-макрофитов на примере губы Зеленецкой, Баренцево море

Усягина И. С., Иванова Н. С., Мещеряков Н. И., Ильин Г. В.

(г. Мурманск, ФГБУН "Мурманский морской биологический институт РАН", *usjagina@mmbi.info*)

Аннотация. Определен возраст вскрытой осадочной толщи, выявлен уровень загрязнения донных отложений ^{137}Cs . Установлены гранулометрические фракции, составляющие донные отложения в губе Зеленецкой (Баренцево море). По полученным данным реконструированы исторические уровни содержания ^{137}Cs в воде, донных отложениях и водорослях-макрофитах.

Abstract. The age of the exposed sedimentary layer was determined, and the level of contamination of bottom sediments with ^{137}Cs was determined. The granulometric fractions composing bottom sediments in Zelenetskaya Bay (Barents Sea) have been established. Based on the data obtained historical levels of ^{137}Cs in water, bottom sediments and macrophyte algae were reconstructed.

Ключевые слова: радионуклиды, донные отложения, водоросли-макрофиты
Key words: radionuclides, bottom sediment, macrophyte algae

Водоросли-макрофиты распространены в прибрежье и благодаря толерантности к целому комплексу внешних факторов, произрастают в широком градиенте внешних условий. Они – природные концентраторы тяжелых металлов и радионуклидов. Поэтому важно контролировать экологическую ситуацию в районе произрастания и прогнозировать возможное загрязнение с целью использования макрофитов в пищевой или фармацевтической промышленности. Многолетние исследования распределения техногенной радиации в северных морях обобщены в монографии [1]. Однако до настоящего времени нет целостного обобщения накопленных знаний о радиоактивном загрязнении среды и биоты в прибрежных губах, имеющих потенциал развития марикультуры. Цель данной работы – реконструкция исторических уровней содержания ^{137}Cs в среде и водорослях на примере губы Зеленецкой в период "ядерной" эпохи. Базой реконструкции является изучение керна донных отложений, отобранного в августе 2023 г. КERN отборан трубкой ГОИН-1.5 в самой глубокой впадине губы (69,11 с.ш., 36,07 в.д.) на глубине 19 м.

Мощность вскрытой керном осадочной толщи – 38 см. Керн был разрезан на слои по 2 см. В полученных пробах отложений после предварительной подготовки определяли удельную активность природных радионуклидов ^{210}Pb и ^{226}Ra (для расчета возраста) и техногенного ^{137}Cs с помощью многоканального гамма-спектрометра рентгеновского и гамма-излучения b13237 (Canberra, США). Неразрушенные пробы донного осадка подвергали гранулометрическому анализу [2].

По полученным данным удельная активность общего ^{210}Pb в керне устойчиво снижается с глубиной, а активность избыточного ^{210}Pb ($^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$), определяемого разницей ^{210}Pb - ^{226}Ra , снижается по экспоненте. В расчете на единицу поверхности осадка ($\text{г}/\text{см}^2$) экспоненциальное снижение активности $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ описывается формулой $y=18,4e^{-0,02x}$, $R^2=0,96$. Это является признаком стабильности осадконакопления и условием возможности датировать слои донного осадка выше точки равновесия между ^{210}Pb и ^{226}Ra . Во взятом нами керне граница равновесия установилось в слое 20–22 см, рассчитанный возраст формирования которого 147,7 лет, т. е. 1876 год.

В соответствие расчетному возрасту слоев керна первая регистрация активности ^{137}Cs в профиле (слой 16 см) отмечена в 1945 году, что может быть связано с первым испытанием ядерного оружия в атмосфере. В слоях от 16 до 10 см ^{137}Cs практически не обнаруживался. И лишь от слоя 10 см до современной поверхности (2023 г.) отмечено непрерывное поступление радионуклида в донные отложения, что вызвано поступлением в губу радиохимических загрязнений по системе морских течений при водообмене.

Вскрытая керном осадочная толща сложена преимущественно мелким песком, разнозернистым алевритом и пелитом, с примесью плохоокатанного гравия, мертвой и битой ракуши. Содержание частиц пелитовой фракции (менее 0,01 мм) варьирует в пробах по профилю керна до 20%, что может изменять коэффициент распределения ^{137}Cs в осадках (K_{ds}) в течение реконструируемого периода. Нами выявлена прямая связь между долей пелита (%) и K_{ds} , которая описывается формулой $y=0,0025x+13,995$ (y – доля пелита, $x=K_{ds}$). В современном осадке K_{ds} был вычислен на основе измерений ^{137}Cs в воде и отложениях в 2005–2023 гг. По уравнению были реконструированы K_{ds} для ^{137}Cs в погребенных слоях взятого нами керна. Содержание ^{137}Cs в воде реконструировано по отношению удельной активности радионуклида в осадке к K_{ds} . Исторические уровни содержания

^{137}Cs в водорослях-макрофитах рассчитывали с помощью коэффициента накопления ^{137}Cs ($\text{CF}=50$) [3].

Результаты реконструкции уровней ^{137}Cs в воде, донных отложениях и водорослях-макрофитах губы Зеленецкой представлены на рис. 1. Сходимость рассчитанных значений с данными измерений заметна в период значительного снижения ^{137}Cs в водах Баренцева моря (1990–2023 гг.). Пики средних концентраций, рассчитанных для Баренцева моря не подтверждены.

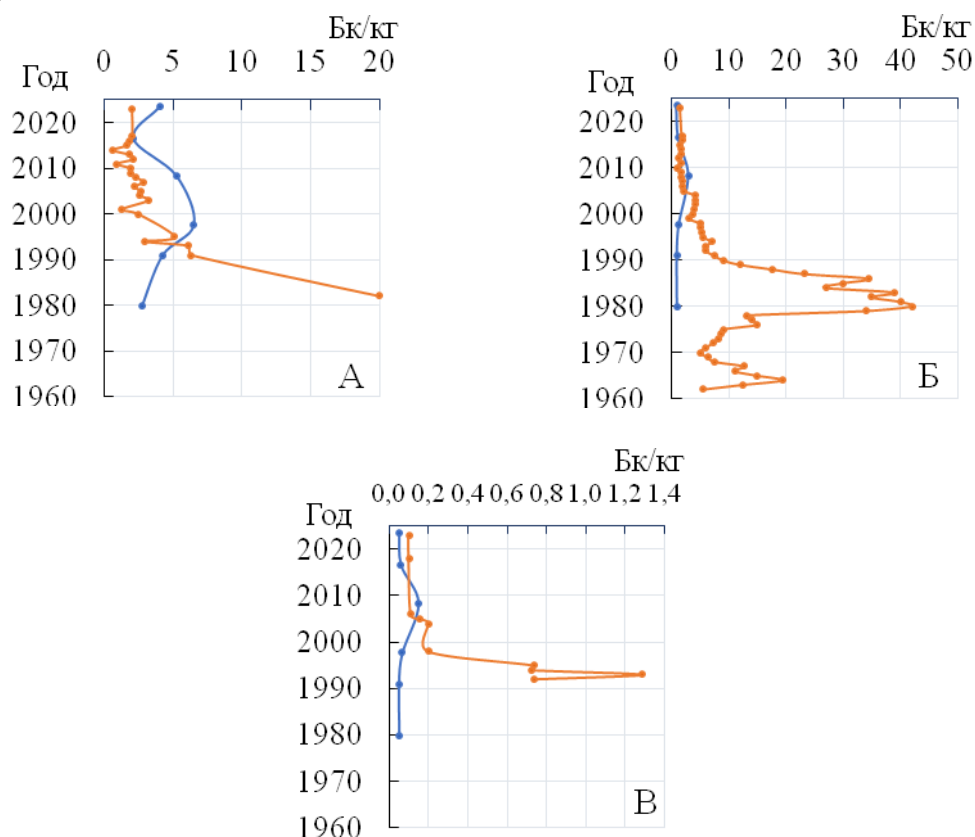


Рисунок 1 – Реконструированная удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях (А), в воде (Б) и водорослях- макрофитах (В) (синие линии) в сравнении со средними значениями по Баренцеву морю (оранжевая линия)

Губа Зеленецкая – морской водоем закрытого типа, имеет хороший водообмен с открытым морем в режиме приливо-отливных течений. Быстрая сменяемость воды определяет большое сходство термохалинных характеристик воды в губе и в прилегающей акватории моря. Трансформация вод в губе под воздействием местных факторов мала [4]. Эти особенности района исследования способствовали поступлению ^{137}Cs в губу с течениями с 1980-х гг. по настоящее время. Однако, как показало моделирование и данные измерений, это не привело к повышению уровня ^{137}Cs в водо-

рослях-макрофитах, что позволяет считать радиоэкологический фон в реконструированный период благоприятным для морского природопользования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-17-00243).

Библиографический список

1. Матишов Д. Г., Матишов Г. Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН. 2001. 417 с.
2. Андреева И. А., Лапина Н. Н. Методика гранулометрического анализа донных осадков Мирового океана и геологическая интерпретация результатов лабораторного изучения вещественного состава осадков. СПб., 1998. 45 с.
3. Sediment distribution coefficients and concentration factors for biota in the marine environment. Vienna, International Atomic Energy Agency, 2004. 95 p.
4. Ильин Г. В., Моисеев Д. В., Широколов Д. В., Дерябин А. А., Павлова Л. Г. Гидрологический режим губы Зеленецкая, Восточный Мурман // Вестник МГТУ. 2016. Т. 19, № 1/2. С. 268–277.