

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(19–20 марта 2024 г.)*

Электронное издание

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский
2024

УДК 504
ББК 20.1

Ответственный за выпуск

Е.Г. Лобков,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

Т.А. Клочкова, д.б.н.; Н.А. Седова, д.б.н.;
С.Н. Царенко, д.ф.-м.н.; В.Г. Авдощенко, к.б.н.; О.А. Белов, к.т.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; А.В. Климова, к.б.н.; Шуликов А.О., к.п.н.,
Е.А. Малова; О.В. Олхина; М.П. Гузь

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование : материалы XV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (19–20 марта 2024 г.) [Электронный ресурс] / отв. за вып. Е.Г. Лобков. – Электрон. дан. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск. – Загл. с экрана.

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

ISBN 978-5-328-00434-3

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

Тип компьютера, процессор, частота: ПК, двухъядерный Intel Pentium 4 и выше, 1500 MHz

Оперативная память (RAM): 2 Gb и выше

Необходимо на винчестере: от 80 Gb

Операционные системы: Microsoft Windows XP/7/8/10/11 (32 или 64 bit) Linux с GUI

Видеосистема: видеокарта 8 Mb памяти или лучше

Акустическая система: звуковая карта (любая)

Дополнительное оборудование: привод CD-R дисков

Дополнительные программные средства: ПО для просмотра файлов PDF

Количество носителей: 1

© КамчатГТУ, 2024
© Авторы, 2024

Техническая обработка
и подготовка материалов – Е.Е. Бабух

Дата подписания к использованию 18.10.2024 г.
Объем издания – 8,97 Мб
Количество носителей – 1
Тираж – 100 шт.

Записано на материальный носитель:
ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»
Издательство КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский,
ул. Ключевская, 35
Тел. (4152)300-953. Факс (4152)42-05-01
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Зайцева Я.Д., Авдеева Е.В.

Микрофлора сига в экспериментальном рыбноводном цеху «Главрыбвод»8

Климова А.В., Клочкова Н.Г.

Находки водорослей-макрофитов в бухте Карага
(Карагинский залив, Восточная Камчатка) в 2023 году12

Новиков М.А., Горбачева Е.А.

Содержание микроэлементов и хлорорганических токсикантов
в пресноводных рыбах Мурманской области в 2023 году17

Стеблевская В.П., Исаева О.М., Бонк А.А.

Питание молоди лососевых рыб протоки Карымайской.....22

Тевс К.О.

Фитопланктон бухты Чернышева (Уссурийский залив, Японское море).....28

Юрьев Д.Н., Андронов П.Ю.

О промысловой мере как инструменте регулирования добычи гребенчатой креветки
Pandalus hypsinotus (Decapoda, Pandalidae) в Татарском проливе32

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБИВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Артюхин Ю.Б.

Как особенности промыслового оборудования влияют на прилов морских птиц
в траловых орудиях лова38

Балькин П.А., Савицкая С.С.

Необходимость рыбопромыслового районирования Азовского моря42

Вопиловский С.С.

Экономические аспекты развития рыбной отрасли
Северо-Западного федерального округа России46

Кравцов С.А.

Экономическая политика: сущность и роль
в развитии рыбохозяйственного комплекса.....51

Майсс А.А., Майсс Н.А., Блиновская Я.Ю.

Рыболовство как глобальный антропогенный фактор.....56

Наумов Д.Г., Майсс А.А.

Исследование суточной активности ларги (*Phoca largha*)
в целях повышения устойчивости промысла тихоокеанских лососей61

Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Сергеев Е.И.

Физическое и компьютерное моделирование траловых досок.....66

Недоступ А.А., Сергеев Е.И., Ражев А.О., Насенков П.В.

Организация натуральных экспериментов, физического
и имитационного моделирования гидродинамики корпуса
рыболовного катамарана72

Суханов Ю.В., Кабонен А.В., Бетелев К.В.

Беспилотная плавучая платформа для исследования состояния прибрежных акваторий78

Фризоргер О.К., Мирославская М.В.

Маркетинговые мероприятия по продвижению организации на рынке
(на примере рыбной отрасли).....81

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Белавина О.А., Швецов В.А., Опрышко Б.А.

Разработка методики проверки в полевых условиях
датчиков гидростатического давления приборов Levelogger Edge LTCM84

<u>Белых О.А.</u>	
Флорогенетические сигналы при увеличении туристической активности в Прибайкальском национальном парке	88
<u>Горбачева Е.А., Новиков М.А.</u>	
Загрязнение внутренних водоемов Кольского полуострова в 2023 году.....	93
<u>Жиленко В.Ю., Половнева Д.О., Токач Ю.Е., Рубанов Ю.К.</u>	
Выделение магниточувствительных микроорганизмов для биологической очистки промышленных сточных вод.....	98
<u>Захарова О.А.</u>	
КПД фотосинтеза шалфея лекарственного при возделывании в лесостепной зоне Рязанской области.....	102
<u>Лазарев Г.А.</u>	
Особенности природных условий озеленения г. Петропавловска-Камчатского	107
<u>Лазарев Г.А.</u>	
Подходы к рациональному озеленению г. Петропавловска-Камчатского	110
<u>Ляндзберг Р.А.</u>	
Самые опасные ядерные аварии XX века. Часть вторая	113
<u>Матвеева Е.В., Авдощенко В.Г., Климова А.В.</u>	
Элементный состав генеративных и вегетативных органов шиповника (<i>Rosa amblyotis</i>) в природных и антропогенных ландшафтах Камчатского края.....	116
<u>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.</u>	
К вопросу развития автоматизированной системы контроля на водозаборе «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод.....	121
<u>Штильникова Т.А., Голованева А.Е.</u>	
Анализ состояния лесных ресурсов и динамика пожаров в Камчатском крае.....	125

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<u>Вопилин Р.С., Ефимов А.А.</u>	
Применение бурых водорослей в технологии хлебобулочных изделий пониженной влажности	130
<u>Гавва Е.Е., Бобров М.Ю.</u>	
Перспективы производства высокобелковых снеков на основе фарша минтая.....	135
<u>Григорьев М.А., Русских И.А., Благоданова М.В.</u>	
Перспективы использования ферментации морских водорослей рода <i>Laminaria</i> для создания функциональных безалкогольных напитков	138
<u>Ефимов А.А., Чугунков С.Ю., Чмыхалов Б.А.</u>	
Применение растительных экстрактов в технологии снековой продукции из нерки.....	142
<u>Колесников Д.В., Румянцев А.Е., Чугунков С.Ю.</u>	
Влияние обработки икры лососевой зернистой кальцийсодержащими растворами и этанолом на прочность икринки	147
<u>Лутова А.П., Елина В.М.</u>	
Обоснование целесообразности формирования спроса на консервированные первые блюда с бурой водорослью <i>Undaria pinnatifida</i> на российском рынке	152
<u>Чмыхалова В.Б., Пивоварова И.Н.</u>	
Применение камчатских дикоросов в технологии мучных кондитерских изделий.....	157
<u>Чмыхалова В.Б., Трофимова Д.И.</u>	
Применение барьерных пленок на основе полисахаридов в технологии мороженой рыбопродукции	161
<u>Чмыхалова В.Б., Чугункова С.М.</u>	
Риски использования генетически модифицированного сырья в пищевых технологиях	164

Секция 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

<u>Архипов В.Р., Проценко И.Г.</u> Разработка картографического модуля для информационных систем СВТУ ФАР	167
<u>Белозор Д.А., Стойко А.А., Бельх О.А.</u> Интеграция интерактивных технологий в естественнонаучной подготовке курсантов.....	172
<u>Бурнаев А.Н., Малова Е.А.</u> Проектирование базы данных подсистемы компьютерного тестирования в ИС «Кафедра»	176
<u>Бурнаев А.Н., Проценко И.Г.</u> Физическая модель и нормализация БД ИСК (КТест)	181
<u>Гараев Р.А., Рогожников А.О.</u> Актуальность применения робота-манипулятора для увеличения производственных мощностей рыбодобывающих предприятий	186
<u>Емельянов Г.С., Чебанюк С.В.</u> База данных подсистемы планирования учебной нагрузки в ИСК.....	190
<u>Иванко Н.С., Лисиенко С.В., Веренич Т.Н.</u> Оценка перспектив создания системной платформы в области организации рыболовства	196
<u>Пономарев Н.С., Рычка И.А.</u> База данных системы мониторинга рыболовства в СВТУ ФАР.....	200
<u>Проценко И.Г., Пономарев Н.С.</u> Автоматизация процесса сбора и обработки данных о вылове рыбодобывающими компаниями Камчатского края	205
<u>Ястребов Д.П.</u> Экспериментальные исследования работоспособности разработанного лабораторного блока питания для ремонта техники на судах.....	211

Секция 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

<u>Гладких А.С.</u> Внедрение элементов автоматизированного мониторинга в систему контроля протекторной защиты корпусов судов.....	216
<u>Иодис В.А., Шмелев Д.А., Волосян С.И.</u> Автономный морозильный комплекс	220
<u>Калюжный Д.Р., Баженов Б.В.</u> Повышение энергоэффективности галтовочной машины.....	223
<u>Логинев Г.С., Бурнаев М.Н.</u> Разработка сушильной установки с применением термической и криогенной обработки сырья	227
<u>Рогожников А.О.</u> Анализ технических решений имитации работы судовой электростанции для подготовки судовых операторов	230
<u>Рогожников А.О., Шаповалова Е.В., Паламарчук В.А.</u> Анализ технических решений имитации работы судовой электростанции зарубежного производства.....	234
<u>Рогожников А.О., Ястребов Д.П., Шаповалова Е.В., Белов О.А.</u> Модернизация устройства автоматического предпускового замера уровня сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя	238
<u>Сгибнев М.Д., Корж А.С., Семенов А.Ю., Ястребов Д.П., Швецов В.А.</u> Разработка сварочного позиционера малой грузоподъемности	242

<u>Семенов А.Ю., Белов О.А., Ястребов Д.П.</u>	
К вопросу применения в учебном процессе разработанного лабораторного блока питания с целью повышения профессиональных навыков морских специалистов	246
<u>Степанова Е.А., Хорохорин С.А.</u>	
Сравнительный анализ альтернативных хладагентов, которые придут на замену озоноразрушающим фреонам.....	251
<u>Филатов М.С., Ахияров Р.К.</u>	
Система управления электроприводом галтовочной машины.....	254
<u>Царенко С.Н., Голованев Е.А.</u>	
Определение частотных характеристик лабораторного стенда для исследования динамических нагрузок на ножах куттера	258
<u>Список организаций – участников конференции и их адреса</u>	262

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК 639.2/.3:619

Я.Д. Зайцева, Е.В. Авдеева

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: yanazaytseva20@gmail.com*

МИКРОФЛОРА СИГА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РЫБОВОДНОМ ЦЕХУ «ГЛАВРЫБВОД»

Проведен мониторинг микрофлоры сига (*Coregonus lavaretus L.*) и воды из установок замкнутого водоснабжения в экспериментальном рыбноводном цеху «Главрыбвод» в 2023 г. Исследованы 18 экземпляров сеголеток европейского сига. Бактериологический посев рыбы и воды осуществлен по общепринятой в ихтиопатологии методике. У чистых культур бактерий определяли культуральные, морфологические и физиолого-биохимические признаки. По совокупности вышеперечисленных признаков идентифицировали бактерии до рода и вида. В микрофлоре рыбы и воды обнаруживали условно-патогенных и сапрофитных бактерий. Условно-патогенные бактерии *Aeromonas caviae* при попадании в организм рыбы могут привести к эпизоотии. Исследования микрофлоры воды и рыбы показывают, что необходимо проводить постоянный мониторинг за микробным пейзажем рыбы и воды с целью контроля за здоровьем рыб и предотвращением экономического ущерба от возможных бактериальных болезней.

Ключевые слова: микрофлора, установка замкнутого водоснабжения, европейский сиг, условно-патогенные бактерии, сапрофитные бактерии.

Y.D. Zaytseva, E.V. Avdeeva

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: yanazaytseva20@gmail.com*

MICROFLORA OF WHITEFISH IN THE EXPERIMENTAL FISH HATCHING FACTORY “GLAVRYBVOD”

Monitoring of the microflora of whitefish (*Coregonus lavaretus L.*) and water from closed water supply installations in the experimental fish hatchery factory “Glavrybvod” was carried out in 2023. 18 specimens of European whitefish fingerlings were studied. Bacteriological seeding of fish and water was carried out according to the generally accepted method in ichthyopathology. In pure bacterial cultures, cultural, morphological and physiological-biochemical characteristics were determined. Based on the combination of the above characteristics, bacteria were identified to genus and species. Opportunistic and saprophytic bacteria were found in the microflora of fish and water. The opportunistic bacteria *Aeromonas caviae*, when ingested by a fish, can lead to an epizootic. Studies of the microflora of water and fish show that it is necessary to constantly monitor the microbial landscape of fish and water in order to monitor the health of fish and prevent economic damage from possible bacterial diseases.

Key words: microflora, closed water supply installation, European whitefish, opportunistic bacteria, saprophytic bacteria.

В установках замкнутого водоснабжения чаще всего регистрируются заболевания бактериальной природы. Они возникают, если патогенный агент проникает в них с рыбой при завозе или из окружающей среды. В условиях повышенной плотности посадки патогенные агенты быстро поражают выращиваемых рыб, и может возникнуть эпизоотия. Для предотвращения возможных эпизоотий бактериальных болезней необходимо проводить постоянный мониторинг за микрофлорой рыб и окружающей среды. При обнаружении обсемененности рыбы и воды условно-па-

тогенными бактериями и выяснении их патогенности можно предотвратить вспышки бактериальных болезней.

Основная цель исследования – выявление обсемененности условно-патогенными бактериями микрофлоры сига и микробиоценоза воды с целью предотвращения возможных бактериальных болезней выращиваемых рыб.

В задачи исследования входило:

- отбор пробы рыбы и воды из экспериментального рыбоводного цеха с соблюдением правил микробиологического анализа;
- проведение клинического осмотра и патологоанатомического вскрытия рыбы;
- выполнение бактериологического посева органов и тканей рыбы для изучения состава микрофлоры;
- выявление потенциально-опасных бактерий в микрофлоре европейского сига – возбудителей возможных бактериальных заболеваний;
- исследование состава микробиоценоза воды установок замкнутого водоснабжения в экспериментальном рыбоводном цеху.

Экспериментальный рыбоводный цех Калининградского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» находится в 1,5 км от поселка Лесной Зеленоградского района Калининградской области, на берегу Куршского залива, в 70 метрах от берега, в рекреационной зоне Национального парка «Куршская коса» (рис. 1) [1, 2].

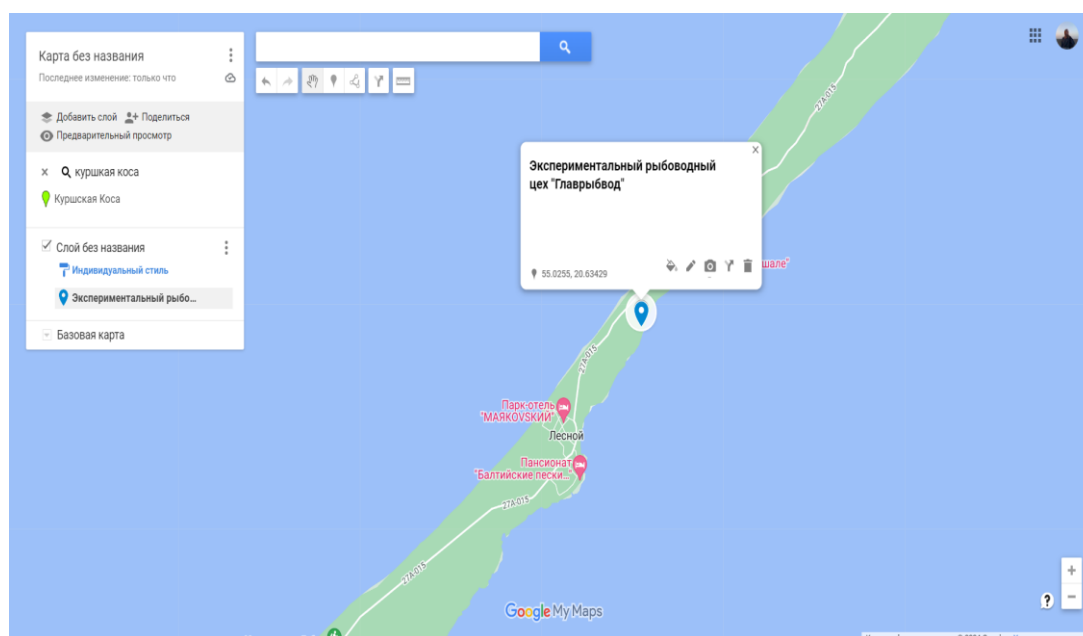


Рис. 1. Местоположение экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод»

Введен в эксплуатацию в 2009 г. Основной задачей экспериментального рыбоводного цеха является сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения и ценных видов водных биоресурсов Куршского залива Балтийского моря в управляемых условиях. Цех предназначен для выращивания молоди европейского (балтийского) сига (*Coregonus lavaretus* L.) в объеме 150 тыс. шт. сеголетков ежегодно. На базе цеха выращивают молодь до навесок от 3 до 20 г с поэтапным ее выпуском. В настоящее время рыбоводный цех включает в себя: инкубационное отделение с оборотной системой водоснабжения, оснащенное бактериологической системой очистки, в состав которого входят 20 аппаратов Вейса, объемом 8 л каждый; личиночное отделение, оснащенное установкой замкнутого водоснабжения с биологической и бактериологической системой очистки, в состав которого входят шесть стеклопластиковых бассейнов 0,9 м³ каждый; мальковое отделение, оснащенное двумя независимыми установками замкнутого водоснабжения с механической и биологической системой очистки, в состав каждой из которых входит по шесть стеклопластиковых бассейнов, объемом 2 м³ каждый [1, 2].

Материалом для бактериологического анализа послужили 18 экземпляров европейского сига и пробы воды из установок замкнутого водоснабжения из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод». Отбор рыбы и воды проводили в осенний сезон 2023 г. Бактериологический посев осуществляли по общепринятой в ихтиопатологии методике [3]. Посев воды, кожи, жабр и внутренних органов (сердце, желчный пузырь, печень, селезенка, желудочно-кишечный тракт, почки) делали на питательные среды общего и специального назначения. Из питательных сред общего назначения использовали рыбопептонный агар, из сред специального назначения – агар Эндо [3, 4]. Идентификация штаммов бактерий была осуществлена по культуральным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам, и установлена их таксономическая принадлежность по определителю Берджи [5, 6].

При клиническом осмотре у всех исследуемых рыб на кожных покровах, плавниках язв, геморрагий не отмечали. При патологоанатомическом вскрытии у сеголеток сига патологий внутренних органов не наблюдали: все органы были хорошо различимыми, компактными.

Микробиоценоз воды формировали грамотрицательные условно-патогенные бактерии рода *Aeromonas* и сапрофитные бактерии родов *Bacillus*, *Streptococcus* и *Acinetobacter*.

В микрофлоре воды в изучаемый период в установках замкнутого водоснабжения нами было обнаружено шесть видов бактерий, из которых доминировали сапрофитные бактерии – *Bacillus brevis*, этот вид бактерий был обнаружен в разведении 10^{-1} и 10^{-4} (22 и 57% штаммов соответственно). Доля условно-патогенных бактерий *Aeromonas caviae* составила 12% штаммов, которые были выделены из разведения 10^{-1} . Остальные 9% штаммов микробиоценоза воды были представлены сапрофитными бактериями *Acinetobacter lwoffii*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus sphaericus* и *Streptococcus equi* (рис. 2).

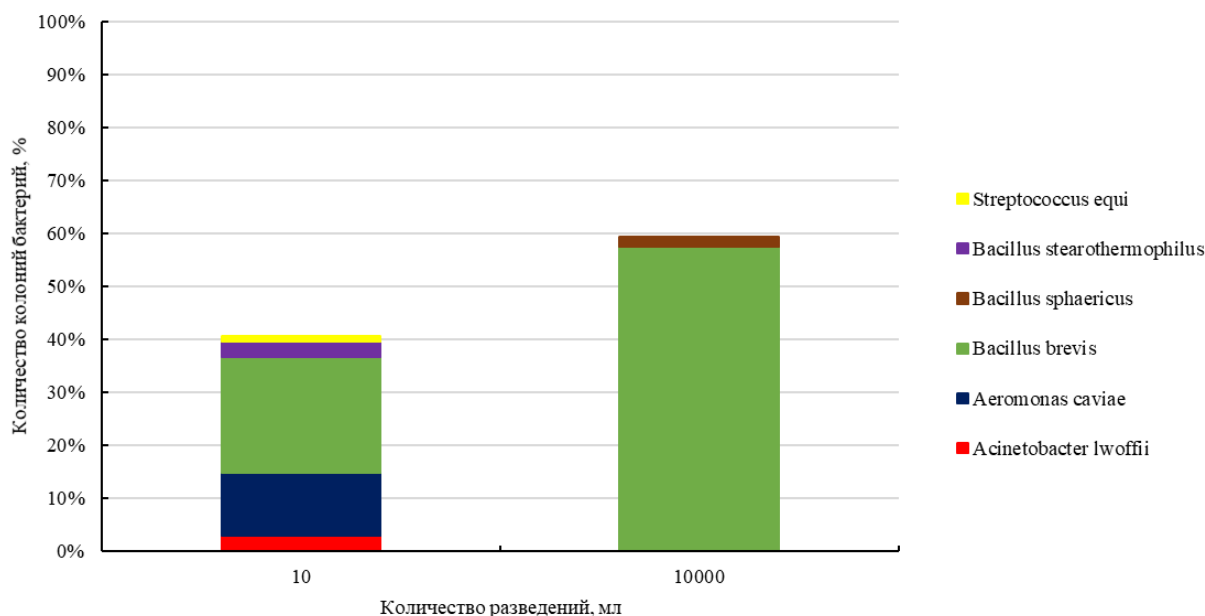


Рис. 2. Количество колоний бактерий в микрофлоре воды

Нами было установлено: у сеголеток европейского сига обсемененность одним видом бактерий – *Micrococcus roseus*, данный вид бактерий относится к сапрофитным. Наибольшее количество бактерий этого вида выявили в печени рыб.

В микрофлоре воды выявлены условно-патогенные бактерии – *Aeromonas caviae*. Данные бактерии при попадании в организм рыбы и в стрессовых условиях (повышенные плотности посадки, недостаток кислорода, избыток минеральных веществ, недостаточное кормление) могут вызвать патологический процесс и привести к возникновению эпизоотии аэромоноза. Необходимо в установках замкнутого водоснабжения проводить постоянный мониторинг за микрофлорой рыбы и воды с целью контроля за здоровьем рыб и предотвращения экономического ущерба от возможных бактериальных болезней.

Литература

1. Аквакультура России. Экспериментальный рыбоводный цех Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» [Электронный ресурс] / ФГБНУ «ВНИРО». – 2024. – URL: <http://aquacultura.org/aquacultura/severozapadniy-fo/vosproizvodstvo-vodnykh-bioresursov/zapbaltrybvod.php> (дата обращения: 19.02.2024).
2. Проектная документация. Раздел 1. «Пояснительная записка» [Электронный ресурс] / Общ. с огран. ответ. «Аспект». – 2020. – URL: <https://glavrybvod.ru/wp-content/uploads/2022/04/razdel-pd-1-pz.pdf> (дата обращения: 19.02.2024).
3. Практикум по ихтиопатологии: Учеб. пособие / *Н.А. Головина, Е.В. Авдеева, Е.Б. Евдокимова, О.В. Казимирченко, М.Ю. Котлярчук*; под ред. Н.А. Головиной. – М.: Моркнига, 2016. – 417 с.
4. *Лабинская А.С., Ещина А.С., Блинкова Л.П.* Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 592 с.
5. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – Т. 1. – 432 с.
6. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – Т. 2. – 800 с.

УДК 582.272.462(265.51)

А.В. Климова^{1,2}, Н.Г. Клочкова²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

² Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: annaklimovae@mail.ru

НАХОДКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ-МАКРОФИТОВ В БУХТЕ КАРАГА (КАРАГИНСКИЙ ЗАЛИВ, ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В 2023 ГОДУ

При проведении маршрутных наблюдений в литоральной зоне бухты Карага (Карагинский залив, Восточная Камчатка) в период с 21 июля по 7 августа 2023 г. были обнаружены 34 вида водорослей-макрофитов. Среди них 6 представители отдела Chlorophyta, 13 – класса Phaeophyceae и 15 – отдела Rhodophyta. Массовым в приливно-отливной зоне видом является *Fucus distichus* subsp. *evanescens*.

Ключевые слова: *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, *Saccharina latissima*, *Polycerea borealis*, литоральные сообщества, морские макроводоросли, бухта Карага.

A.V. Klimova^{1,2}, N.G. Klochkova²

¹ Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

² Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: annaklimovae@mail.ru

RECORDS OF MACROPHYTES OF KARAGA BAY (KARAGINSKY GULF, EASTERN KAMCHATKA) IN 2023

During route observations in the littoral zone of Karaga Bay (Karaginsky Gulf, Eastern Kamchatka) in the period from July 21 to August 7, 2023, 34 species of macrophyte algae were discovered. Among them are 6 species of the Chlorophyta, 13 – Phaeophyceae and 15 – Rhodophyta. *Fucus distichus* subsp. *evanescens* were widespread in the intertidal zone.

Key words: *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, *Saccharina latissima*, *Polycerea borealis*, littoral communities, marine macroalgae, Karaga Bay.

Флористические исследования морских водорослей-макрофитов Камчатки имеют длительную историю [1–4]. В настоящее время видовой состав морской растительности этого обширного региона достаточно хорошо изучен [5, 6]. Однако внедрение молекулярно-филогенетических исследований и проведение современных экспедиционных работ приводят к пересмотру объема отдельных таксономических групп и уточнению распространения их представителей. Несмотря на регулярное обновление альгофлористических списков, для некоторых районов Камчатки видовой состав водорослей известен лишь по единичным сборам или описаниям исследователей еще первой половины XIX в.

Так, Карагинский залив многократно являлся объектом специальных альгологических исследований, поскольку относится к районам со значительными запасами ламинариевых водорослей – по экспертным оценкам до 50 тыс. тонн [7–9]. Однако не все его районы изучены одинаково детально. Одним из таких является бухта Карага. Так, в августе 1970 г. отечественным альгологом К.Л. Виноградовой проводились флористические исследования литорали бухт Оссо-ра и Карага. По результатам этих исследований здесь было обнаружено только пять видов водорослей-макрофитов, из которых *Fucus distichus* subsp. *evanescens* указан как повсеместно встре-

чающийся и образующий во внутренних частях бухт пояс в среднем горизонте литорали [7]. Позднее, в 1988 г. в бухте Карага сотрудниками ВНИРО проводилась специальная оценка запасов промысловых ламинариевых водорослей [8]. После обследования в общей сложности 25 км² площади бухты, выполнения 14 водолазных разрезов и 22 станций было сделано заключение, что из представителей макрофитов здесь встречается только zostера.

Альгофлористические исследования, выполненные в 1988 г., в настоящее время являются самыми поздними для бухты Карага. В то же время соседние районы Карагинского залива, включая остров Карагинский, насчитывают 150 видов макрофитов: 28 представителей отдела Chlorophyta, 31 – класса Phaeophyceae и 92 – отдела Rhodophyta [2, 9].

Целью настоящей работы являлось дополнение видового состава водорослей-макрофитов бухты Карага на основе исследований литоральной зоны в июле – августе 2023 г.

Одним из авторов настоящей работы были собраны пробы макроводорослей в рамках маршрутных экскурсий на косе Кострома (северо-восточная часть бухты Карага) в период с 21 июля по 7 августа 2023 г. Образцы собирали в отлив, а также из свежих штормовых выбросов на литорали и в sublиторальной кайме барьерного бара со стороны бухты Карага и со стороны пролива Литке (рис. 1, А). Всего за период исследований было обследовано 4,5 км береговой линии. За период наблюдений соленость воды изменялась от 27‰ при сильных и затяжных осадках до 37‰ при сильном морском течении и накате, направленных со стороны пролива.

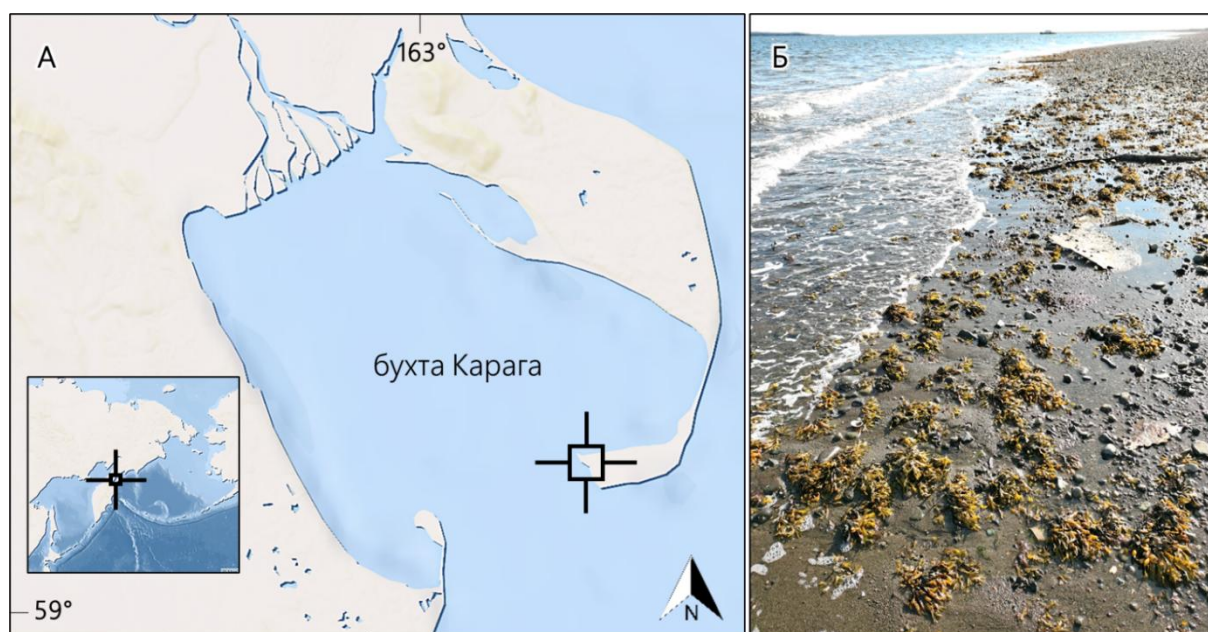


Рис. 1. Район исследования в Корфо-Карагинской подзоне:
А – карта-схема бухты Карага (Карагинский залив), Б – литоральная зона барьерного бара Карага

На косе Кострома расположен одноименный поселок с производственной территорией и причальной инфраструктурой. Коса имеет песчано-галечный грунт, берега отмели. В северо-восточной части бухты Карага до глубин 4 м галечные отложения. В черте хозяйственной застройки имеется прибрежный антропогенный субстрат: подпорные береговые стенки, бетонные блоки, затонувшие плавсредства и рыболовные сети. Побережье косы со стороны бухты Карага имеет выраженную литоральную зональность: от уреза воды полосой 3–4 м хаотично и крайне разрежено произрастает *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, редко его максимальная плотность достигает здесь 25 экз/м² (рис. 1, Б). В период исследований его представители 3-го года жизни и старше находились в фертильном состоянии, максимальное обнаруженное количество дихотомий достигало 10. Представители самых старших возрастных групп были обильно покрыты эпифитными эктокарповыми водорослями – *Pylaiella littoralis*.

Выше пояса фукуса произрастают ульвовые зеленые водоросли – *Ulva clathrata*, *U. flexuosa* (рис. 2, 13) и *U. prolifera*. Они формируют пояс шириной 2–3 м, развиваются на крупной гальке и валунах плотными куртинами с максимальной длиной слоевищ 35 см. Часто встречаются кус-

тики *Acrosiphonia arcta* с *Devalerea compressa* (рис. 2, 14). Здесь на литорали единично встречаются также *Scytosiphon lomentaria* (рис. 2, 4) и достаточно редко – *Polycerea borealis* (рис. 2, 3) и *Petalonia fascia* (рис. 2, 8).



Рис. 2. Водоросли-макрофиты бухты Карага (Корфо-Карагинской подзоны):
1 – *Agarum clathratum*, 2 – *Saccharina latissima*, 3 – *Polycerea borealis*, 4 – *Scytosiphon lomentaria*,
5 – *Laminaria yezoensis*, 6 – *Chorda asiatica*, 7 – *Anfelia fastigiata*, 8 – *Petalonia fascia*, 9 – *Neorhodomela larix*,
10 – *Devalerea firma*, 11 – *Sorantera ulvoidea*, 12 – *Halosaccion minjii*, 13 – *Ulva flexuosa*,
14 – *Acrosiphonia arcta* и *Devalerea compressa*, 15 – *Ulva fenestrata*

В сублиторальной кайме произрастают кустистые и корковые кораллиновые водоросли – *Corallina officinalis*, *Clathromorphum circumscriptum* и *Phymatolithon lenormandii*. В выбросах массово встречается *Zostera marina*, основной район ее произрастания находится в приустьевой зоне реки Караги в вершине бухты.

Со стороны пролива Литке на берегу косы среди штормовых выбросов часто встречается *Saccharina latissima* (рис. 2, 2), *Ahnfeltia fastigiata* (рис. 2, 7), *Neorhodomela larix* (рис. 2, 9), *Halosaccion firmum* (рис. 2, 10), *H. minjii* (рис. 2, 12), *H. hydrophorum* и *Soranthera ulvoidea* (рис. 2, 11). Экземпляры *S. latissima* 2-го года и старше имеют зрелую спороносную ткань, их средняя длина 250 см при массе 330 г, максимальная длина достигала 370 см. Также образцы *S. latissima* были обнаружены растущей в литоральной зоне у нуля глубин, как ювенильные экземпляры от 15 см длины, так и взрослые особи с широкой утолщенной средней частью пластины (рис. 2, 2). Среди ламинариевых только в выбросах встречались *Eualaria fistulosa*, *Agarum clathratum* (рис. 2, 1), *Hedophyllum bongardianum*, *Laminaria yezoensis* (рис. 2, 5) и *Alaria* cf. *esculenta*. Часто после штормов в выбросах также обнаружена *Chorda asiatica* (рис. 2, 6), обычно куртинами на крупной гальке по 20–45 экземпляров. Этот вид также произрастает здесь в сублиторальной кайме на галечном или антропогенном субстрате, длина слоевищ 30–64 см.

Ниже представлен список обнаруженных видов водорослей в летний период 2023 г.:

1. *Acrosiphonia arcta*, литораль,
2. *Agarum pertusum*, выбросы,
3. *Ahnfeltia fastigiata*, выбросы,
4. *Alaria* cf. *esculenta*, выбросы,
5. *Blidingia minima*, литораль,
6. *Chaetomorpha tortuosa*, литораль,
7. *Chorda asiatica*, литораль,
8. *Chordaria flagelliformis*, литораль,
9. *Clathromorphum circumscriptum*, литораль,
10. *Corallina officinalis*, литораль,
11. *Corallina pilulifera*, выбросы,
12. *Devaleraea compressa*, литораль,
13. *Devaleraea firma*, выбросы,
14. *Devaleraea stenogona*, выбросы,
15. *Dyctiosiphon foeniculaceus*, литораль,
16. *Eualaria fistulosa*, выбросы,
17. *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, литораль,
18. *Halosaccion glandiforme*, выбросы,
19. *Halosaccion minjii*, выбросы,
20. *Hedophyllum bongardianum*, выбросы,
21. *Laminaria yezoensis*, выбросы,
22. *Neorhodomela larix*, выбросы,
23. *Opuntiella ornata*, выбросы,
24. *Petalonia fascia*, литораль,
25. *Phymatolithon lenormandii*, литораль,
26. *Polycerea borealis*, литораль,
27. *Polysiphonia stricta*, литораль,
28. *Pylaiella littoralis*, литораль,
29. *Scytosiphon lomentaria*, литораль,
30. *Soranthera ulvoidea*, выбросы,
31. *Turnerella mertensiana*, выбросы,
32. *Ulva fenestrata*, литораль,
33. *Ulva flexuosa*, литораль,
34. *Ulva prolifera*, литораль.

Ранее для этого района были отмечены виды – *Ectocarpus convolvoides*, *Fucus evanescens*, *Bossiella cretaceae*, *Ahnfeltia plicata* и *Polysiphonia uceolata* [7]. С учетом наших данных в настоящее время список водорослей-макрофитов исследованной бухты включает 35 видов. Для уточнения и пополнения альгофлоры бухты Карага необходимо проведение дополнительных исследований.

Литература

1. *Gmelin S.G.* Historia fucorum. – Petropoli [St. Petersburg]: Ex typographia Academiae scientiarum. 1768. – 239 p.
2. *Klochkova N.G.* An annotated bibliography of marine macroalgae on northwest coast of the Bering Sea and the Southern Kamchatka: the first revision of flora // *Algae*. – 1998. – Vol. 13, № 4. – P. 375–418.
3. *Postels A., Ruprecht F.* Illustrationes algarum in itinere circa orbem jussu Imperatoris Nicolai I. atque auspiciis Navarchi Friderici Lütke annis 1826, 1827, 1828 et 1829, celoce Seniavin executo in Oceano Pacifico, imprimis septemtrionalio ad littora Rossica Asiatico-Americana collectarum. – Petropoli, 1840. – 22 p.
4. *Wynne M.J.* Marine algae and early explorations in the upper North Pacific and Bering Sea // *Algae*. – 2009. – Vol. 24. – P. 1–29.
5. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 218 с.
6. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 2. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 304 с.
7. *Виноградова К.Л.* Водоросли юго-западного побережья Берингова моря // *Новости систематики низших растений*. – 1978. – Т. 15. – С. 3–11.
8. Запасы ламинариевых водорослей бухт Восточной Камчатки / *О.Ю. Вилкова, В.В. Бадурлин, В.Б. Муравьев, С.Е. Аксимов* // *Состояние и динамика запасов водных биологических ресурсов: Материалы Всерос конф., посвящ. 70-летию юбилею КамчатНИРО*. – 2012. – С. 122–128.
9. *Жигадлова Г.Г., Селиванова О.Н.* Донные водоросли российского побережья Берингова моря. III. Карагинский залив (включая остров Карагинский) // *Сб. трудов Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. Вып. 5*. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2004. – С. 47–90.

УДК 597.5-1.05 (470.21)

М.А. Новиков, Е.А. Горбачева

*Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
Мурманск, 183038
e-mail: mnovik@pinro.vniro.ru*

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ТОКСИКАНТОВ В ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2023 ГОДУ

Исследовано содержание металлов, мышьяка и хлорорганических соединений (ХОС) в мышцах, печени, икре и молоках пресноводных рыб Мурманской области. Образцы рыбы были отобраны в Федосеевском оз. (сиг обыкновенный, щука, окунь) и в р. Туломе (горбуша) летом 2023 г. Содержание 11 микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, Hg, As) определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, а ХОС методом газовой хроматографии. Согласно полученным результатам, содержание анализируемых поллютантов в тканях исследованных рыб варьировало в широких пределах. Наиболее высоким в большинстве случаев оказалось содержание Fe, затем следовал Zn, наименьшим было содержание Cd, Hg, Co и As. Содержание микроэлементов у горбуши имело свои особенности. Содержание Pb, Cd, Hg, As, ГХЦГ, ДДТ и ПХБ в рыбе не превышало установленные в России нормативы. В печени содержание микроэлементов и ХОС было значительно выше, чем в мышцах. Уровень содержания микроэлементов и ХОС в икре и молоках горбуши и сига занимал промежуточное положение между таковым в мышцах и печени. Полученные результаты свидетельствуют об общем незначительном уровне загрязнения представителей пресноводной ихтиофауны Мурманской области.

Ключевые слова: Кольский полуостров, горбуша, сиг, щука, окунь речной, загрязнение, тяжелые металлы, пестициды, ПХБ.

M.A. Novikov, E.A. Gorbacheva

*Polar Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038
e-mail: mnovik@pinro.vniro.ru*

CONTENT OF MICROELEMENTS AND ORGANOCHLORINE TOXICANTS IN FRESHWATER FISH IN THE MURMANSK REGION IN 2023

The content of metals, arsenic and organochlorine compounds (OCCs) in the muscle, liver, eggs and milt of freshwater fish in the Murmansk region was studied. Fish samples were collected from Lake Fedoseevskoye (European whitefish, pike, perch) and in the river Tuloma (pink salmon) in the summer of 2023. The content of 11 microelements (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, Hg, As) was determined by atomic absorption spectrophotometry, and OCCs - by gas chromatography. According to the results obtained, the content of the analyzed pollutants in the tissues of the studied fish varied widely. The highest content in most cases was Fe, followed by Zn, the lowest was the content of Cd, Hg, Co and As. The content of microelements in pink salmon had its own characteristics. The content of Pb, Cd, Hg, As, HCH, DDT and PCBs in fish did not exceed the standards established in Russia. In the liver, the content of trace elements and OCCs was significantly higher than in the muscle. The content of microelements and OCCs in the eggs and milt of pink salmon and whitefish lay between those of in the muscle and liver. The obtained results show that the contamination of freshwater fishes with pollutants in the Murmansk Region is generally low.

Key words: Kola Peninsula, pink salmon, whitefish, pike, perch, pollution, heavy metals, pesticides, PCBs.

Загрязнение пресноводных водоемов – одна из важнейших экологических проблем современности, весьма актуальная в Арктической зоне России. Расположение большого числа горно-обогатительных, металлургических и химических предприятий на Кольском полуострове суще-

ственно повышает риски для нормального функционирования водных экосистем. Экологические проблемы региона усугубляются повышенным накоплением хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов именно в высоких широтах вследствие особенностей их дальнего трансграничного переноса в атмосфере [1]. Хлорорганические соединения (ХОС) составляют основу группы стойких органические загрязнителей – одних из самых токсичных и потенциально опасных соединений глобального распространения. Тяжелые металлы (ТМ), мышьяк и ХОС попадая, главным образом, с промышленными стоками и осадками во внутренние водоемы российской Арктики представляют угрозу для местных гидробионтов, представителей ихтиофауны, многие из которых являются редкими видами или ценными промысловыми объектами любительского и спортивного рыболовства, а также традиционными продуктами питания коренных малочисленных народов Севера. Многие ТМ и ХОС обладают способностью накапливаться в трофических цепях и тем самым создают дополнительную угрозу для конечных потребителей рыбы – редких и охраняемых птиц (орлан-белохвост, скопа), наземных млекопитающих, а также человека.

Загрязняющие вещества и соединения в промысловых рыбах Мурманской области – важный предмет регулярного экологического мониторинга, выполняемого Полярным филиалом ВНИРО (ПИНРО им. Н.М. Книповича) на пресноводных водоемах.

Отбор и подготовку проб рыбы из водоемов Мурманской области выполняли в июле – августе 2023 г. в соответствии с действующими методическими руководствами и нормативными документами [2]. Количество исследованных представителей пресноводной ихтиофауны составило четыре вида: обыкновенный, или озерный сиг (*Coregonus lavaretus*), речной окунь (*Perca fluviatilis*), щука обыкновенная (*Esox lucius*) из оз. Федосеевского (бассейн Кандалакшского залива) и горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) из р. Туломы. Пробы для анализа доставляли в химико-аналитическую лабораторию ПИНРО им. Н.М. Книповича (г. Мурманск).

Содержание 11 микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, As, Hg) и четырех хлорорганических соединений определяли в мышцах, печени и половых продуктах исследуемых рыб по стандартным сертифицированным методикам. Количественный анализ микроэлементов осуществляли на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-6800 фирмы «Shimadzu», Япония (аналитик Лаптева А.М.). Содержание микроэлементов – тяжелых металлов и мышьяка выражали в мкг/г сырой массы пробы. Хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) исследовали методом газовой хроматографии с использованием газового хроматомасс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu» (аналитик Багрянцева У.П.). Изучали накопление в тканях рыб суммы α -, β -, γ -изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов, а также содержание суммы конгенов ПХБ с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180. Содержание ХОП и ПХБ выражали в нг/г сырой массы рыбы.

В ходе работы выполнено определение ТМ и As в четырех пробах мышц (горбуша, сиг, окунь, щука), четырех пробах печени (горбуша, сиг, окунь, щука), двух пробах икры (сиг, горбуша) и одной пробе молока (горбуша). Результаты исследований уровня содержания ТМ и мышьяка в рыбе представлены в табл. 1.

Таблица 1

Среднее содержание микроэлементов в органах и тканях пресноводных рыб Мурманской области в 2023 г., мкг/г сырой массы

Микро-элемент	Вид рыбы									
	Горбуша				Сиг			Окунь		Щука
	мышцы	печень	молоки	икра	мышцы	печень	икра	мышцы	печень	мышцы
Cu	0,492	28,33	0,533	1,62	0,235	3,96	0,6	0,237	2,62	0,17
Zn	4,060	26,25	5,620	14,9	4,58	38,42	10,71	2,417	25,76	2,72
Ni	0,170	0,50	0,620	0,26	0,275	0,54	0,6	0,600	0,64	0,4
Cr	0,092	0,16	0,165	0,59	0,295	0,68	0,49	0,343	0,47	0,24
Mn	0,224	0,29	0,343	0,57	0,275	1,09	0,29	0,190	3,60	0,11
Co	0,282	0,98	0,528	0,47	0,06	0,06	0,02	0,103	0,14	0,01
Pb	0,143	0,71	0,463	0,18	0,08	0,66	0,4	0,100	0,30	0,11
Fe	8,646	37,33	14,145	30,8	6,38	7,19	2,14	7,337	27,03	4,05
Cd	0,001	0,34	0,009	0,01	0,005	0,00	0,004	0,005	0,33	0,006
As	0,132	0,27	0,633	0,19	0,11	0,14	0,42	0,093	0,20	0,11
Hg	0,104	0,23	0,069	0,001	0,001	0,001	0,001	0,016	0,03	0,001

Из микроэлементов в мышцах обыкновенного полупроходного сига *C. lavaretus* из оз. Федосеевского ($N = 2$, $L = 32$ и 39 см, $W = 386,4$ и $544,2$ г) преобладали железо, цинк и хром. Содержание никеля, марганца, меди, мышьяка, свинца, кобальта и кадмия в мышцах изученных рыб было значительно ниже. Содержание ртути было на уровне и ниже предела обнаружения применяемого метода анализа ($<0,001$ мкг/г). Содержание ртути, кадмия, свинца и мышьяка в мышцах исследованных сигов было значительно ниже установленных нормативов [3]. Содержание микроэлементов в печени сига было намного выше и составляло по убыванию следующий ряд: $Zn > Fe > Cu > Mn > Cr > Pb > Ni > As > Co > Cd$. Содержание Hg в печени сига было ниже предела обнаружения.

Поскольку особь сига (самка, $L = 39$ см), отловленная в конце августа 2023 г., находилась в преднерестовом состоянии (нерест в октябре – декабре), было исследовано содержание микроэлементов в икре (см. табл. 1). Уровень содержания микроэлементов в икре сига в целом занимал промежуточное положение между таковым в мышцах и печени. Так, в икре преобладали цинк и железо. Следует отметить повышенное по сравнению с мышцами и печенью содержание никеля в икре сига и пониженное – железа. Содержание ртути было ниже предела обнаружения.

Известно, что обыкновенный сиг (*C. lavaretus*) является надежным тестобъектом, достоверно отражающим интенсивность нагрузки долговременного техногенного воздействия ТМ [4, 5]. Полученные нами данные по содержанию ТМ в мышцах сига из оз. Федосеевского по большинству показателей выглядят предпочтительнее приведенных в научной литературе для Мурманской области. Так, отмеченное нами содержание Cu было в 3,6 раза ниже, чем в мышцах сига из озер Куэтсъярви, Иля-Наутсиарви, Виртуовошъяур и Кочеяур, содержание Ni в 3,1 раза ниже, а Zn в среднем в 4,1 раза ниже, чем у сигов из вышеперечисленных озер [4]. Поскольку указанные озера испытывают влияние загрязнения со стороны предприятий горно-металлургического комбината «Печенганикель», уровень содержания ТМ в мышцах сига из оз. Федосеевского можно считать фоновым для Мурманской области. Данное утверждение согласуется и по содержанию ряда ТМ в печени сига *C. lavaretus* из оз. Имандра, также испытывающего значительную антропогенную нагрузку со стороны предприятий горно-металлургического комбината «Североникель» [5]. Так, содержание Cu в печени сига из оз. Федосеевского было в 14,3 раза ниже, чем у того же вида из оз. Имандра, Zn в 7,4 раза, Fe в 19,7 раза, Mn в 7,1 раза, Cd в 27,5 раза. Напротив, содержание Ni и Pb в печени сига из оз. Федосеевского было больше, чем в печени сига из оз. Имандра в 1,2 и 16,5 раза соответственно. Здесь следует отметить, что в обоих случаях содержание Pb в печени сига *C. lavaretus* было относительно невелико.

Из микроэлементов в мышцах горбуши *O. gorbuscha* из р. Туломы ($N = 5$, $L = 450-540$ см, $W = 825,6-1608,5$ г) преобладали железо, цинк и медь (см. табл. 1). Содержание кобальта, марганца, никеля, свинца, мышьяка, ртути и хрома в мышцах изученных рыб было значительно ниже. Содержание кадмия было совсем незначительным – $0,001$ мкг/г сырой массы. Содержание Hg, Cd, Pb и As в мышцах исследованных особей горбуши было значительно ниже установленных нормативов [3].

Содержание микроэлементов в печени горбуши было намного выше и убывало в ряду: $Fe > Cu > Zn > Co > Pb > Ni > Cd > Mn > As > Hg > Cr$. Обращает на себя внимание относительно высокое содержание кобальта в мышцах, а также меди, кобальта и кадмия в печени горбуши. Кобальт и медь могут быть маркерами загрязнения вод Кольского п-ова, в том числе и прибрежных морских, выбросами металлургических и горно-обогачительных предприятий Мурманской области и соседней Норвегии. Полагают, что районы морского нагула горбуши, интродуцированной в Евро-Арктическом регионе, приурочены к юго-западной части Баренцева моря, а также к Норвежскому и Северному морям [6].

В мышцах речного окуня *P. fluviatilis* из оз. Федосеевского ($N = 28$, $L = 14-25$ см, $W = 33,1-273,0$ г) содержание металлов было низким; преобладали железо, цинк, никель, хром, медь и марганец (см. табл. 1). Содержание микроэлементов в печени окуня было намного выше и убывало в ряду: $Fe > Zn > Mn > Cu > Ni > Cr > Cd > Pb > As > Co > Hg$. Содержание ртути, кадмия, свинца и мышьяка в мышцах исследованного окуня было значительно ниже установленных в России нормативов [3]. Содержание ТМ в мышцах окуня из оз. Федосеевского также было заметно меньше (в разы) известных данных для этого вида из водоемов Мурманской области и Красноярского края (бассейн Средней Оби) [4, 7, 8]. Признаков влияния техногенного загрязнения на речного окуня не обнаружено, что позволяет говорить о фоновом уровне присутствия ТМ в окуне оз. Федосеевского.

В мышцах щуки обыкновенной *E. lucius* из оз. Федосеевского ($N = 2$, $L = 39$ и 42 см, $W = 330$ и 426 г) содержание микроэлементов также было невысоким; преобладали железо, цинк, никель и хром (см. табл. 1). Содержание ртути было меньше предела обнаружения применяемого метода анализа. Содержание металлов в печени щуки было заметно выше и составляло (по убыванию): Zn – 28,36, Fe – 19,5, Cu – 2,49, Pb – 0,91, Ni – 0,91, Cr – 0,62, Mn – 0,29, As – 0,12, Co – 0,09 мкг/г, Cd – 0,082, Hg – 0,009 мкг/г сырой массы. В результате содержание ртути, кадмия, свинца и мышьяка в мышцах щуки было ниже установленных в России нормативов [3]. Содержание ТМ в мышцах щуки из оз. Федосеевского также было заметно меньше (в разы) известных данных для особей этого вида из водоемов Мурманской области и Красноярского края (бассейн Средней Оби), за исключением содержания свинца, где наблюдались сходные значения [4, 8].

Уровень содержания микроэлементов в печени щуки был близок к их содержанию в печени окуня. Признаков влияния техногенного загрязнения на щуку не обнаружено, что позволяет говорить о фоновом уровне присутствия ТМ в щуке оз. Федосеевского.

Полученные нами в 2023 г. данные по содержанию ТМ и мышьяка в пресноводных рыбах Мурманской области хорошо согласуются с аналогичными данными предшествующего 2022 г. по обыкновенному сигу, речному окуню и щуке [9]. Тем не менее следует отметить, что обнаруженное в 2022 г. высокое содержание мышьяка в печени окуня из оз. Колвицкого (3,86 мкг/г сырой массы) не нашло «подтверждения» в окуне из оз. Федосеевского. Можно констатировать, что в первом случае был получен аномальный результат, требующий повторных исследований ихтиофауны оз. Колвицкого на предмет содержания мышьяка в рыбе. Данные по содержанию ТМ в рыбе из оз. Колвицкого и оз. Федосеевского одного порядка, за исключением хрома, количество которого в мышцах и печени окуня из оз. Колвицкого было необычно мало.

Выполнено определение ХОП и ПХБ в четырех пробах мышц (горбуша, сиг, окунь, щука), четырех пробах печени (горбуша, сиг, окунь, щука), одной пробе молок (горбуша) и двух пробах икры (сиг, горбуша). Результаты исследований содержания хлорорганических соединений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Среднее содержание ХОС в органах и тканях пресноводных рыб Мурманской области в 2023 г., нг/г сырой массы

Вид рыбы (орган, ткань)	Вид хлорорганического соединения (поллютанта)			
	ПХБ	ДДТ	ГХЦГ	ГХБ
Горбуша (мышцы)	8,34	5,71	1,83	0,27
Горбуша (печень)	12,88	9,12	4,28	1,24
Горбуша (икра)	10,60	6,40	2,83	1,16
Горбуша (молоки)	12,80	7,97	2,90	1,30
Сиг обыкновенный (мышцы)	8,29	19,80	1,50	0,29
Сиг обыкновенный (печень)	14,15	26,95	5,86	2,32
Сиг обыкновенный (икра)	10,20	15,20	4,47	1,01
Окунь речной (мышцы)	2,04	2,14	0,56	0,28
Окунь речной (печень)	15,53	10,15	9,02	1,23
Щука (мышцы)	9,42	2,65	3,22	2,02
Щука (печень)	31,20	12,40	4,92	2,36

Среди ХОС в мышцах сига обыкновенного преобладал ДДТ, суммарное содержание которого было заметно выше, чем у горбуши. Кроме того, в мышцах сига отмечено наибольшее общее содержание изученных ХОС. Содержание ХОС в печени сига было заметно выше, чем в мышцах. По общему содержанию ХОС в печени сиг уступал, причем незначительно, только щуке. Уровень содержания ХОС в икре сига в целом был ниже, чем в печени.

Из хлорорганических соединений в мышцах горбуши преобладали ПХБ (табл. 2). Содержание ХОС в печени горбуши было значительно выше, чем в мышцах. Уровень содержания ХОС в икре и молоках исследованных экземпляров горбуши занимал промежуточное положение между мышцами и печенью, при этом уровень загрязнения молок ХОП и ПХБ был немного выше, чем икры.

Из хлорорганических соединений в мышцах щуки, также как и у горбуши, преобладали ПХБ (табл. 2). Содержание суммы ПХБ в печени щуки было наибольшим среди всех исследованных рыб. Кроме того, общее содержание ХОС в печени щуки было максимальным среди всех исследованных рыб.

Из ХОС в мышцах речного окуня преобладал ДДТ, суммарное содержание которого было невысоким (см. табл. 2). При этом общее содержание ХОС в мышцах речного окуня было заметно ниже, чем у всех исследованных представителей ихтиофауны Мурманской области. Содержание ХОС в печени окуня было значительно выше, чем в мышцах (в среднем в семь раз). Кроме того, содержание суммы ГХЦГ в печени речного окуня было наибольшим среди всех исследованных рыб.

Среди всех изученных рыб наиболее заметными были отличия по уровню содержания ДДТ и ПХБ. Напротив, наиболее близким по уровню было содержание ГХБ в мышцах рыб. Содержание ГХЦГ, ДДТ, ПХБ в мышцах, печени, икре и молоках рыб, выловленных в водоемах Мурманской области в 2023 г., значительно ниже установленных нормативов [3].

Полученные результаты вполне соответствуют результатам работ других авторов [10]. Так, для пресноводных рыб относительно чистых Куршского и Вислинского заливов – леща, плотвы и судака – показано, что содержание суммы ГХЦГ в печени в среднем составляет около 12–13 нг/г сырой массы, а суммы ДДТ – 9–10 нг/г сырой массы. При этом максимальное содержание суммы ПХБ отмечается для проб из Вислинского залива и достигает 40 нг/г для печени леща. В Куршском заливе сумма ПХБ в печени леща достигает 22 нг/г сырой массы. Эти результаты отмечены для образцов, отобранных в осенне-зимний период 2011–2012 гг. Авторы цитируемой публикации также обращают внимание на присутствие в пробах печени плотвы незначительного количества гексахлорбензола [10].

Приведенные выше результаты наших исследований подтверждают сохранение общего незначительного уровня загрязнения пресноводной ихтиофауны Мурманской области.

Литература

1. *Wania F.* Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in polar region // *Environ. Sci. Technol.* – 2003. – V. 37. – P. 1344–1351.
2. 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. – М.: ВНИРО, 2004. – 299 с.
3. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. «О безопасности пищевой продукции». Утв. решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. Официальный сайт Комиссии Таможенного союза. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 30.01.2023).
4. Особенности накопления тяжелых металлов в рыбах малых озер зеленого пояса Фенноскандии (на территории Мурманской области) / *П.М. Терентьев, Е.М. Зубова, Н.А. Кашулин, И.М. Королева* // Труды Карельского научного центра РАН. – № 5. – 2019. – С. 39–55.
5. Роль микроэлементов в адаптации метаболизма рыб к снижению загрязнения (на примере субарктического оз. Имандра) / *Н.А. Гашкина, Т.И. Моисеенко, Л.А. Шуман, И.М. Королева* // *Геохимия.* – 2022. – Т. 67, № 2. – С. 119–135.
6. Микроэлементный состав горбуши из рек баренцевоморского и охотоморского бассейнов / *Н.К. Христофорова, А.В. Литвиненко, М.Ю. Алексеев, В.Ю. Цыганков* // *Российский журнал биологических инвазий.* – 2023. – № 2. – С. 272–287.
7. *Попов П.А., Андросова Н.В.* Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из водоемов бассейна реки Оби // *Вестник Томского государственного университета. Биология.* – 2014. – № 4 (28). – С. 108–122.
8. *Попов П.А., Андросова Н.В., Попов В.А.* Характер накопления металлов в рыбах среднего течения Оби // *Известия АО РГО.* – 2019. – № 2 (53). – С. 82–89.
9. *Новиков М.А.* Содержание металлов и мышьяка в пресноводных рыбах Мурманской области в 2022 г. // *Актуальные проблемы биоразнообразия и биотехнологии [Электронный ресурс]: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (21 февраля 2023 г.).* – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2023. – С. 165–168.
10. *Дубова О.Л., Бахолдина Л.П., Шендерюк В.В.* Безопасность рыбной продукции в аспекте мониторинга хлорорганических соединений водных биологических ресурсов Балтийского региона // *Вестник МГТУ.* – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 617–624.

УДК [597.553.511:591.53](571.66)

В.П. Стеблевская, О.М. Исаева, А.А. Бонк

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: olisa24@bk.ru*

ПИТАНИЕ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ ПРОТОКИ КАРЫМАЙСКОЙ

Проведен анализ питания молоди лососевых видов рыб (нерка *Oncorhynchus nerka*, кета *O. keta*, кижуч *O. kisutch*, голец *Salvelinus malma*) по материалам, собранным в июле 2017 г. Выявлено, что спектр питания кижуча отличался большим разнообразием, чем у других лососевых рыб. Полученные результаты сравнили с данными питания молоди лососевых рыб в 2018 г. Отмечено, в 2017 г., в период низкой воды, в питании рыб отмечается большее видовое разнообразие, тогда как в аномальные годы возможно присутствие не совсем обычных, вынужденных компонентов пищи (моллюски и рыба) в питании молоди рыб.

Ключевые слова: нерка, кета, кижуч, голец, спектр питания, качественный состав пищи.

V.P. Steblevskaya, O.M. Isaeva, A.A. Bonk

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: olisa24@bk.ru*

JUVENILE FEEDING OF PACIFIC SALMON IN THE KARYMAYSKAYA CHANNEL

An analysis of the nutrition of juvenile salmon species (sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*, chum salmon *O. keta*, coho salmon *O. kisutch*, char *Salvelinus malma*) was carried out based on materials collected in July 2017. It was revealed that the nutritional spectrum of coho salmon was more diverse than that of other salmon fish. The results obtained were compared with data on the nutrition of juvenile salmon fish in 2018. It was noted that in 2017, during the period of low water, greater species diversity was observed in the diet of fish, as then, in abnormal years, the presence of unusual, forced food components is possible (shellfish and fish) in the diet of juvenile fish.

Key words: sockeye salmon, chum salmon, coho salmon, char, food spectrum, quality composition of food.

Река Большая является одной из наиболее продуктивных рек западного побережья Камчатки. Протока Карымайская является частью разветвленной поймы реки Большой, в частности ее притока р. Быстрая, и основным местом обитания, нагула молоди тихоокеанских лососей. Для исследования биологии и экологии тихоокеанских лососей в 1941 г. вблизи протоки был организован научно-исследовательский стационар (НИП) «Карымайский» [1]. В 2017 г. по согласованию с Камчатским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» кафедра «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура» КамчатГТУ провела сезонные полевые исследования тихоокеанских лососей, их молоди и других представителей ихтиофауны на этом пункте и на трех речных станциях в ходе студенческой практики.

Основной задачей этих работ было изучение состава ихтиофауны и сбор данных об условиях обитания ее представителей, в том числе сбор материалов по питанию молоди лососевых рыб. Работы осуществлялись комплексно и включали характеристику вод, состояния кормовых ресурсов и основных ее потребителей, а также воздействие различных факторов среды на выживаемость поколений лососей. Период исследований 2017 г. отличался маловодностью Карымайской протоки, что вносило коррективы в условия обитания молоди рыб. Сбор материалов по питанию молоди лососей осуществлялся традиционными орудиями лова рыб, что позволило в дальнейшем сравнить полученные нами данные с исследованиями других авторов. В настоящей статье даны первые оценки питания молоди тихоокеанских лососей в их пресноводный период жизни в 2017 г., в дальнейшем материалы будут более углубленно изучаться и анализироваться.

Сбор материала осуществлялся с 4 июля по 18 июля 2017 г. на научно-наблюдательном пункте Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» «Карымайский», расположенном у протоки Карымайской. Лов молоди рыб выполняли в четырех экотопах (рис. 1), в качестве орудия лова использовался мальковый невод. В протоках Безымянной, Трифононской и «Лагуна» на р. Быстрой заметы выполняли на глубине 40–60 см, в реке Быстрой, из-за быстрого течения – в прибрежной зоне на глубинах 30–35 см. В пробах присутствовали нерка *Oncorhynchus nerka*, кета *O. keta*, кижуч *O. kisutch* и голец *Salvelinus malma* (рис. 2). Всего было выловлено 1 289 рыб, из них камеральной обработке подвергнуты желудки 680 экз. молоди гольца, кеты, нерки и кижуча. Количество материала по местам лова представлены в табл. 1. Статистическая обработка полученных данных будет выполнена общепринятыми методами [2]. В работе была использован пакет программ Excel, Microsoft Word.

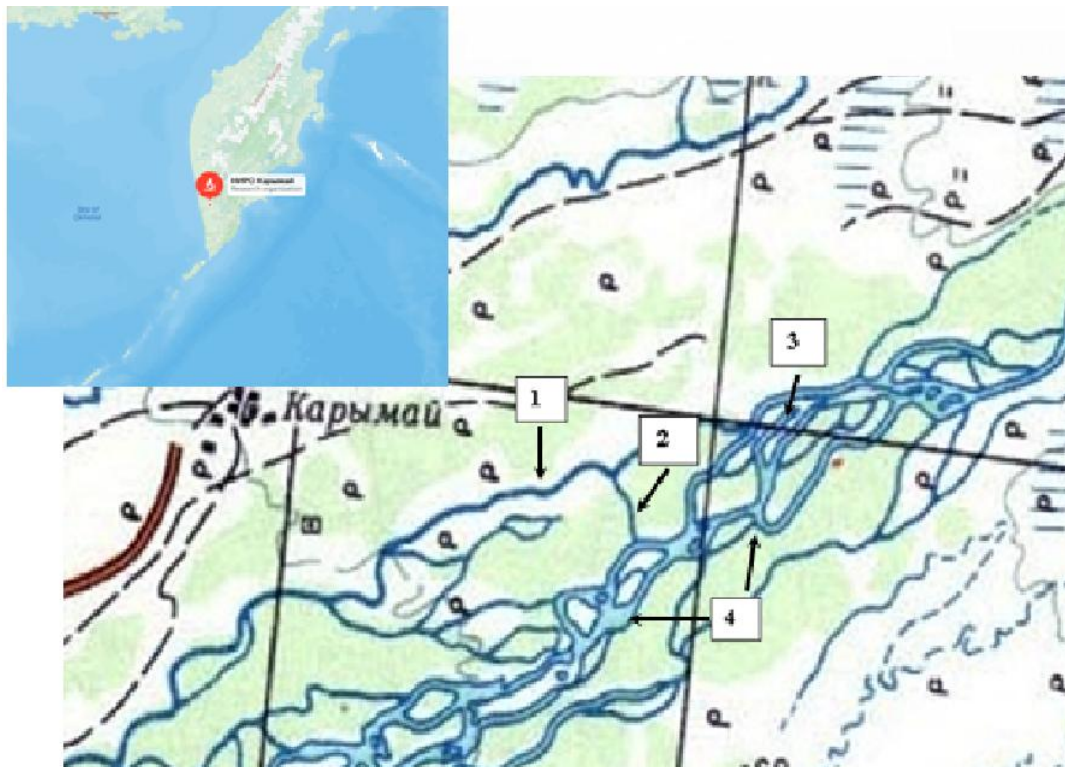


Рис. 1. Карта мест отлова молоди тихоокеанских лососей: станция 1 – протока Трифоновка, станция 2 – протока Безымянная, станция 3 – «Лагуна», станция 4 – р. Быстрая



Рис. 2. Молодь тихоокеанских лососей, отмеченная в пробах

Количество рыб в пробах, экз.

Места (биотоп)	Виды рыб	Кол-во (экз.)
Ст. 1 - Протока Трифоновка	Кижуч	169
	Кета	149
	Нерка	108
	Голец	37
Ст. 2 - Безымянная протока	Кижуч	142
	Кета	132
	Голец	56
Ст. 3 - «Лагуна»	Кета	140
	Голец	37
Ст. 4 - р. Быстрая	Кета	234
	Кижуч	85
<i>Всего</i>		<i>1 289</i>

Пойманную молодь рыб этикетировали, фиксировали 4%-ным раствором формалина и доставляли в лабораторию кафедры «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура», где производили ее биологический анализ, а также исследовали содержимое желудков. Методика сбора и обработки трофологических материалов была единой [3].

Содержимое пищеварительного тракта анализировали индивидуально-весовым методом и оценивали частоту встречаемости пищевых объектов в желудках молоди. Частота встречаемости компонента в желудках молоди рыб отмечалась: ++++ и +++ массовые виды (встречались практически во всех желудках); ++ немассовые виды (отмечены не во всех желудках); + единичные виды (встречались очень редко, в единственном экз.). В дальнейшем эти данные будут дополнены окончательными количественными расчетами. Таксономическую принадлежность кормовых организмов по возможности определяли до крупного таксона.

В сборе и первичной обработке материалов принимали участие преподаватели и студенты кафедры «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура», за что авторы выражают им глубокую благодарность.

Биотоп протока Трифоновская. Видовой состав уловов в протоке был представлен четырьмя видами молоди: кижучем, кетой, неркой и гольцом (табл. 1). Как и в протоке Безымянной, основу уловов составляли кижуч, кета и нерка. В небольшом количестве присутствовала молодь гольца мальмы.

В улове кижуч был представлен особями с длиной тела от 2,3 до 4,1 см (средняя 3,2 см) и массой от 0,17 до 2,5 г (средняя 1,05 г), кета – 2,4–3,9 см (средняя 3,5 см) при массе тела 0,2–1,67 г (среднее значение 0,6 г), а нерка – 1,4–6,3 см (средняя 4,17 см) и 0,14–3,62 г при среднем значении 1,6 г. У гольца длина и масса тела варьировали в пределах 5,4–9,3 см и 4,0–14,1 г, средние значения соответственно равнялись 7,3 см и 9,2 г.

У всех видов в питании преобладали личинки Chironomidae (табл. 2). Trichoptera встречены у всех видов, кроме кижуча, у которого в питании преобладали Plecoptera и Ephemeroptera, не встречавшиеся в желудках у других видов, выловленных в этой протоке. Также в питании кижуча в большом количестве присутствовали взрослые насекомые (Insecta imago), среди которых особенно выделялись представители отрядов Muscidae и Diptera. В желудках мальмы, нерки и кеты отмечен фитопланктон (Chlorophyta), который, вероятно, является вынужденной пищей молоди при низком уровне воды. Для лососей фитопланктон не является основным пищевым ресурсом, возможно, он заглатывался попутно, вместе с дрифтом или во время питания бентическими организмами.

Биотоп протока Безымянная. В уловах отмечено три вида рыб: молодь кижуча, кеты и мальмы. Доминирующим видом по численности был кижуч (табл. 1), в улове отмечены особи, размер тела которых варьировал в пределах 2,4–7,1 см (средняя 3,0 см), масса 0,21–12,18 г (средняя 2,3 г). Вторым по численности видом была кета, ее размерно-массовые показатели изменялись в пределах от 2,3 до 3,9 см (средняя 3,2 см) и 0,24–2,07 г (средняя 0,7 г). Голец-мальма был представлен особями длиной тела 4,7–11,6 см (средняя 8,2 см), масса – 0,86–19,14 г (средняя 7,6 г).

Таблица 2

Спектр питания молоди тихоокеанских лососей, протока Трифоновка

Компоненты пищи	Кижуч	Кета	Нерка	Голец
Insecta imago	++++	–	+	–
Muscidae	++++	–	–	–
Chironomidae	+++	++++	++++	++++
Plecoptera	+++	+	–	–
Ephemeroptera	+++	+	+	+
Diptera imago	+++	–	++	–
Trichoptera	–	++++	+++	+++
Rotifera	–	+++	–	–
Oligochaeta	–	++	–	–
Copepoda	–	–	+	–
Chlorophyta	–	+	+	+

В питании молоди всех отмеченных рыб преобладали личинки Chironomidae и Trichoptera. Однако спектр питания кижуча отличался большим разнообразием, в нем отмечались массово поденки и веснянки (Ephemeroptera, Plecoptera), а также имаго насекомых и мушки (Muscidae). Эти же виды кормовых организмов (Ephemeroptera, Plecoptera и Chlorophyta) были отмечены единично в питании кеты и гольца (табл. 3). Массово встречались коловратки (Rotifera) в желудках кеты.

Таблица 3

Спектр питания молоди тихоокеанских лососей, протока Безымянная

Компоненты пищи	Кижуч	Кета	Голец
Insecta imago	++++	–	–
Muscidae	++++	–	–
Plecoptera	+++	+	–
Chironomidae	+++	++++	++++
Ephemeroptera	+++	+	+
Trichoptera	+++	+++	+++
Rotifera	–	+++	–
Oligochaeta	–	++	–
Chlorophyta	–	+	+

Биотоп «Лагуна». В данном биотопе в уловах отмечено только два вида: молодь кеты и мальмы (табл. 1). Кета была представлена особями длиной от 2,5 до 3,9 см при среднем значении 3,5 см и массой тела 0,22–3,7 (средняя 1,15 г). У гольца эти показатели изменялись в пределах от 2,2 до 8,3 см и 0,52–8,8 г. Соответственно средние значения составляли 5,2 см и 6,4 г.

Спектр питания кеты был шире, чем у гольца, и состоял из четырех основных компонентов (Oligochaeta, Chironomidae, Trichoptera и Rotifera), изредка встречались поденки и веснянки (Plecoptera и Ephemeroptera) (табл. 4). У гольца спектр питания был очень узким и представлен всего тремя видами пищевых организмов, массово встречались личинки Trichoptera и Chironomidae, а также единично отмеченные в желудках ларвальные стадии Ephemeroptera. Как и на предыдущей станции, в желудках обоих видов отмечалось присутствие зеленых водорослей (Chlorophyta).

Таблица 4

Спектр питания молоди тихоокеанских лососей, «Лагуна»

Компоненты пищи	Кета	Голец
Trichoptera	+++	+++
Oligochaeta	+++	–
Chironomidae	+++	++++
Rotifera	+++	–
Plecoptera	+	–
Ephemeroptera	+	+
Chlorophyta	+	+

Река Быстрая. В неводных уловах с мелководья р. Быстрой была отмечена молодь только двух видов – кижуча и кеты, причем только на этой станции кета была наиболее массовым видом среди всех станций сбора проб. Кета длиной от 2,7–3,9 см и массой 0,2–0,65 г в основном потребляла личинок Chironomidae и коловраток Rotifera (табл. 5).

У кижуча размером 2,7–10,5 см и массой 0,2–17,0 г спектр питания был представлен шестью компонентами, также как и у кеты, но состав пищи разительно отличался по качеству. Основу пищевого комка молоди кижуча составляли взрослые насекомые, Muscidae и Diptera, второе место по частоте встречаемости занимали Plecoptera, Ephemeroptera и Chironomidae.

Таблица 5

Спектр питания молоди тихоокеанских лососей, р. Быстрая

Компоненты пищи	Кета	Кижуч
Chironomidae	+++	+++
Rotifera	+++	-
Oligochaeta	++	-
Plecoptera	+	+++
Ephemeroptera	+	+++
Copepoda	+	-
Insecta imago	-	++++
Diptera imago	-	+++
Muscidae	-	++++

Чтобы понять, насколько полно наши первые полученные результаты отражают естественные процессы, идущие в биоценозе протоки Карымайской, мы решили сравнить полученные данные с результатами следующего 2018 г., которые уже были опубликованы [1]. Сравнение проводили только по станции 1 – Трифионовская протока, попарно сравнивали обитающие в ней виды молоди рыб с описанными в статье [1]. Летом 2017 г. гидрологическая обстановка в водотоках вблизи НИП «Карымайский» в течение летнего периода наблюдений была близка к среднелетней, уровень воды был низким, сильного паводка не наблюдалось. В отличие от лета 2018 г., когда массовое таяние снежного покрова и дожди во второй половине лета привели к обычным, хотя и повышенным, паводкам, что вызвало понижение температуры воды в водотоках и изменение гидрохимических характеристик [1]. Это привело к значительным изменениям распределения молоди рыб в водотоках исследуемого района и разреженности подходов взрослых лососей на нерестилища.

Несмотря на различия гидрологических условий, спектры питания кеты отличались только отсутствием Insecta imago и Muscidae в пробах 2017 г. А в желудках нерки мы не встречали моллюсков, тогда как в следующем году они присутствовали в пище нерки в больших количествах. Также в питании нерки в 2018 г. отсутствовали зеленые водоросли Chlorophyta. Все остальные пищевые компоненты практически совпадали (табл. 2) и [1].

Основу питания молоди кижуча в 2018 г. составляли только Insecta imago, Muscidae и молодь других рыб [1], а по нашим данным – основу рациона молоди кижуча составили личинки Chironomidae, Plecoptera, Ephemeroptera, а также взрослые насекомые Insecta imago и мушки Muscidae, т. е. состав пищевого спектра был более разнообразным в 2017 г.

Предварительно проанализировав качественный состав корма молоди совместно обитающих тихоокеанских лососей, можно сказать, что наиболее благоприятными условия нагула молоди были летом 2017 г. в период низкой воды. В подтверждение этого отмечается большее разнообразие пищевых компонентов в желудках молоди. Тогда как в годы с аномальными паводками возможно присутствие в пище не совсем обычных, вынужденных компонентов (например, моллюсков или рыбы).

Выполненные исследования являются рекогносцировочными и будут продолжены в направлении уточнения количественных показателей и выяснения напряженности пищевой конкуренции совместно обитающей молоди лососевых рыб.

Литература

1. Карпенко В.И., Погорелов Е.А. Особенности питания молоди рыб в период паводка в протоке Карымайской летом 2018 года // Вестник КамчатГТУ. – 2020. – № 54. – С. 65–81. DOI: 10.17217/2079-0333-2020-54-65-81
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 352 с.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

УДК 574.583:551.464(265.54)

К.О. Тевс

*Научно-образовательный комплекс «Приморский океанариум» –
филиал Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток, 690922
e-mail: tevs.kirill.95@yandex.ru*

ФИТОПЛАНКТОН БУХТЫ ЧЕРНЫШЕВА (УССУРИЙСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Впервые получены данные о видовом составе и динамике количественных характеристик фитопланктона бухты Чернышева. Обнаружено 94 таксона микроводорослей из 6 отделов. Численность варьировала в пределах 0,1–1,6 млн кл/л, биомасса – 0,5–6,8 г/м³. Проведен сравнительный анализ данных мониторинга микроводорослей со сведениями, опубликованными в литературе для сопредельных акваторий. Показано, что сезонная динамика микроводорослей была близка к классической схеме развития, характерной для морских прибрежных акваторий умеренной зоны, не испытывающих значительной антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: фитопланктон, количественные характеристики, видовой состав, бухта Чернышева, Уссурийский залив.

К.О. Tevs

*Scientific and Educational Center “Primorsky Aquarium”
of the A. V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology FEB RAS,
Vladivostok, 690922
e-mail: tevs.kirill.95@yandex.ru*

PHYTOPLANKTON OF CHERNYSHEV BAY (USSURI BAY, SEA OF JAPAN)

For the first time, data on the species composition and dynamics of quantitative characteristics of phytoplankton of Chernyshev Bay were obtained. 94 taxa of microalgae from 6 divisions were identified. The phytoplankton cell density varied from 52,0 thousand cells/L to 1,6 million cells/L, and the biomass varied from 0,5 g/m³ to 6,8 g/m³. A comparative analysis of the monitoring data of microalgae with the information published in the literature or adjacent water areas has been carried out. It is shown that the seasonal dynamics of microalgae was close to the classical pattern of development typical for marine coastal waters of the temperate zone that do not experience significant anthropogenic stress.

Key words: phytoplankton, quantitative characteristics, species composition, Chernyshev Bay, Ussuri Bay.

Качественные и количественные характеристики планктонных водорослей и их функциональное состояние используются для решения ряда задач, связанных с оценкой условий формирования и распределения первичной продукции, загрязнения и эвтрофикации вод и в целом для выявления проблем биологической продуктивности водных объектов [1–3]. Согласно докладу об экологической ситуации в Приморском крае, прибрежные акватории в районе города Владивостока подвержены значительному антропогенному воздействию [4]. Воды Уссурийского залива в настоящее время относятся к III классу – «умеренно загрязненные», однако интенсивное развитие инфраструктуры острова Русского может привести к увеличению антропогенной нагрузки на прилегающие акватории и как следствие привести к ухудшению экологической обстановки в регионе.

Представленные сведения о составе сообщества и особенностях развития микроводорослей лягут в основу базы данных, обеспечивающей дальнейшее сравнение и оценку состояния прибрежных вод бух. Чернышева и сопредельных акваторий.

Цель работы – изучить видовой состав и количественные характеристики микроводорослей бух. Чернышева в осенне-зимний период 2019 г.

Сбор материала осуществляли в бух. Чернышева (42°57'46.5" / 131°54'02.1) с октября по декабрь 2019 г. при помощи 5-литрового батометра Нискина с поверхностного горизонта воды (0,5 м) (рис. 1).

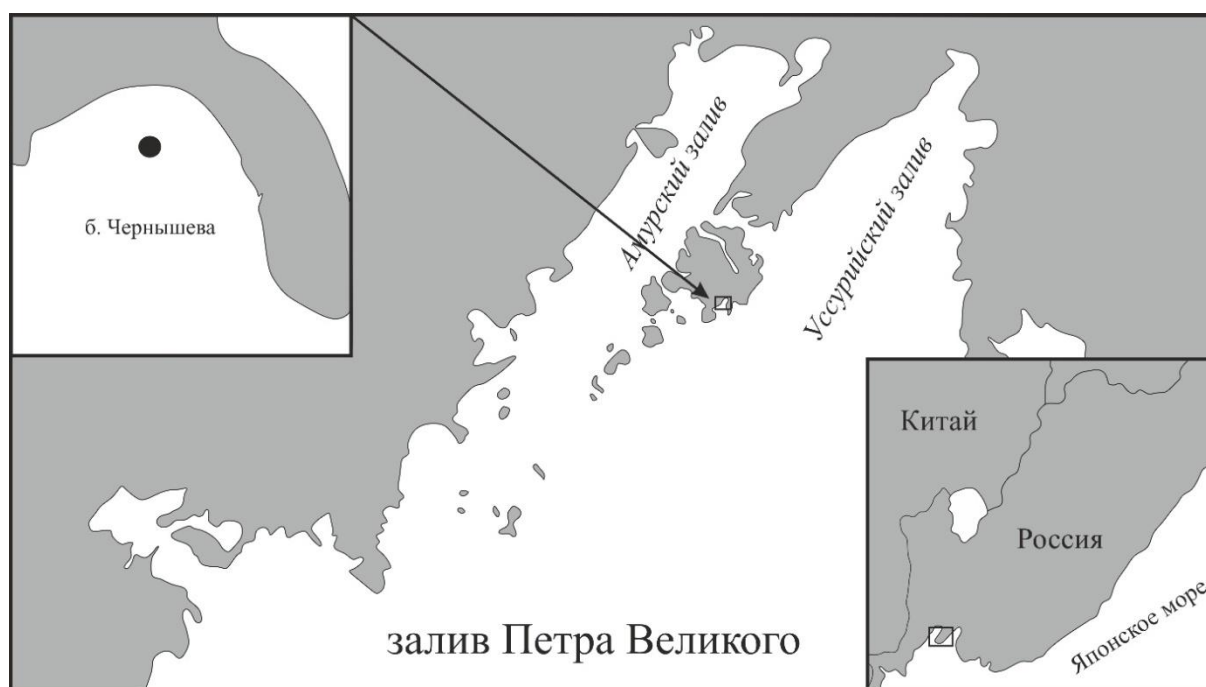


Рис. 1. Карта-схема расположения станции в бухте Чернышева

Определение количества клеток нанопланктона проводили в камере типа Нажотта объемом 0,05 мл [3]. Биомассу микроводорослей рассчитывали исходя из значений клеточных объемов методом геометрического подобия [5–7], используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток каждого вида [8–9]. «Цветение» воды рассматривали как массовое развитие водорослей, численность клеток которых превышала 10^6 кл/л [10].

Видовую идентификацию фитопланктона проводили с помощью светового микроскопа Carl Zeiss Scope. A1, трансмиссионного электронного микроскопа Carl Zeiss Libra 120 и сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss Sigma 300. Подготовку препаратов для электронной микроскопии проводили по стандартным методикам [11–12].

Для оценки биологического разнообразия фитопланктоценоза исследуемого района использовали индекс видового разнообразия Маргалефа [13].

В результате оригинальных исследований, проведенных на мониторинговой станции в бух. Чернышева в осенне-зимний период 2019 г., представлены сведения о 94 видах и внутривидовых таксонах микроводорослей, отнесенных к шести отделам: Bacillariophyta (54 вида), Dinoflagellata (35), Ochrophyta (2), Cryptophyta (1), Euglenophyta (1) и Chlorophyta (1).

В определении видового богатства ведущая роль принадлежала диатомовым водорослям – 57,5% от общего списка видов, динофлагелляты составляли 37,2%, другие систематические группы менее 2,0% каждая. Среди диатомовых наибольшее видовое разнообразие отмечали для рода *Chaetoceros* (17 видов), среди динофлагеллят для рода *Protoperidinium* (13). Из остальных отделов наиболее заметно были представлены охрофитовые, включавший два вида – *Dictyochoa fibula* и *Octactis octonaria*. Число видов фитопланктона в пробе изменялось от 29 (декабрь) до 53 (октябрь) видов и внутривидовых таксонов.

Величина индекса Маргалефа колебалась в незначительных пределах – от 2,4 до 3,1, – отражая стабильное состояние структуры сообщества. Наименьшее значение индекса отмечали в декабре, наибольшее – в октябре. В среднем индекс видового разнообразия в период проведения исследования был равен $2,7 \pm 0,4$.

Анализ количественных данных показал, что численность фитопланктона в бух. Чернышева изменялась в пределах от 52,0 тыс. кл/л до 1,6 млн кл/л, биомасса – от 0,5 до 6,8 г/м⁵ (рис. 2).

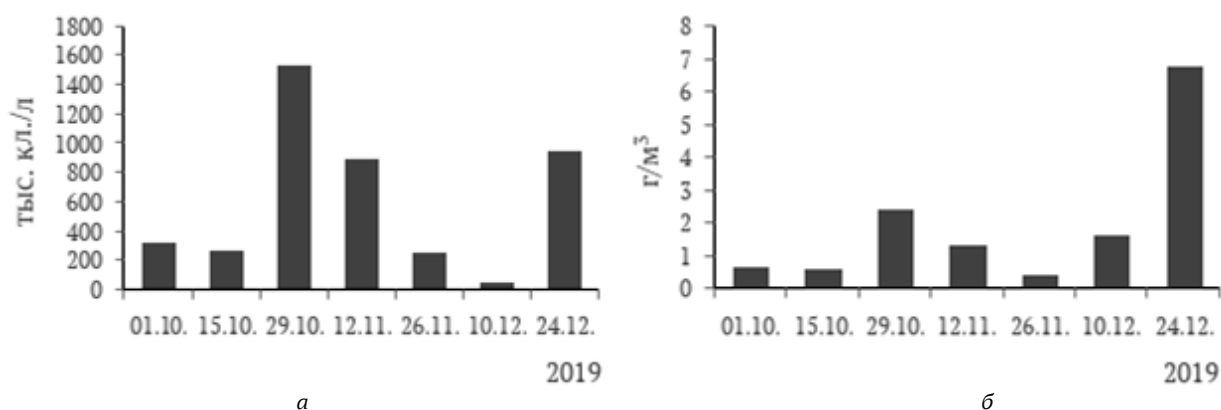


Рис. 2. Динамика численности (а) и биомассы (б) фитопланктона в районе исследования

Выраженное развитие планктона наблюдали в конце октября (1,55 млн кл/л) при температуре поверхностного слоя воды 12,0°C и солёности 32,3‰ (рис. 2, а). «Цветение» воды было вызвано комплексом видов диатомовых водорослей – *Pseudo-nitzschia delicatissima* (27,6% от общей численности фитопланктона) и *Skeletonema dohrnii* (56,6%), суммарно достигающих численности 1,3 млн кл/л.

Развитие фитопланктона характеризовалось двумя подъемами биомассы (рис. 2, б). При температуре воды 12,0°C и солёности 32,3‰ отмечали первый пик (2,5 г/м³), обусловленный развитием диатомовых водорослей *Coscinodiscus oculus-iridis* (24,0% от общей биомассы фитопланктона), *Skeletonema japonicum* (20,4%) и *Thalassiosira* sp. (22,1%). Второй, более значительный пик (6,8 г/м³) наблюдали при охлаждении вод до температуры –1,8°C, что способствовало развитию *Thalassiosira nordenskioldii* (85,0%).

В целом видовое разнообразие фитопланктона бух. Чернышева показало наличие меньшего количества видов, чем известно для сопредельных акваторий, что связано с коротким периодом наблюдений. Ранее проведенные исследования в Уссурийском заливе [14] свидетельствовали о нахождении 119 таксонов, в прибрежных водах о-ва Русского было обнаружено 254 вида [15], а альгофлора Амурского залива насчитывает 375 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей [16]. Для получения более точных данных о видовом составе фитопланктона бух. Чернышева необходимо проведение дальнейших исследований на акватории, охватывающих все сезоны.

Сезонная динамика микроводорослей в районе исследования была близка к классической схеме развития, характерной для морских прибрежных акваторий умеренной зоны [17]. Сравнение сезонной динамики фитопланктона бух. Чернышева с некоторыми районами Амурского залива, не испытывающими значительной антропогенной нагрузки [18–19], показало схожие черты.

В данном исследовании изучение микроводорослей в южной части о-ва Русского представлено впервые. Сравнение данных 20-летней давности, проведенных в Уссурийском заливе, в бух. Сухопутной [20], показало схожесть количественных характеристик, а также видового состава, достигавшего массового развития. Так, согласно литературным данным, численность фитопланктона в Уссурийском заливе зимой не превышала 1,6 млн кл/л. В это время массового развития достигали виды – *T. nordenskioldii*, *Chaetoceros pseudocrinitus* и *Chaetoceros debilis*. Основным доминантом осеннего периода являлся *P. delicatissima*, в качестве сопутствующих видов отмечали *Dactyliosolen fragilissimus*, *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros* spp. (1,3 млн кл/л) [20]. По оригинальным данным, максимум численности микроводорослей достигал 1,6 млн кл/л осенью в период развития *P. delicatissima* и *S. dohrnii*. В зимний период также наблюдали высокую численность, обусловленную доминированием *T. nordenskioldii* (707,0 тыс. кл/л). Виды рода *Chaetoceros* входили в состав доминант в районе исследования, однако не играли существенной роли в вызывании «цветения» воды.

Исследования проведены на площадке ЦКП «Приморский океанариум», ННЦМБ ДВО РАН (Владивосток).

Литература

1. *Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.
2. *Макрушин А.В.* Биологический анализ качества вод. – Л.: Зоологический институт АН СССР, 1974. – 60 с.
3. *Cloern J.E., Jassby A.D.* Patterns and Scales of Phytoplankton Variability in Estuarine-Coastal Ecosystems // *Estuaries and Coasts*. – 2010. – Vol. 33. – P. 230–241.
4. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2019 году. Доклад подготовлен во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 06 декабря 2010 года № Пр-3534 по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 30 ноября 2010 года. – Владивосток, 2020. – 270 с.
5. *Брянцева Ю.В.* К методике расчета объема клеток фитопланктона // *Труды ЮгНИРО*. – 1996. – № 42. – С. 195–199.
6. *Брянцева Ю.В., Лях А.М., Сергеева А.В.* Расчет объемов и площадей поверхности одно-клеточных водорослей Черного моря. – Севастополь: НАН Украины, 2005. – 25 с.
7. *Макарова И.В., Пичкилы Л.О.* К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона // *Ботанический журнал*. – 1970. – Т. 55, № 10. – С. 1488–1494.
8. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea / *I. Olenina, S. Hajdu, L. Edler et al.* // *HELCOM Baltic Sea Environment*. – 2006. – № 106. – 144 p.
9. *Sun J., Liu D.* Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton // *Journal of Plankton Research*. – 2003. – Vol. 25, № 11. – P. 1331–1346.
10. *Colijn F.* Changes in plankton communities: when, where and why // *ICES Marine Science Symposia*. – 1992. – Vol. 195. – P. 193–212.
11. *Hasle G.R., Fryxell G.A.* Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy // *Transactions of the American Microscopical Society*. – 1970. – Vol. 89. – P. 469–474.
12. *Truby E.W.* Preparation of single-celled marine dinoflagellates for electron microscopy // *Microscopy Research and Technique*. – 1997. – Vol. 36. – P. 337–340.
13. *Margalef R.* Information theory in ecology // *General Systems*. 1958. – Vol. 3. – P. 36–71.
14. *Бегун А.А.* Фитопланктон бухты Золотой Рог и Уссурийского залива (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // *Известия ТИНРО*. – 2004. – Т. 138. – С. 320–344.
15. *Shevchenko O.G., Ponomareva A.A., Shulgina M.A.* Phytoplankton in the Coastal Waters of Russky Island, Peter the Great Bay, Sea of Japan // *Botanica Pacifica*. – 2019. – Vol. 8, № 1. – P. 133–141.
16. *Орлова Т.Ю., Стоник И.В., Шевченко О.Г.* Флора микроводорослей планктона Амурского залива Японского моря // *Биология моря*. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 48–61.
17. *Раймонт Дж.* Планктон и продуктивность океана. Т. 1. – Фитопланктон. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 568 с.
18. *Бегун А.А., Орлова Т.Ю., Звягинцев А.Ю.* Фитопланктон Амурского залива Японского моря г. Владивостока // *Альгология*. – 2003. – Т. 13, № 2. – С. 204–215.
19. *Стоник И.В.* Фитопланктон Амурского залива (Японское море) в условиях евтрофирования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 26 с.
20. *Лучин В.А., Сагалаев С.Г.* Океанологические условия в Амурском заливе (Японское море) зимой 2005 г. // *Известия ТИНРО*. – 2005. – Т. 143. – С. 203–218.

УДК 595.384.12:639.2.053.7

Д.Н. Юрьев¹, П.Ю. Андронов²

¹ *Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО),
Хабаровск, 680038*

e-mail: dmyuriev@rambler.ru; yuriev@khabarovsk.vniro.ru;

² *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО),
Москва, 105187
e-mail: andronov@vniro.ru*

О ПРОМЫСЛОВОЙ МЕРЕ КАК ИНСТРУМЕНТЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ ГРЕБЕНЧАТОЙ КРЕВЕТКИ *PANDALUS HYP SINOTUS* (DECAPODA, PANDALIDAE) В ТАТАРСКОМ ПРОЛИВЕ

Показано, что промысловая мера, установленная для гребенчатой креветки Татарского пролива, слабо соответствует таким принципам промышленного рыболовства, как обеспечение воспроизводства запасов вида и наиболее полное рациональное использование ресурсов. Требование по соблюдению действующей промысловой меры приводит к выборочному изъятию самок и выбросам практически всех коммерчески ценных половозрелых самцов. Это приводит к дисбалансу полов в популяции, экономическим потерям и бесполезной гибели значительной части уловов. Для устранения этих противоречий предлагается утвердить величину допустимого прилова особей гребенчатой креветки меньше промыслового размера, равную 40% по весу за одну операцию по добыче (вылову) от улова данного объекта.

Ключевые слова: Татарский пролив, гребенчатая креветка, промысловый размер, прилов особей менее промыслового размера.

D.N. Yuriev¹, P.Yu. Andronov²

¹ *Khabarovsk branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KhabarovskNIRO),
Khabarovsk, 680038*

e-mail: dmyuriev@rambler.ru; yuriev@khabarovsk.vniro.ru;

² *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 105187
e-mail: andronov@vniro.ru*

ON FISHABLE SIZE OF SHRIMP *PANDALUS HYP SINOTUS* (DECAPODA, PANDALIDAE) AS A TOOL FOR REGULATING THE HARVEST IN THE TATAR STRAIT

It's shown that the fishable size established for the shrimp *Pandalus hypsinotus* of the Tatar Strait does not comply with the basic principles of industrial fishery: ensuring reproduction of the species' stocks and its fullest use. Its enforcement in fishery requires selective removal of females and discarding of almost all commercially valuable sexually mature males. This leads to a sex imbalance in the population, large economic losses and the useless death of a significant part of the catch. To eliminate these contradictions it is proposed to approve the amount of allowable shrimp *P. hypsinotus* bycatch smaller than the fishable size equal to 40% by weight for one operation on extraction (catch) from the catch of this object.

Key words: Tatar Strait, *Pandalus hypsinotus*, fishable size, shrimp bycatch smaller than fishable size.

Гребенчатая креветка *Pandalus hypsinotus* – важнейший объект креветочного промысла в северо-западной части Японского моря. В Татарском проливе, включающем два рыбопромысловых района – участок подзоны Приморье севернее мыса Золотого в границах Хабаровского края и Западно-Сахалинскую подзону, ее добыча ведется с 1979 г. креветочными ловушками. Траловый лов гребенчатой креветки в данных районах запрещен.

Ловушки относятся к пассивным орудиям лова, поэтому запреты, установленные в правилах рыболовства для тралов (связанные с ограничением сроков лова в период линьки, в районах скопления молоди и др.), в отношении ловушечного промысла не применяются. Помимо величины ОДУ ключевым ограничением при добыче гребенчатой креветки остается запрет на изъятие особей меньше промысловой меры. Однако особенности биологии этой креветки заставляют усомниться в обоснованности и целесообразности такой меры регулирования. Как известно, готовая продукция из гребенчатой креветки всегда экспортировалась на японский рынок, который и определял ее сортовой и размерно-весовой состав. Последний же значительно шире рамок, установленных промысловой мерой.

Цель данной работы состоит в попытке снять эти противоречия, рассмотрев их с биологических и экономических позиций. В работе использованы данные наблюдений последних 10 лет на ловушечном промысле гребенчатой креветки в Татарском проливе. Биоанализы проводились по стандартной методике [1]. Измеряли длину карапакса (ДК) всех креветок, выборочно – промысловую длину тела (ДТ) и индивидуальную массу (М). Для пересчета взаимосвязанных линейно-весовых параметров использовались полученные ранее для гребенчатой креветки Татарского пролива коэффициенты уравнений регрессии [2].

В начале промысла гребенчатой креветки в Татарском проливе действовал запрет на лов особей менее промысловой меры с длиной тела (ДТ) меньше 11 см «от середины глаза до начала хвостового плавника» (приказ Минрыбхоза СССР № 17 от 17.01.1966 г.). Позднее промысловая мера была упразднена (приказ Минрыбхоза СССР № 524 от 24.11.1980 г.), но через девять лет опять восстановлена (приказ Минрыбхоза СССР № 458 от 17.11.1989 г.) в измененном виде – 13 см «от заднего края орбиты глаза до конца хвостового плавника».

Правила рыболовства (ПР) в водоемах Дальнего Востока (приказ Минрыбхоза СССР № 458 от 17.11.1989 г.), действовавшие с 1989 по 2002 гг., предписывали определять «прилов особей менее промыслового размера (молоди)» по рекомендации ТИПРО. Величину прилова устанавливали при подготовке ежегодных прогнозов вылова в объемах, соответствующих запросам рынка. В конце 2002 г. эта норма была исключена из ПР (Приказ Госкомрыболовства РФ № 467 от 11.12.2002 г.), однако рыбаки по инерции продолжали брать «молодь» в продукцию согласно потребности заказчика.

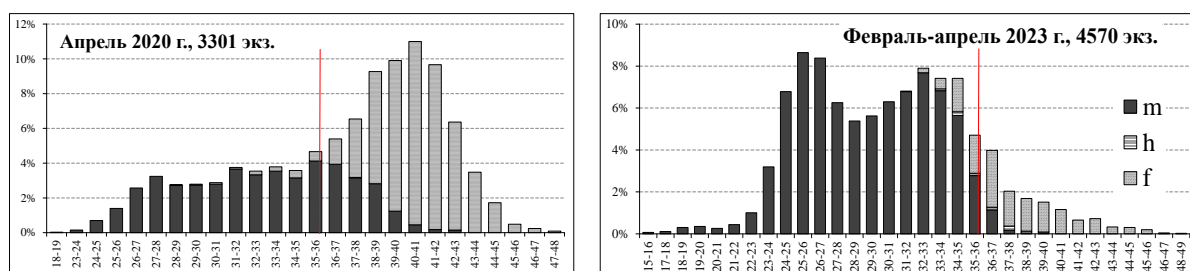
С утверждением в 2007 г. ПР для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (приказ Минсельхоза РФ № 151 от 01.03.2007 г.) промысловую ДТ креветок стали измерять не до конца тельсона, а до конца хвостового плавника. В Западно-Сахалинской подзоне был установлен разрешенный прилов особей менее 13 см по ДТ в объемах до 20% по весу за одну операцию по добыче (вылову).

В последней редакции ПР (приказ Минсельхоза России № 285 от 06.05.2022 г.) эта норма прилова «молоди» гребенчатой креветки в Западно-Сахалинской подзоне была сохранена (пункт 38.2). В подзоне же Приморье она осталась на уровне не более 8% от каждого улова по счету (пункт 38.3), что при среднемноголетнем составе уловов эквивалентно $\leq 0,38\%$ по весу.

По современным представлениям о биостатистическом районировании дальневосточных морей [3, 4] Татарский пролив являет собой единую зону с достаточно суровым климатом, собственным круговоротом вод и общим населением рыб. Некоторые специалисты считают, что по этим признакам Татарский пролив можно выделить в самостоятельный рыбопромысловый район [3]. В связи с этим обоснованно мнение Б.Г. Иванова, который полагал, что «креветки Татарского пролива, обитающие вдоль континентального побережья и вдоль о-ва Сахалин, образуют единый промысловый запас (единицу запаса)» [5, с. 45]. В свете этих представлений наличие в ПР норм допустимого прилова «молоди» креветок – до 20% по весу для западной части Татарского пролива и до 8% по счету для его восточной части, нелогично и неоправданно.

Минимальный промысловый размер добычи любого вида водных биоресурсов устанавливается с целью сохранения неполовозрелых особей, лов которых биологически недопустим и экономически нецелесообразен [6]. Гребенчатая креветка, как и большинство креветок семейства Pandalidae, является протандрическим гермафродитом. Все особи данного вида меняют пол в течение жизни, сначала функционируя как самцы, затем – как самки. В связи с этим достижение половой зрелости самцами и самками происходит при разных размерах и возрастах. Само же соотношение самцов и самок, мелких и крупных особей в уловах может из года в год сильно изменяться. Однако даже с учетом межгодовой изменчивости размерного состава, при соблюде-

нии рыбаками промысловой меры и допустимых уровней прилова «молоди», почти все самки из уловов попадут в обработку, а большую часть самцов придется вернуть в море (рисунок). Это и происходит в последние четыре года в Татарском проливе и особенно касается западной его части, где за борт должны выпускаться практически все самцы.



Примеры межгодовой изменчивости размерно-полового состава ловушечных уловов гребенчатой креветки на промысле в северной части Татарского пролива

По собранным нами биостатистическим данным, модальный размер неполовозрелых годовиков гребенчатой креветки составляет в Татарском проливе 11–12 мм по ДК. Держатся они на глубинах менее 70 м, где промысел отсутствует. На второй год жизни при ДК около 20 мм креветки становятся половозрелыми, начинают функционировать как самцы и мигрируют вглубь, присоединяясь к более взрослым особям. Имея малые размеры, самцы возраста 2+ легко проходят сквозь дель креветочных ловушек, имеющих размер ячеи 24 мм, и поэтому тоже почти отсутствуют в уловах. Смена пола у самцов происходит в возрасте 5+(6+) при ДК 36–39 мм или ДТ около 125–135 мм [7].

Таким образом, существующая промысловая мера – 130 мм по ДТ или 35,7 мм по ДК – близка к размеру смены пола. Она ограничивает добычу практически всех половозрелых самцов возраста более двух лет, лов которых биологически допустим и экономически целесообразен. Соответственно, такой подход к практической реализации задачи сохранения ресурса не является обоснованным ни биологически, ни экономически.

В соответствии с традиционными представлениями о рациональном природопользовании необходимо избегать как чрезмерной эксплуатации, так и недоиспользования биологических ресурсов [8]. Соответственно, регулируя рыболовство, надо соблюдать два основных принципа: обеспечение воспроизводства запасов промысловых видов и наиболее полное и эффективное использование их ресурсов [9]. Промысловая мера для гребенчатой креветки, установленная на уровне размера смены пола, во многом не соответствует этим принципам.

Из первого принципа следует требование максимального сохранения естественного размножения и приплода [9]. В устойчиво воспроизводящихся популяциях протандрических гермафродитов, с учетом убыли численности поколений с возрастом, любое среднестатистическое поколение на стадии самцов будет численно преобладать над любым среднестатистическим поколением на стадии самок в силу естественной убыли особей с возрастом. Поэтому в сезон размножения у самцов пандалид уровень конкуренции за самок должен быть высоким [10]. Кроме того, поскольку цикл размножения самок гребенчатой креветки составляет два года, в нересте ежегодно участвует только половина самок популяции, пока другая их половина вынашивает яйца [11]. Это вдвое усиливает диспропорцию полов в период нереста.

В последние годы в Татарском проливе отмечался значительный рост доли самцов в уловах (табл. 1). Весной у Западного Сахалина соотношение в ловушках участвующих в нересте самок и самцов в 2018–2020 гг. было близко к 1 : 1, в 2021–2022 гг. – 1 : 3, в 2023 г. – 1 : 6. В материковой части пролива в 2023 г. при облове нерестовых скоплений на одну самку приходилось 10 самцов. В такой ситуации предусмотренное действующими ПР требование о разрешенном изъятии только особей с размерами более 130 мм по ДТ (т. е. самок), будет способствовать дальнейшему увеличению дисбаланса полов.

Избирательная добыча самок, усиливая их смертность, сама по себе негативно влияет на состояние запаса. Требование о соблюдении промысловой меры приводит к уменьшению популяционной плодовитости и снижению числа ежегодно продуцируемых личинок, что отрицательно сказывается на сохранении вида. Вместо обеспечения баланса половой структуры стада в целях

эффективного воспроизводства защита самцов от промысловой эксплуатации создает их переизбыток в популяции. Параллельно под пресс промысла попадают преимущественно самки, на которых лежит основная репродуктивная функция. Таким образом, подобный режим эксплуатации запаса не способствует сохранению естественного приплода.

Таблица 1

Изменение соотношения полов и доли особей меньше промыслового размера в уловах гребенчатой креветки в Татарском проливе в апреле – мае 2014–2023 гг.

Год	Кол-во проанализированных особей	Соотношение полов по численности (%)		Соотношение полов по весу (%)		Доля особей с ДК < 35,7 мм (%)	
		Самки	Самцы	Самки	Самцы	По численности	По весу
2014	1 628	25,2	74,8	39,6	60,4	63,6	46,8
2015*	2 904	41,6	58,4	55,6	44,4	52,4	33,5
2016*	1 872	30,3	69,7	45,2	54,8	55,4	39,2
2017*	3 890	40,2	59,8	53,8	46,2	45,5	31,7
2018*	4 050	45,7	54,3	56,1	43,9	35,2	22,7
2019	4 622	51,1	48,9	66,6	33,4	30,0	15,8
2020*	3 301	53,9	46,1	67,5	32,5	34,0	19,8
2021	2 645	26,7	73,3	40,1	59,9	73,0	57,7
2022	5 970	26,9	73,1	42,4	57,6	77,2	62,2
2023	4 570	15,8	84,2	27,7	72,3	86,4	74,7
2023**	2 428	10,0	90,0	22,5	77,5	91,9	80,5

* Только Западно-Сахалинская подзона

** Только подзона Приморье севернее м. Золотого

Установление в ПР в отношении гребенчатой креветки промысловой меры на уровне размера смены пола препятствует также наиболее полному и эффективному использованию ее ресурса. В течение всего периода добычи данного вида в Татарском проливе рыбаки брали весь сырец, пригодный для выпуска продукции согласно техническим условиям заказчика (табл. 2). Контроль за соблюдением промысловой меры почти не проводился, что однако не приводило к ухудшению состояния запаса. Так, в период, когда в 1985–1992 гг. ограничение на изъятие «молоди» вообще отсутствовало в ПР, запас и уловы гребенчатой креветки оказались на пике – до 4–6 тыс. тонн и 24–33 кг/100 ловушек. В 2017–2019 гг., когда весенние уловы достигали максимума за весь период наблюдений (до 45 кг/100 лов. в 2017 г.), а запас креветки в Татарском проливе достигал почти рекордных 12 тыс. тонн, в продукцию также брали креветок всех категорий, кроме BSS.

Таблица 2

Характеристики особей гребенчатой креветки по сортам выпускаемой продукции

Сорт	ДК особей, мм	Масса особей, г	Количество особей в 0,5 кг
BF3L	≥ 47,4	≥ 72	6–7
B3L, BFL	45,2–47,2	63–71	8
BLL, BFL	42,0–45,0	51–62	9–10
BL, BFM	39,3–41,8	42–50	11–12
BM, BFMS	34,6–39,0	29–41	13–17
BMS, BFS	31,9–34,2	23–28	18–22
BS	29,3–31,4	18–22	23–28
BSS	26,1–28,7	13–17	29–40

С 2020 г. контролирующие органы начали более пристально проверять размерный состав продукции на предмет соблюдения промысловой меры. Это привело к тому, что в 2022–2023 гг. в Татарском проливе за борт стало уходить до 75–80% от веса всего улова креветок. При этом почти все отбракованные креветки могли быть использованы, как это делалось ранее, для изготовления продукции сортов BSS, BS, BMS, BFS, а частично и сортов BM и BFMS. Отметим, что данная продукция ценится на японском рынке часто даже выше, чем из крупных креветок.

При определении величины разрешенного прилова особей менее промыслового размера, как меры сохранения запаса, также важно учитывать, что их возврат в среду обитания связан с неиз-

бежными потерями. Далеко не всю такую «молодь» можно вернуть в море живой. При сортировке улова во время выборки порядка невозможно в точности разделить оперативно («на глаз») особей промысловых и непромысловых размеров или рассчитать допустимый объем прилова последних. Поэтому по окончании выборки обычно оставалось некоторое количество не попавших в продукцию и уже нежизнеспособных креветок размерами менее 130 мм по ДТ. В 2022 г. на одном из судов эти выбросы составляли (в среднем по десяти выборкам) 17% от всего веса улова гребенчатой креветки.

Но и это не самые большие потери из возможных. В Татарском проливе гребенчатая креветка встречается при температуре воды у дна от $-1,0$ до $+6,0^{\circ}\text{C}$. Было установлено, что в периоды, когда температура воды на поверхности поднималась выше 10°C , а перепад температур придонных и поверхностных слоев превышал 7°C , смертность гребенчатых креветок при повторном подъеме в ловушках с защитными входными отверстиями составляла 70–80% [12]. Отсюда понятно, что при температуре поверхностной воды в $20\text{--}21^{\circ}\text{C}$, которая наблюдалась в проливе в августе 2022 г., креветки, выпускавшиеся в море в количестве 62% от всего веса улова (табл. 1), погибали практически все. Поэтому в теплый период надо брать в обработку весь улов креветок или не ловить вообще.

Таким образом, полагаем, что регулирование добычи гребенчатой креветки путем запрета к изъятию всех особей меньше 130 мм не отвечает, а скорее противоречит принципам рационального природопользования и ресурсосбережения. На основании вышесказанного считаем, что для более эффективного сохранения и воспроизводства популяции гребенчатой креветки в Татарском проливе, в целях более полного использования этой единицы запаса, необходимо произвести переоценку целесообразности требования о необходимости использования промысловой меры в качестве меры регулирования ловушечного промысла или установить обоснованный уровень допустимого прилова особей менее промыслового размера, единый для всей акватории Татарского пролива. Быстрее и проще осуществимо второе решение.

По многолетним данным, весовая доля «молоди» в уловах гребенчатой креветки варьировала в Татарском проливе от 16 до 80% и в среднем составляла около 40% (см. табл. 1). Отсюда в качестве меры, направленной на оптимизацию промысла креветок в Татарском проливе, предлагается установить для подзон Западно-Сахалинской и Приморье (севернее мыса Золотого) единую величину разрешенного прилова «молоди» гребенчатой креветки, равную 40% по весу за одну операцию по добыче (вылову) от улова данного объекта.

Литература

1. Иванов Б.Г. Методическое пособие по промыслово-биологическим исследованиям морских креветок (съемки запасов и полевые анализы) // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 2. – М.: ВНИРО, 2004. – 109 с.
2. Букин С.Д. Распределение и основные биологические характеристики гребенчатого чилима Сахалина: Отчет о НИР (промежуточ.). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2001. – № 8628. – 51 с.
3. Каредин Е.П. О рыбопромысловом (биостатистическом) районировании дальневосточной исключительной экономической зоны России // Рыбное хозяйство. – 2001. – С. 23–25.
4. Бочаров Л.Н., Шунтов В.П. Состояние и задачи современного этапа экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей России // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 3–15.
5. Иванов Б.Г. Научное обеспечение российского промысла креветок на севере Тихого океана (история поисковых креветочных работ) // Труды ВНИРО. – 2005. – Т. 144. – С. 24–54.
6. Никоноров И.В. О биологических основах рационального использования рыбных запасов и регулирования рыболовства во внутренних водоемах СССР // Теория формирования численности стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 112–122.
7. Букин С.Д., Юрьев Д.Н. Динамика состояния запасов и перспективы промысла гребенчатой креветки в Татарском проливе // Известия ТИНРО. – 2006. – Т. 144. – С. 112–121.
8. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 2. – М.: Мир, 1989. – 477 с.

9. Бердичевский Л.С., Иоганзен Б.Г. Научные основы регулирования рыболовства и рациональной эксплуатации рыбных запасов // Теория формирования численности стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 98–112.

10. Иванов Б.Г. Географическое распространение северного шримса *Pandalus borealis* Kr. (Crustacea, Decapoda) // Труды ВНИРО. – 1972. – Т. 70. – С. 131–148.

11. Юрьев Д.Н., Жуковская Г.В. Сезонные изменения биологического состояния и репродуктивный цикл гребенчатой креветки *Pandalus hypsinotus* (Caridea, Pandalidae) в Татарском проливе // Изв. ТИНРО. – 2021. – Т. 201, вып. 3. – С. 547–560.

12. Шмигирилов А.П., Новомодный Г.В. Результаты мечения гребенчатой креветки *Pandalus hypsinotus* Brandt в Татарском проливе // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных: Сборник научных трудов / Под ред. Б.Г. Иванова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 227–235.

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

УДК 598.2:639.2.065

Ю.Б. Артюхин

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683024
e-mail: artukhin61@mail.ru*

КАК ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЛИЯЮТ НА ПРИЛОВ МОРСКИХ ПТИЦ В ТРАЛОВЫХ ОРУДИЯХ ЛОВА

На примере среднетоннажного траулера серийного проекта показано, что место расположения лебедки, наматывающей кабель прибора контроля трала, оказывает существенное влияние на частоту столкновений птиц с этим кабелем и, как следствие, на показатели гибели птиц в орудиях лова.

Ключевые слова: смертность морских птиц, прилов, траловый промысел минтая.

Yu.B. Artukhin

*Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683024
e-mail: artukhin61@mail.ru*

FEATURES OF FISHING EQUIPMENT AFFECT SEABIRD BYCATCH IN TRAWL GEAR

Using the example of a medium-tonnage trawler of the serial project, it is shown that the location of the winch winding the net sonar wire third cable has a significant impact on the frequency of seabird collisions with this cable and, as a result, on the bird mortality rates in fishing gear.

Key words: seabird mortality, bycatch, pollock trawl fishery.

С 2015 г. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН сотрудничает с НКО «Ассоциация добытчиков минтая» с целью изучения проблемы влияния тралового промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на состояние популяций морских птиц. Одним из аспектов программы исследований является изучение видоспецифичных особенностей взаимодействия птиц с траловыми орудиями лова в зависимости от конструкции судна и характера эксплуатации промышленного оборудования [1]. Как показали предыдущие исследования, выполненные в Охотском и Беринговом морях на крупнотоннажных траулерах типа БМРТ [2–4], наибольшую опасность для птиц представляет кабель, соединяющий прибор контроля глубины и степени раскрытия трала (измеритель глубины эхолотно-кабельный – ИГЭК), закрепленный на верхней подборе трала, с выводящей аппаратурой на ходовом мостике.

В 2022 г. работы по программе впервые продолжили на борту среднетоннажного траулера на промысле восточнокамчатского минтая в Петропавловско-Командорской подзоне и Северо-Курильской зоне. Наблюдения вели на СРТМ «Мыс Муравьева» (проект FVS-419 типа «Мыс Корсакова») в течение каждых судно-суток лова ($n = 43$) в период с 19 октября по 5 декабря. Для изучения закономерностей взаимодействия птиц с траловыми орудиями лова использовали методы, разработанные при выполнении подобных исследований в других районах Тихого океана, которые были успешно адаптированы в зимней Охотоморской минтаевой экспедиции и на промысле в Западно-Беринговоморской зоне [2–4]. Согласно методике за определенный промежуток времени проводили подсчет количества контактов птиц с тралом, ваерами (буксировоч-

ными тросами) и кабелем ИГЭК на всех стадиях промысловой операции (постановка, траление и выборка). Всего выполнено 328 сеансов наблюдений общей продолжительностью 134,0 ч (27,3% времени всех тралений).

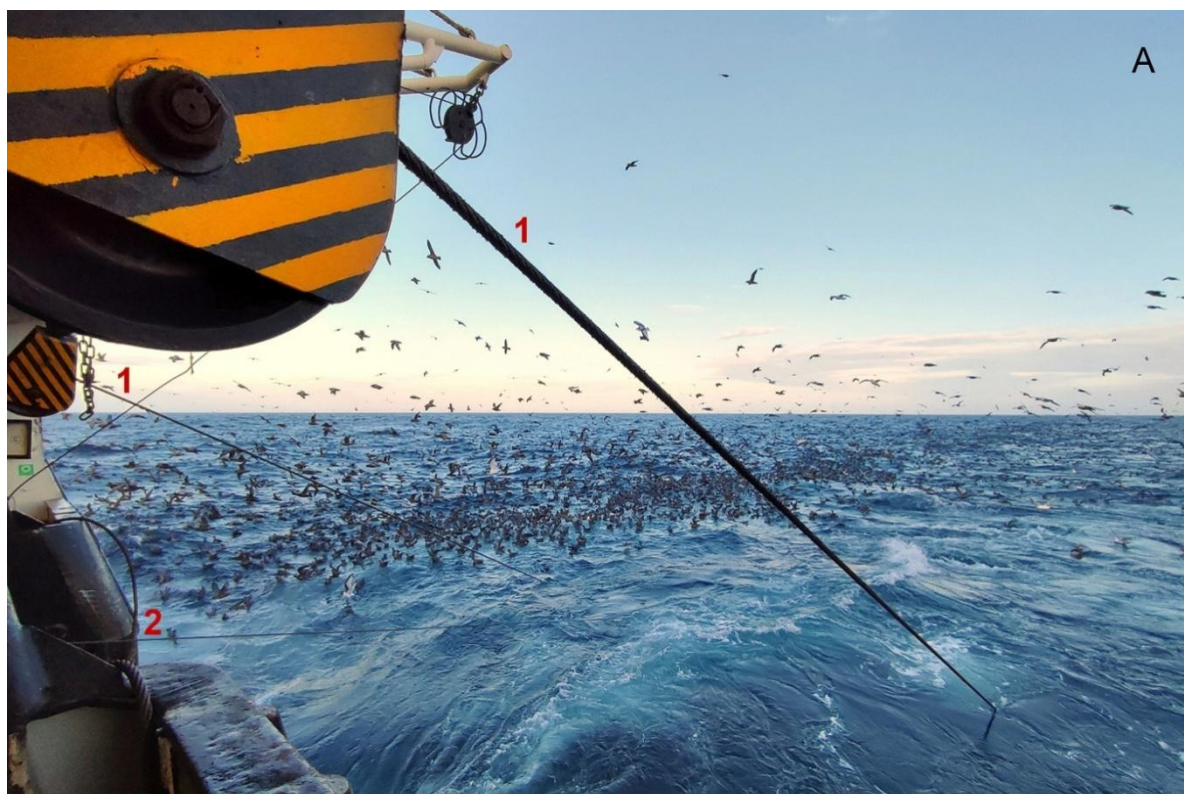
Конструктивной особенностью СРТМ «Мыс Муравьева» является наличие двух лебедок ИГЭК – основной и резервной – для намотки кабеля прибора контроля трала, которые в результате переоборудования судна принципиально различаются по месту размещения на палубе. Основная лебедка ИГЭК (модель СВЛ-4 российского производства) установлена под ходовой рубкой на нижнем мостике. Направляющий блок ее кабеля подвешен над слипом на высоте 4 м над уровнем моря, отчего кабель погружается в воду на расстоянии в среднем 12 м от кормы, т. е. практически на одной линии с 10-метровой зоной погружения ваеров. В связи с ее поломкой рыбаки были вынуждены временно использовать также запасную лебедку (модель Ibercisa Deck Machinery MCSE/75/3500-9,4 испанского производства), которая установлена на кормовом тралмейстерском мостике. Направляющий блок для нее закреплен на 2-метровой стреле на высоте 7 м над уровнем моря, отчего ИГЭК-кабель уходит в воду в среднем в 25 м от кормы – в 2,5 раза дальше ваеров (табл. 1, рисунок), что схоже с его положением на крупнотоннажных траулерах типа БМРТ [2]. В течение рейса на СРТМ «Мыс Муравьева» 57,3% времени всех тралений ($n = 167$) было выполнено с применением основной лебедки и 42,7% – с резервной.

Таблица 1

Характеристика тралового оборудования и особенности расположения ваеров и кабеля прибора контроля трала (ИГЭК) на СРТМ «Мыс Муравьева»

Характеристика	Модель (марка) / значение
Трал	«Gloria» 928 WB (разноглубинный), 77/63 м (донный)
Расстояние между ваерами, м	6,6
Расстояние от ваера до угла кормы, м	2,8
Высота расположения блока ваера на корме, м	5,2
Средняя дистанция от кормы до входа ваера в воду, м	10,0
Диаметр ваера, мм	28,0
Измеритель глубины эхолотно-кабельный (ИГЭК)	Simrad FS-70
Расстояние от кабеля ИГЭК до угла кормы, м	6,1
<i>Основная лебедка ИГЭК (установлена под ходовой рубкой на нижнем мостике)</i>	СВЛ-4 (Россия)
Высота расположения блока кабеля на корме, м	4,0
Расстояние от блока до среза кормы, м	-3,7
Средняя дистанция от кормы до входа кабеля в воду, м	12,0
Диаметр кабеля, мм	9,0
<i>Резервная лебедка ИГЭК (установлена на корме на тралмейстерском мостике)</i>	Ibercisa Deck Machinery MCSE/75/3500-9,4 (Испания)
Высота расположения блока кабеля на корме, м	7,0
Расстояние от блока до среза кормы, м	+2,0
Средняя дистанция от кормы до входа кабеля в воду, м	25,0
Диаметр кабеля, мм	11,0

За 328 сеансов наблюдений было зарегистрировано 4 323 контакта птиц с орудиями лова. Только 45 из них были с канатно-сетной частью и мешком трала, все остальные – с ваерами и ИГЭК-кабелем. Большинство столкновений случились с глупышами (*Fulmarus glacialis*) (74,6% контактов), численность которых вблизи кормы была на порядок выше, чем у остальных видов птиц. Глупыши постоянно формировали крупные плотные группы в зонах погружения в воду ваеров, а при использовании запасной лебедки – и кабеля прибора контроля трала. На долю тонкоклювых буревестников (*Puffinus tenuirostris*) приходится 23,1% контактов, а на всех чайковых (*Larus* spp., *Rissa* spp.) – лишь 2,2%. Из трех видов альбатросов, зарегистрированных около судна во время тралений, только у темноспинного альбатроса (*Phoebastria immutabilis*) отмечено шесть контактов с ИГЭК-кабелем (0,1%).



Расположение ваеров (1) и кабеля прибора контроля трала (2) при использовании основной (А) и резервной (Б) лебедок ИГЭК на СРТМ «Мыс Муравьева»

В отличие от крупнотоннажных траулеров, где на всех стадиях промысловых операций наибольшую опасность для птиц представляет кабель прибора контроля трала, на СРТМ «Мыс Муравьева» чуть более половины (52,3%) всех контактов птиц произошло с ваерами, в основном с тем, что расположен с правого борта, откуда происходит основной слив отходов обработки уловов из рыбозавода. Это закономерно, так как при использовании базовой лебедки ИГЭК-кабель

фактически прикрыт ваерами с обеих сторон и таким образом находится в зоне недосягаемости для птиц. Подавляющее большинство столкновений с кабелем прибора контроля трала произошло во время тралений с расположенной на корме резервной лебедкой, что наглядно подтверждают статистически достоверные результаты показателя частоты контактов для всех групп птиц, отмеченных во время сеансов наблюдений (табл. 2).

Таблица 2

Различия средних значений частоты столкновений птиц (контактов/ч) с кабелем прибора контроля трала на стадии траления в зависимости от расположения основной (под рубкой) и резервной (на корме) лебедок ИГЭК на СРТМ «Мыс Муравьева» на промысле минтая в Петропавловско-Командорской подзоне и Северо-Курильской зоне в позднеосенний период 2022 г.

Вид / группа	Расположение лебедки ИГЭК				Kruskal-Wallis test
	под рубкой (n = 105)		на корме (n = 62)		
	М	SE	М	SE	
Глупыши <i>Fulmarus glacialis</i>	2,16	1,02	40,30	5,99	$H = 119,375; df = 1; p < 0,005$
Буревестники <i>Puffinus tenuirostris</i>	0,32	0,14	16,42	2,40	$H = 106,887; df = 1; p < 0,005$
Чайковые <i>Larus spp., Rissa spp.</i>	0,08	0,04	0,97	0,26	$H = 18,512; df = 1; p < 0,005$

За весь период исследований в орудиях лова зафиксирована гибель 110 особей морских птиц, относящихся к шести видам. При этом 85 случаев (77,3%) зарегистрированы во время тралений с использованием резервной лебедки прибора контроля трала, когда количество контактов птиц с ИГЭК-кабелем существенно возросло. У самых массовых видов – глупышей и буревестников – разница в показателях смертности при тралениях с основной и запасной лебедками оказалась статистически значимой (Kruskal-Wallis test: для глупышей $H = 6,927, df = 1, p < 0,05$; для буревестников $H = 12,440, df = 1, p < 0,005$).

Таким образом, благодаря конструктивным особенностям, на СРТМ серийных проектов ИГЭК-кабель погружается в воду близко от кормы на одном уровне с ваерами и потому не представляет такой опасности для птиц, как на крупнотоннажных траулерах. С точки зрения сокращения гибели птиц в орудиях лова на судах данного типа нет необходимости использования дополнительных приспособлений, разработанных в результате экспериментальных исследований [5, 6].

Литература

1. Артюхин Ю.Б. Морские птицы и траловый промысел минтая в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне // VIII Дружининские чтения: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 300-летию Российской академии наук, 55-летию Института водных и экологических проблем ДВО РАН, 60-летию заповедников в Приамурье (Хабаровск, 4–6 октября 2023 г.). – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2023. – С. 251–253.
2. Артюхин Ю.Б. Особенности взаимодействия морских птиц с траловыми орудиями лова // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 197. – С. 219–232.
3. Артюхин Ю.Б. Взаимодействия морских птиц с орудиями лова на промысле минтая и сельди в Охотском море в зимне-весенний период 2020 г. // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2021. – № 57. – С. 44–53.
4. Артюхин Ю.Б. Взаимодействия морских птиц с орудиями лова на траловых промыслах минтая и кальмара в северо-западной части Берингова моря в безледный период // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 98–109.
5. Reducing seabird strikes with trawl cables in the pollock catcher-processor fleet in the eastern Bering Sea / E.F. Melvin, K.S. Dietrich, S. Fitzgerald, T. Cardoso // Polar Biology. – 2011. – Vol. 34. – P. 215–226.
6. Артюхин Ю.Б. Мировой опыт сокращения смертности морских птиц на траловых промыслах и возможности его использования в российских условиях // Русский орнитологический журнал. – 2019. – Т. 28, № 1802. – С. 3531–3542.

УДК 639.05(262.54)

П.А. Балыкин, С.С. Савицкая

*Южный научный центр РАН,
Ростов-на-Дону, 344006
e-mail: Balykin.pa@rambler.ru*

НЕОБХОДИМОСТЬ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО РАЙОНИРОВАНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

В связи с изменением статуса Азовского моря, которое стало внутренним морем России, предлагается рассмотреть вопрос о его рыбопромысловом районировании. Это предложение иллюстрируется сведениями из научной литературы об отличиях величины и видового состава уловов в разных частях Азовского моря и собственными данными о линейном и весовом росте пиленгаса.

Ключевые слова: Азовское море, пиленгас, рыболовство.

P.A. Balykin, S.S. Savitskaya

*Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Rostov-on-Don, 344006
e-mail: Balykin.pa@rambler.ru*

NECESSITY FOR FISHERY ZONATION OF THE SEA OF AZOV

The change in the status of the Azov Sea that recently has become the inland sea of Russia raised the issue of its fishery zonation. This proposal is illustrated by information from the scientific literature on the differences in the size and species composition of catches in different parts of the Sea of Azov and our own data on the linear and weight growth of the redlip mullet.

Key words: Azov Sea, redlip mullet, fishery.

Азовское море выделяется рыбопродуктивностью. Суммарные запасы местных рыб поднимались до 1 300 тыс. тонн [1], а годовые уловы – до более чем 300 тыс. тонн. Однако такие показатели наблюдались в прошлом столетии, поскольку значительный урон рыбным запасам принесло деление акватории после распада СССР между Российской Федерацией и Украиной. В 1990-х и 2000-х годах Азовское море по условиям соглашения в сфере рыболовства от 1993 г. и двухстороннего договора, заключенного в 2003 г., разделялось на зоны ответственности России и Украины (в пропорции примерно 2/3). Украинско-Российская комиссия по рыболовству ежегодно рассматривала результаты научных работ по оценке рыбных ресурсов и утверждала правила промышленного рыболовства, а также возможные объемы вылова разных рыб.

Поскольку после 2022 г. Азовское море полностью стало внутренним морем России, в настоящее время проблемами промышленного рыболовства будут заниматься региональные органы и институты Росрыболовства. Соответственно, стала очевидна необходимость разработки предложений по рациональному ведению промысла и возможным мерам для оптимальной эксплуатации рыбных ресурсов, что и явилось *целью настоящей работы*.

В составе ихтиофауны Азовского моря промысловую значимость имеют около 40 видов рыб, из них достаточно важными для рыболовства считаются 25. Исходя из своеобразия хода промысла и применяемых орудий лова, в Азовском море выделяли следующие рыбопромысловые районы [2]:

Азовско-Донской район: восточная часть Таганрогского залива до границы с Краснодарским краем и Украиной и р. Дон в ее нижнем течении.

Азовско-Кубанский район: южное побережье Таганрогского залива до границы Ростовской области, восточная часть Азовского моря, нижнее течение Кубани и кубанские лиманы.

Азовско-Украинский район: северная часть Таганрогского залива к западу от границы Ростовской области и прибрежные воды Азовского моря до границ Крымской области (Тонкий пролив у г. Геническа).

Азовско-Крымский район: Керченский пролив и Азовское побережье от Тонкого до Керченского пролива.

Особо значимы для рыболовства районы уловы проходных и полупроходных рыб. В Азовско-Донском районе добывали основную массу леща (90%) и чехони (84%), в Азовско-Кубанском – тарани (97%) и судака (84%). В Азовско-Украинском, в том числе в Таганрогском заливе, пользующиеся спросом виды рыб ловились в меньшем объеме. Здесь их уловы уступают таковым Азовско-Донского района в девять, а Азовско-Кубанского – в 16 раз. В Азовско-Крымском районе из ценных рыб добывали только сельдь [2].

Поскольку ранее отходившая Украине часть Азовского моря была больше таковой России, украинские уловы превышали российские. Так, в 2004–2008 гг. Украиной добывалось в Азовском море от 27 до 30,7 тыс. тонн рыбы (в среднем 28,7 тыс. тонн) [3]. Российские уловы в данный период равнялись в среднем 17,2 тыс. тонн.

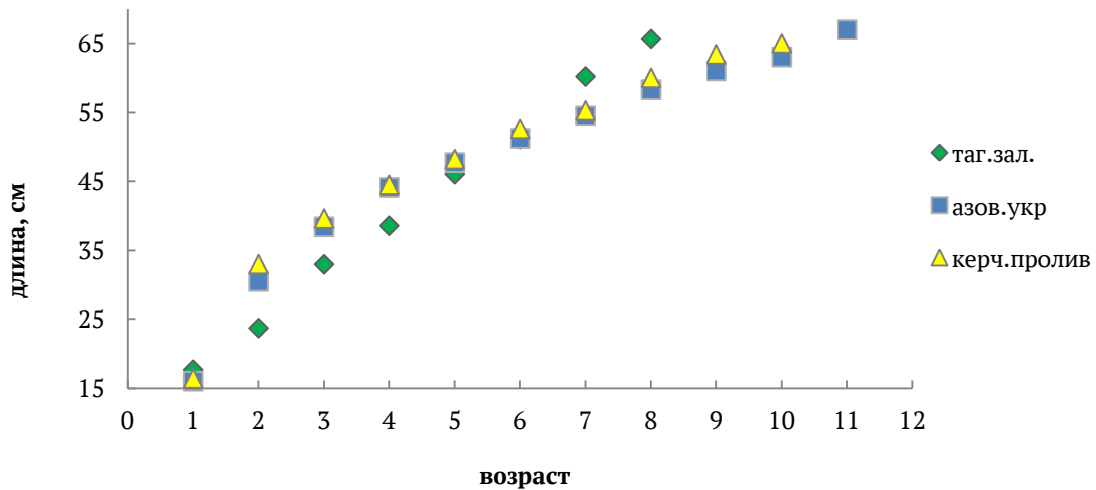
Отличались не только суммарная добыча, но и видовой состав вылавливаемой рыбы. Например, в 2004–2008 гг. уловы обеих стран приблизительно на 80% представлены хамсой, тюлькой и бычками. В российских уловах наиболее значимым объектом промысла была тюлька (51%), а в украинских – бычки (35%). Доли пиленгаса и хамсы также заметно выше в уловах Украины [4].

Описанные в научной литературе факты свидетельствуют об отличиях рыбопродуктивности разных районов Азовского моря. Самая значимая тенденция проявляется в переменах в направлении от центра моря к побережью в сторону увеличения [5]. Ихтиофауна центральной части Азовского моря представлена в основном видами средиземноморского происхождения. Наиболее многочисленны из них тюлька, хамса и атерина. Из донных рыб выделяются бычки, которых встречается 10 видов [6]. Биологическое разнообразие ихтиофауны в разных районах Азовского моря отличается [7].

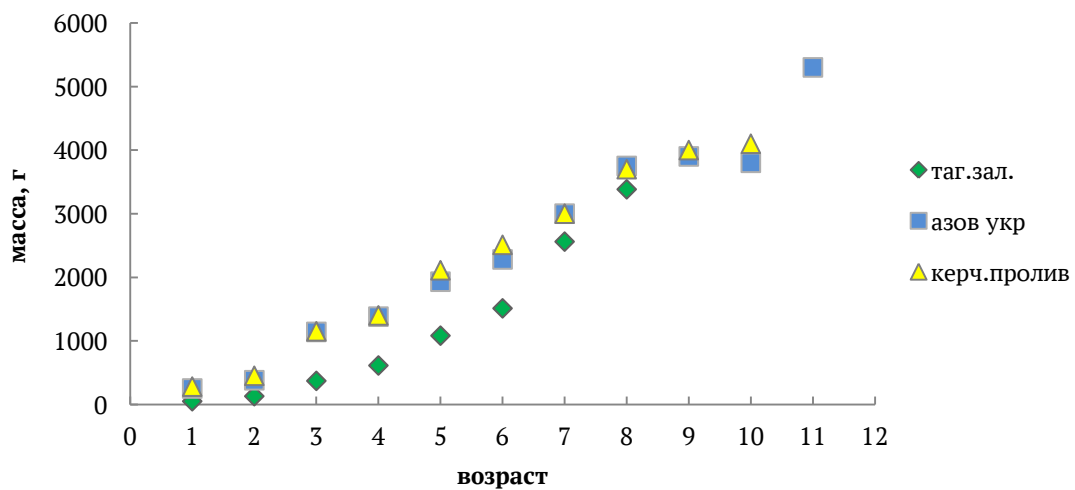
Почти ничего не сообщается о внутривидовых группировках видов рыб Азовского моря, но соотношение уловов одних и тех же промысловых объектов в разных его регионах [2] показывает, что они существуют и отличаются по величине запасов. Если сравнить биологические показатели рыб из разных частей Азовского моря, это будет продвижением по пути познания внутривидовой структуры рыб.

В доступных нам научных публикациях удалось найти только статью о биологическом состоянии вида-вселенца пиленгаса в 2007–2008 гг. в различных акваториях Азовского моря, находившихся под украинской юрисдикцией [8]. Автором было подвергнуто исследованиям 520 шт. пиленгаса из украинских вод Азовского моря и 120 – из Керченского пролива. Сотрудниками ЮИЦ РАН в данные годы были изучены биологические показатели 1 547 и 1 292 экз. пиленгаса из восточной части Таганрогского залива [9]. Длина и масса по возрастным группам для исследованных особей приводятся на рисунке.

В целом диаграммы демонстрируют слабые отличия средней длины и массы особей пиленгаса из украинских (т. е. в юрисдикции до 2022 г.) вод Азовского моря и Керченского пролива, однако отметим, что особи из Таганрогского залива в большинстве возрастных групп отличались меньшими размерами (рисунок). По массе особи из Таганрогского залива значительно уступают рыбам из двух других районов во всех рассматриваемых возрастных группах. Следовательно, линейный и весовой рост пиленгаса в различных районах Азовского моря отличаются. В целях оценки достоверности различий биопоказателей использовали Т-критерий (критерий Стьюдента) [10], значения которого представлены в таблице. Таким образом, наши расчеты показали достоверность выявленных отличий с позиций математической статистики.



а



б

Средние длина (а) и масса (б) разновозрастного пиленгаса из разных районов Азовского моря (таг. зал – Таганрогский залив, азов. укр – украинские воды Азовского моря, керч. пролив – Керченский пролив)

Значения критерия Стьюдента при сравнении средних длины и массы пиленгаса

Сравниваемые выборки	Значения критерия для длины/ для массы	Пороговое значение для 95% вероятности
Таганрогский залив – украинская часть Азова	8,43/4,07	2,37
Таганрогский залив – Керченский пролив	8,61/4,24	2,37

Полученные нами результаты соответствуют мнению других исследователей, выделяющих у пиленгаса Азовского моря пять субпопуляций [11].

Указанные обстоятельства (различия в видовом составе ихтиофауны и рыбопродуктивности различных регионов Азовского моря) обуславливают необходимость разработки схемы промыслового районирования этого водоема на основе современных знаний, в том числе – биологии

и популяционного состава промысловых гидробионтов. В целом необходима Программа развития рыбного хозяйства Азовского моря, в которой следует учесть и интересы других отраслей, таких, как водный транспорт и санаторно-курортное обеспечение [12].

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 122020100328-1.

Литература

1. Куранова И.И., Моисеев П.А. Промысловая ихтиология и сырьевая база рыбной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 152 с.
2. Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. – М.: Ростиздат, 1973. – 192 с.
3. Солод Р.А. К вопросу об оптимизации мер регулирования промысла пиленгаса в Азовском море // Рибогосподарська наука України. – 2009. – № 3. – С. 50–54.
4. Современное состояние, ресурсы рыболовства и перспективы развития аквакультуры в Азовском море / П.А. Балыкин, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина, А.В. Старцев // Фундаментальные исследования, инновационные технологии и передовые разработки в интересах долгосрочного развития Юга России: Материалы Междунар. науч. форума, посвящ. 20-летию ЮНЦ РАН. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2023. – С. 214–219.
5. Тамайчук А.Н. Региональные особенности биопродуктивности Азовского моря // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: ДГТУ, 2010. – Т. 1, ч. 1. – С. 106–111.
6. Селиванова Е.П. Питание бентосоядных рыб и обеспеченность их кормом в Азовском море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов н/Д.: АзНИИРХ, 2000. – С. 109–114.
7. Экологический Атлас. Черное и Азовское моря. – М.: Фонд «НИР», 2019. – 464 с.
8. Коркош В.В. Некоторые особенности возраста и темпа роста пиленгаса (*Mugil soiu* Basilewsky) в Азово-Черноморском бассейне // Труды ЮГНИРО. – 2009. – Т. 47. – С. 99–103.
9. Балыкин П.А., Старцев А.В. Некоторые особенности биологии пиленгаса в Таганрогском заливе // Труды ВНИРО. – 2017. – Том 166. – С. 72–80.
10. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. – 152 с.
11. Дирипаско О.А. Популяционная структура пиленгаса *Liza haematocheila* (Mugiliformes, Mugilidae), акклиматизированного в бассейне Азовского моря // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47, № 4. – С. 467–474.
12. Грищенко Н. К каким переменам приведет изменение статуса Азовского моря // Российская газета. – 2022. – № 8889. – URL: <https://rg.ru/2022/10/25/reg-ufo/k-kakim-peremenam-privedet-izmenenie-statusa-azovskogo-moria.html> (дата обращения: 27.12.2022).

УДК 338 (470-321.3)

С.С. Вопиловский

*Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина,
Апатиты, 184209
e-mail: simonovich.63@yandex.ru*

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ

Представлен анализ показателей деятельности рыбохозяйственного комплекса России, аналитический обзор востребованных видов свежемороженой рыбы в Северо-Западном регионе, взаимосвязь доходов населения и потребление рыбы и рыбной продукции в стране. Подчеркивается первостепенная роль научного сопровождения рыбной отрасли в успешной реализации генеральных целей, достижении поставленных задач. На основе оценки современных международных отношений, складывающихся с недружественными странами, сделано рассуждение об открытии новых логистических маршрутов и расширение географии поставок рыбы и рыбной продукции в африканские и латиноамериканские страны, страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Определено, что строительство и ремонт рыбопромыслового флота в современных условиях вызывает обеспокоенность государственных структур и рыбопромышленного бизнес-сообщества. Рассмотрены меры государственной поддержки судостроительных заводов страны, сделано предложение по созданию судоремонтного кластера в Арктической зоне РФ. *Цель исследования* заключается в оценке влияния экономических факторов на развитие рыбной отрасли в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: экономика, рыбная отрасль, продовольственная безопасность, рыбохозяйственная наука, рыбопромысловый флот, государственная поддержка.

S.S. Vopilovskiy

*Luzin Institute for Economic Studies,
Apatity, 184209
e-mail: simonovich.63@yandex.ru*

ECONOMIC ASPECTS OF THE FISHERY INDUSTRY DEVELOPMENT OF THE NORTH-WESTERN FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA

An analysis of the performance indicators of the Russian fishery complex, an analytical review of the popular types of fresh frozen fish in the North-West region, the relationship between population income and the consumption of fish and fish products in the country are presented. The primary role of scientific support of the fishing industry in the successful implementation of general goals and achievement of assigned tasks is emphasized. Based on an assessment of modern international relations developing with unfriendly countries, a discussion has been made about the opening of new logistics routes and the expansion of the geography of supplies of fish and fishery products to African and Latin American countries, countries of the Asia-Pacific region. It has been determined that the construction and repair of the fishing fleet in modern conditions is of concern to government agencies and the fishing business community. Measures of state support for the country's shipbuilding plants were considered, and a proposal was made to create a ship repair cluster in the Arctic zone of the Russian Federation. The purpose of the study is to assess the influence of economic factors on the development of the fishing industry in ensuring the country's food security.

Key words: economics, fishing industry, food security, fisheries science, fishing fleet, government support.

В ходе реализации Доктрины продовольственной безопасности РФ¹, Госпрограммы «Развитие рыбохозяйственного комплекса»², Приказа Министерства здравоохранения «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»³, №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»⁴, реализации программы инвестиционных квот активно осуществляется добыча и переработка уловов на территории России, вырос уровень самообеспечения внутреннего рынка рыбной продукции, созданы условия для увеличения вылова и экономической эффективности промысла.

Февральские события 2022 г. внесли определенные вызовы: под санкциями оказались технологическая составляющая в оснащении рыболовного флота; экспортная ориентация рыбопромышленных компаний; судоремонт и др.

В Министерстве сельского хозяйства отмечают сбалансированность рынка рыбной продукции, по итогам 2022 г. потребление рыбы и рыбопродуктов в стране составило 22,6 кг на человека при рекомендованной норме потребления рыбопродуктов 22 кг/год/человека⁵, разработанной в целях укрепления здоровья детского и взрослого населения. Обеспечение рыбой и рыбной продукцией отечественного производства в 2021 г. составило более 153,2%, что в 1,8 раза выше порогового значения, представленного в Доктрине: «поддержание уровня самообеспечения рыбой и рыбопродуктами (в живом весе – весе сырца) не менее 85% в год». В табл. 1 представлена динамика ключевых показателей деятельности рыбной отрасли.

Таблица 1

Ключевые показатели деятельности рыбной отрасли в 2018–2021 гг.

Год	Добыча (вылов) водных биологических ресурсов без изъятия товарной аквакультуры, тыс. тонн	Уровень самообеспечения рыбой и рыбопродуктами (в живом весе – весе сырца) %	Потребление рыбы и рыбопродукции в домашних хозяйствах в среднем на потребителя, кг
2018	5 054	159	21,7
2019	4 983	153	21,9
2020	4 997	160,7	20,0
2021	5 069	153,2	22,4

Примечание. Составлено автором по материалам исследования.

В целом рыбная отрасль в 2022 г. проявила способность своевременно адаптироваться к изменяющимся условиям политического и экономического характера, наладить устойчивое производство, сбыт и финансовую составляющую. Оборот профильных предприятий увеличился на 8% и достиг 866 млрд руб., поступление в федеральный бюджет составило около 63 млрд руб. [1].

По предварительным итогам общий объем добычи ВБР в 2022 г. составил – 4,88 млн тонн. В российских рыбохозяйственных бассейнах добыто: Дальневосточный – 3, 49 млн тонн; Северный – 527,6 тыс. тонн; Западный – 81,6 тыс. тонн; Азово-Черноморский – 44,7 тыс. тонн; Волжско-Каспийский – 96,2 тыс. тонн; в исключительных экономических зонах иностранных государств, конвекционных районах и открытой части Мирового океана – 577 тыс. тонн [2].

¹ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. 21.01.2020. <https://mcs.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf>

² Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» (с изменениями и дополнениями)» <https://base.garant.ru/70644222/>

³ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» от 12.09 2016. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/>

⁴ Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 N 166-ФЗ https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/

⁵ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» от 12.09 2016. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/>

Объемы добычи ВБР сохраняются последние несколько лет на уровне 5 млн тонн, что позволяет России входить в ТОП-5 главных рыболовных стран мира⁶, а по потреблению рыбной продукции наша страна далека от мировых лидеров. Цена является основополагающим фактором, ограничивающим покупку рыбы. Более 80% населения страны рыбу или рыбную продукцию покупают каждый месяц, а 30% россиян отказываются от ее покупки из-за высокой стоимости⁷. Устойчивый спрос отмечается на следующие виды рыбы: скумбрия – 33%, сельдь – 32%, горбуша – 27%, форель – 25%, семга – 21%, минтай – 20%.

Аналитический обзор оптового рынка некоторых востребованных видов свежемороженой рыбы в г. Мурманске и Санкт-Петербурге за январь 2022 г. и период январь – июнь 2023 г. показывает, что: 1) цены января 2022 г. и января 2023 г. имеют незначительную девиацию, сравнительные отклонения цены в сторону “+” и “-” имеют незначительные пределы, а более высокая цена января 2022 г. на валютные виды рыбы – треску, сельдь, скумбрию – определена экспортной составляющей; 2) цены за период январь – июнь 2023 г. показали незначительный рост, что обусловлено или активным спросом, или ограничением объемов на складе данной продукции, исключение составило повышение цен на семгу, что обусловлено прекращением поставок из Норвегии и высоким валютным курсом [3]. В табл. 2 представлен обзор оптовых цен на свежемороженую рыбу в г. Мурманске Северо-Западного федерального округа.

Таблица 2

Обзор оптовых цен на свежемороженую рыбу в г. Мурманске

Продукция	Размерный ряд	Страна происхождения	Январь 2022 г. Цена с НДС, руб.		Январь 2023 г. Цена с НДС, руб.		Июнь 2023 г. Цена с НДС, руб.		Отклонение июнь – январь 2023, руб.
			от	до	от	до	от	до	
Треска с/м потр. б/г	1 000–2 000	Россия	295	315	265	275	300	300	+25
Пикша потр. б/г	500–1 000	Россия	195	210	165	167	185	190	+23
Зубатка пестрая б/г	1 000–3 000	Россия	235	255	210	220	255	255	+5
Зубатка полосатая	1 000–3 000	Россия	175	185	140	145	170	170	+25
Палтус	1 000–2 000	Россия	505	515	580	600	595	595	-5
Сельдь	300+	Россия	130	137	98	105			-
Скумбрия	300+	Россия	250	265	240	260			-

Рыбохозяйственная наука является главным двигателем в успешной реализации основных целей и задач отрасли. В частности, только обновление научно-исследовательского флота создаст задел новым ресурсным исследованиям, повысит конкурентоспособность отечественного научного флота, обеспечит дополнительную загрузку российских судостроительных верфей. В планах Правительства РФ на ближайшие четыре года на обновление НИСов выделить 23 млрд руб. (справочно, в 2020 г. на создание двух научно-исследовательских судов было направлено 28 млрд руб., в 2021 г. – состоялась закладки киелей этих судов). Строительство рыболовческого научного флота реализуется в рамках Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ⁸.

Российские ученые осуществляют тесное сотрудничество с международными научными институтами. Так, по данным института морских исследований Норвегии, в северо-восточной части Арктики рекомендовано снизить квоту на вылов трески в Баренцевом море на 2024 г., тем самым сократив общий допустимый улов (ОДУ) до 453,427 тыс. тонн, (в 2023 г. – 573 784 тыс. тонн, в 2022 г. – 715 480 тыс. тонн).

⁶ Главные рыболовные страны мира (Россия в топ-5). <https://dzen.ru/a/Y8rCy0IEN0exSPFP>

⁷ Аналитический центр НАФИ. «Россияне и рыба: выбор, покупка, потребление рыбы, рыбных изделий и морепродуктов» 06.12.2022. <https://nafi.ru/analytics/rossiyane-i-ryba-vybor-pokupka-i-potreblenie-ryby-rybnykh-izdeliy-i-moreproduktov/>

⁸ Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/>

Тенденция снижения ОДУ и распределения национальных квот отрицательно воздействует на экономическую деятельность рыбодобывающих и рыбообработывающих компаний Северного бассейна, что, несомненно, является внешнеэкономическим фактором воздействия на стабильную работу российского РХК [4].

В результате деятельности ученых-исследователей выполняется ряд направлений: экономическое – «оптимизация расходов» сочетается с «минимизацией потерь»; экологическое – защита окружающей среды; и главное, является залогом продовольственной безопасности страны [5, 6].

Объем российского экспорта рыбы и морепродуктов в 2022 г. увеличился в сравнении с 2021 г. и составил 2,3 млн тонн, тем не менее в денежном выражении экспорт снизился до 6,1 млрд долл. США, причиной разнонаправленной динамики является снижение цен на основные виды экспортируемых ВБР, что обусловлено высокими рисками санкций для участников рыбного рынка. Основными импортерами российской продукции остаются Китайская Народная Республика, Республика Корея, Япония, Нидерланды и Германия. Текущие отношения с Европейским Союзом (ЕС) не ограничили поставки российской рыбы и рыбной продукции на рынок ЕС, в 2022 г. объемы увеличились на 18,7% и составили 198,8 тыс. тонн.

Стабильность и прочность работы отрасли обеспечивает рыбопромысловый флот – он является гарантом экономического и социального развития всех заинтересованных лиц. В настоящее время отечественный рыбопромысловый флот работает в штатном режиме в российских водах и за пределами экономической зоны России. Тем не менее состояние рыбопромыслового флота (износ и старение) вызывает беспокойство уже не один десяток лет у рыбаков, промышленников и управленцев [7].

Владея информацией по вопросам обеспечения судостроителей СКО, федеральный центр совместно с бизнесом определил наиболее критические позиции судового оборудования, подлежащего первоочередному замещению. Оперативно запустили механизм предоставления субсидий для стимулирования деятельности российских промышленных организаций на выполнение работ по разработке СКО в рамках реализации комплексного проекта с учетом реконструкции производства и реализации полученной продукции. В планах затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) по СКО возместить компаниям в размере 80%. Конкурс на получение субсидий проводит Министерство промышленности и торговли РФ, объем финансирования в 2022 г. составил 7 млрд руб., в 2023 г. – 14 млрд руб.

Отечественный судоремонт по тем же причинам нуждается в комплексном решении вопросов обеспечения СКО и запасных частей, которые возможно реализовать при тесном развитии судостроения и всех смежных отраслей, и поддержке государства [8].

Современные мощности судоремонта портов Мурманск и Архангельск, включая незакрытые порты севера Норвегии, позволяют обслуживать до 80% флота с пропиской Мурманска и Архангельска. Дефицит судоремонтных работ в 20% сказывается на рентабельности рыбодобывающих и перерабатывающих компаний, суда отправляются на ремонт в порты Калининград и Санкт-Петербург, что увеличивает срок и стоимость ремонтных работ, сокращает промышленное время судна. Объем судоремонтных работ с подъемом судна составляет порядка 100 промежуточных и 100 очередных освидетельствований в год.

Государственными органами управления актуализированы планы на ближайшие пять лет по строительству отечественного гражданского флота с привлечением средств Фонда национального благосостояния (ФНБ). Общий объем инвестиций составляет 231 млрд руб., средства ФНБ – 136 млрд руб. Заказчиком на постройку судов выступает Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК), суда будут переданы компаниям в лизинг на срок до 25 лет, ставка для рыбопромысловых судов составит 4,51% [9].

Рыбная отрасль занимает важное место в российском агропромышленном комплексе. Несмотря на устойчивость и быструю адаптацию к сложившимся условиям работы, вынуждена наращивать дополнительные объемы добычи и переработки ВБР для обеспечения населения страны качественной и полезной рыбной продукцией, что является необходимым условием выполнения Доктрины продовольственной безопасности РФ. При анализе экономических факторов влияния в РХК на выполнение Доктрины и других стратегических планов страны просматривается их взаимосвязь – как внешних, так и внутренних. Стабильность работы рыбной

отрасли, рост заработной платы, новые высокотехнологичные суда и другие социально-экономические факторы вызывают интерес и желание у молодых специалистов работать в отрасли, растет интерес к морским профессиям в образовательных организациях.

Литература

1. *Васильев А.М., Лисунова Е.А.* Доктрина продовольственной безопасности в системе обеспечения населения продуктами питания // ЭКО. – 2022. – № 6. – С. 51–66. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2022-6-51-66.
2. *Александрова М.А., Карельский В.Ф.* Экологические рыбные промыслы России – надежный потенциал государственной безопасности // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 3–8.
3. Мониторинг цен на рыбу мороженую на внутреннем рынке. Анализ динамики, определение факторов изменения / *К.В. Колончин, О.И. Бетин, Г.А. Волошин, М.А. Горбунова* // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22, № 3. – С. 97–110.
4. *Салтыков М.А., Образцова Е.Ю.* Оценка конкуренции в рыбной промышленности Дальневосточного Федерального округа на основе анализа квот // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2020. – № 51. – С. 88–109.
5. *Wegren S., Nilssen F.* Russia's Role in the Contemporary International Agri-Food Trade System. Cham. Publ.: Palgrave Macmillan, 2022. – P. 343. DOI: 10.1007/978-3-030-77451-6.
6. *Wegren S., Nilssen F., Elvestad C.* The impact of Russian food security policy on the performance of the food system // Eurasian Geography and Economics. – 2016. – Vol. 57, iss. 6. – P. 671–699. DOI: 10.1080/15387216.2016.1222299.
7. *Вопиловский С.С.* Реновация рыбопромыслового флота России // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2020. – № 3. – С. 53–70.
8. *Турчанинова Т.В., Храпов В.Е.* Цифровая трансформация частных судоремонтных предприятий Мурманской области: проблемы и перспективы. – Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2022. – 151 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.463.1.
9. *Шик О.В.* Влияние государственной поддержки на сельскохозяйственных производителей и потребителей России // Вопросы экономики. – 2023. – № 4. – С. 67–84. DOI:10.32609/0042-8736-2023-4-67-84.

УДК 332.1

С.А. Кравцов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: СУЩНОСТЬ И РОЛЬ В РАЗВИТИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

В статье исследуется ключевая роль экономической политики в стимулировании рыбохозяйственной отрасли. Обсуждается ориентированность на целеполагание, с акцентом на эффективное использование ресурсов налогоплательщиков. Также подчеркивается важность стремления к повышению качества жизни и благосостояния общества как определяющей цели любой экономической политики. Описываются практики некоторых стран, таких как Исландия, Чили и США, в управлении своими рыбохозяйственными отраслями. В завершение обсуждаются перспективы и возможные направления развития рыбководства в условиях устойчивого использования ресурсов.

Ключевые слова: экономическая политика, государственное регулирование, целеполагание, благосостояние общества, качество жизни, инвестиционные квоты.

S.A. Kravtsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

ECONOMIC POLICY: ESSENCE AND ROLE IN THE DEVELOPMENT OF THE FISHERIES COMPLEX

The article examines the key role of economic policy in stimulating the fisheries industry. Goal orientation is discussed, with an emphasis on the efficient use of taxpayer resources. It also emphasizes the importance of striving to improve the quality of life and well-being of society as the defining goal of any economic policy. The practices of some countries, such as Iceland, Chile and the United States, in managing their fisheries industries are described. Finally, prospects and possible directions for the development of fish farming in conditions of sustainable use of resources are discussed.

Key words: economic policy, government regulation, goal setting, welfare of society, quality of life, investment quotas.

Экономическая политика представляет комплекс мер и действий, направленных на регулирование экономических процессов в государстве, являясь также ключевым инструментом государственного управления макроэкономикой, реализуемая для достижения определенных целей и конкретных экономических эффектов.

Экономическая политика направлена на регулирование процессов, протекающих в экономике страны, и включает в себя контроль над ценами, кредитными и налоговыми ставками, инфляцией и другими экономическими показателями. Необходимо отметить, что экономическая политика может вызывать как положительные, так и отрицательные эффекты.

Если говорить про отрицательные эффекты, то они могут выражаться в следующих проявлениях:

1. Высокие налоги ограничивают развитие бизнеса и затрудняют инвестирование в экономику, что отражается на скорости экономического развития.

2. Увеличение дифференциации доходов между наиболее и наименее обеспеченными группами населения, что приводит к росту бедности и социальной напряженности.

3. Рост инфляции подрывает покупательную способность населения и снижает уровень и качество жизни.

4. Неэффективное, некомпетентное управление экономикой, несвоевременное принятие важных государственных управленческих решений приводит к возникновению кризисов и рецессий.

5. Коррупция в экономической политике подрывает доверие к правительству, бизнесу, что также затрудняет инвестирование в экономику и развитие в целом.

Одно из основных направлений экономической политики – это стимулирование экономического роста. С этой целью государство использует различные механизмы, такие как инвестиции в фундаментальные научные исследования, формирование благоприятного инвестиционного климата, поддержка малого и среднего бизнеса, протекционизм, стимулирование экспорта и другие меры.

Необходимо отметить, что экономическая политика является сложным процессом, с огромным количеством нюансов, которые требуют постоянного анализа и корректировки. В научных исследованиях многие ученые, как российские, так и западные, обращают внимание на необходимость обеспечения сбалансированности применения различных мер экономической политики.

Профессор Н.П. Молчанова в своей работе говорит о том, что «экономическая политика имеет определенное концептуальное построение, основанное на нескольких составных частях (элементах), которые априори должны согласовываться и дополнять друг друга при анализе положения в экономике, изучении целей, рассмотрении их соответствия интересам системы, а также при исследовании применимости инструментов государственного регулирования» [1].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что основной принцип экономической политики заключается в формировании национальной стратегии долгосрочного развития на основе планирования и прогнозирования. Для прямой реализации данной политики механизмом выступает государственное управление, которое осуществляется путем использования различных методов государственного регулирования.

Доктор экономических наук, профессор В.А. Мау в своей статье отмечает, что «государственная программа стимулирования экономического роста должна быть четкой, концентрироваться на структурных преобразованиях и учитывать конкретные проблемы, присущие стране» [2].

В работе «Макроэкономика» профессор экономики Н. Грегори Мэнкью, преподаватель Гарвардского университета, подчеркнул важность связи макроэкономики с экономической политикой. Он отметил, что «макроэкономическое исследование необходимо не только для анализа экономических явлений, но и для совершенствования экономической политики. Использование методов кредитно-денежного и бюджетно-налогового регулирования государства может оказать сильное влияние на экономику в позитивном и негативном аспекте, а макроэкономисты могут помочь разработчикам экономической политики в оценке различных курсов действий» [3].

Для эффективного ведения экономической политики требуется системное мышление, которое учитывает множество аспектов, связанных с экономическим прогрессом и сложной структурой национальной экономики, включая разнообразие элементов, иерархическую структуру и природу подсистем.

Системное мышление базируется на принципах и нормах исследования явления как иерархически структурированной целостности и вносит важный вклад в экономическую политику.

Применение системного подхода в экономической политике дает возможность:

1. Разрабатывать глобальные стратегии экономического развития, учитывая взаимодействия между разными ее составляющими.

2. Определять факторы, способные вызвать негативные последствия при внедрении экономических решений, и принимать меры для обеспечения стабильного экономического роста.

3. Исследовать связи между экономическими индикаторами, такими как уровень инфляции, безработицы, доходы населения, уровень экономического роста, и принимать действия для их стабилизации.

Ключевой идеей экономической политики, основанной на целеполагании, является установление четких целей и задач для достижения оптимальных результатов с минимальным использованием ресурсов налогоплательщиков. Избранные цели и задания формируются, учитывая приоритеты государственного управления и его стремление к эффективному управлению экономическими процессами.

Тем не менее среди многочисленных целей современные ученые (Я. Тинберген, В. Ойкен, В.А. Пешехонов) сходятся во мнении, что главной задачей экономической политики должно быть повышение качества жизни и стремление к общественному благосостоянию.

А.С. Калманова в своей работе «Экономическая политика и социальное государство» говорит о том, что «основная цель экономической политики в социальной экономике заключается в заботе об оптимальном функционировании рыночного механизма с учетом социальных аспектов. Максимизация благосостояния общества и отдельных его членов выступает как высшая и общая цель экономической политики» [4].

«Индивиды, – писал Дж. Бьюкенен, – согласятся подчиниться принуждению со стороны государства только в том случае, если конечные результаты политического «обмена» отвечают их интересам» [5].

В современных условиях экономическая политика становится все более сложной и многогранной. Это связано с тектоническими изменениями экономики, появлением новых технологий, изменением потребительских предпочтений и другими факторами. В связи с этим государства должны постоянно анализировать экономическую ситуацию и корректировать свою экономическую политику в соответствии с ускоряющимся изменением условий.

Один из российских экономистов, доктор экономических наук, профессор М.В. Ершов, в своей работе «Актуальные направления экономической политики» отмечает, что «долгосрочные задачи также требуют проведения более активной экономической политики с использованием денежно-кредитных, бюджетных, валютных рычагов, налоговых и внешнеторговых инструментов». При этом они должны быть задействованы как составные элементы единого механизма, ориентированного на решение важнейших стратегических задач [6].

Рыбохозяйственный комплекс имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при разработке экономической политики государства. Рыбохозяйственная деятельность – один из важнейших видов экономической деятельности в России.

Рыбохозяйственный комплекс играет важную роль в экономике и обеспечении продовольственной безопасности населения во многих странах мира. Это отрасль, которая требует постоянного научно-технического развития и экономической поддержки со стороны государства.

В экономике страны роль рыбохозяйственного комплекса постоянно возрастает. В 2022 г. на программу по развитию рыбохозяйственного комплекса страны было направлено порядка 12 млрд руб. В 2023 г. на нее было предусмотрено 10,4 млрд руб. Также внимание уделяется отраслевой науке – были заложены два новых научно-исследовательских судна в России. Происходит субсидирование железнодорожных перевозок минтая с Дальнего Востока.

В рамках второго этапа инвестиционных квот планируется привлечь дополнительно 300 млрд руб. В результате инвестиционных вливаний заказчиком было передано 10 новых судов, а в эксплуатацию был введен 21 новый завод, что значительно увеличило производственные мощности отрасли. Дополнительные потребности рыбного комплекса России в финансировании на ближайшие три года оцениваются в 92 млрд руб. [7].

Во множестве прибрежных зон России, к примеру в Архангельской области, на Камчатке, Сахалине и Магадане, рыболовство выступает в качестве драйвера развития и играет ведущую роль в экономическом и социальном благосостоянии регионов. Большинство прибрежных поселений опираются на рыболовство как на главный, а порой и единственный, источник получения прибыли для местных жителей. От эффективности функционирования отрасли зависит не только уровень жизни населения в указанных регионах, но и привязка людей к прибрежным приграничным территориям, что актуально из-за неравномерного расселения населения по территории России.

Также отрасль играет одну из ключевых ролей в обеспечении продовольственной безопасности государства. Продукты отрасли содержат биологически активные компоненты, необходимые аминокислоты, макро- и микроэлементы, натуральные витамины и жиры. Уровень их потребления значительно влияет на состояние здоровья и продолжительность жизни населения. Медицинские стандарты рекомендуют потребление рыбопродуктов на уровне 23,7 кг в год, данный показатель пока достигается лишь в прибрежных областях, имеющих связь с местами добычи ВБР.

Специалисты в области рынка вместе с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН предсказывают, что потребность в морской рыбе и морепродуктах будет увеличи-

ваться в долгосрочной перспективе, до тех пор, пока не будет достигнут максимально допустимый уровень использования водных биоресурсов Мирового океана. Однако для сохранения этих запасов важно придерживаться определенных ограничений.

В мировой рыбообработывающей промышленности наиболее быстро развиваются сектора, связанные с производством промышленного аквакультурного хозяйства (рыбоводства), рыбной муки и жира, рыбных кормов и продукции из глубоко переработанного рыбьего жира. Это обусловлено возрастающим спросом на продукты с высоким содержанием белка.

В большинстве стран мира активно ведутся исследования и испытания с целью выявления наиболее действенных методик развития рыбной отрасли через рациональную экономическую политику. Например, в Исландии функционирует государственная экономическая программа по стимулированию рыболовства, охватывающая вопросы создания новых рабочих мест и управление рыбной промышленностью. Также здесь уделяется внимание упрощению процедуры рассмотрения лицензий и сокращению ограничений в области добычи.

В Чили государство использует экономические стратегии для создания конкурентной среды, благодаря которой рыболовные компании могут развиваться и усиливать производство и продажу рыбной продукции на международном уровне. В США экономическая политика фокусируется на создании эффективных механизмов управления рыбным сектором и проведении контроля за рыболовством, что способствует сохранению морских ресурсов и гарантирует устойчивость их добычи.

Один из наиболее важных элементов экономической политики в отрасли – это регулирование рынка, которое проводится через систему квот на добычу рыбы, которая помогает контролировать и поддерживать устойчивость рыбных ресурсов. По поручению Президиума государственного совета по развитию рыбохозяйственной отрасли Минсельхоз России и Федеральное агентство по рыболовству в период с 2015 по 2017 гг. работали над изменением отраслевого законодательства, включая механизм квотирования добычи водных биологических ресурсов для их целевого использования на инвестиционные цели отрасли. Несмотря на критику, принятые решения оказались эффективными и достигли ожидаемых результатов за короткий промежуток времени.

В настоящее время эта работа продолжается. Постановление №1286 от 07.08.2023 г., утвержденное Правительством Российской Федерации, определяет процедуру подачи заявок на предоставление частей добычи водных биологических ресурсов для инвестиционных целей, выбора инвестиционных проектов и распределение квот.

Вместе с тем для реализации второго этапа распределения инвестиционных квот данное постановление включает в себя новые категории инвестиционных объектов с установленными пропорциями квот, которые фиксируются при их строительстве. К ним относятся суда средней тоннажности длиной от 50 м для добычи минтая и сельди в тех же зонах, что и для судов большой тоннажности (объект типа В-2); транспортный рефрижератор (объект типа ТР); рыбоперерабатывающие комплексы, включающие в себя завод для переработки минтая и других типов рыб большой мощности и два среднетоннажных рыболовецких судна длиной не менее 35 м для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (объект типа КМ).

Также внесены коррективы в пропорции квот, предоставляемых при строительстве малотоннажных промысловых судов и заводов различной мощности для переработки минтая и других видов рыб.

Важным аспектом экономической политики в развитии рыбохозяйственного комплекса России является поддержка дальневосточного рыболовства. Как известно, Дальний Восток является одним из ключевых регионов в производстве рыбной продукции в России. В Дальневосточном федеральном округе добывается более 70% российских ВБР.

Правительство страны уделяет особое внимание поддержке дальневосточных регионов, развитию рыболовных баз и судостроения. Председатель правительства М. Мишустин утвердил «Национальную программу социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 г. и на перспективу до 2035 г.» [8], в описательной части которой среди конкурентных преимуществ региона были указаны значительные запасы водных биоресурсов, составляющие 33% от мировых запасов, а также развитие крупных промышленных центров судостроения. Кроме того, был отмечен запуск механизма инвестквот, который стал важным элементом государственной политики формирования конкурентоспособных условий инвестирования и ведения бизнеса.

По поручению главы Российской Федерации был разработан и успешно осуществлен эффективный механизм предоставления квот на добычу водных биоресурсов в обмен на инвестиции. Благодаря этому важному механизму нефинансовой государственной поддержки, были заключены выгодные соглашения на строительство 64 рыбопромысловых судов, 41 судна-краболова и 27 рыбоперерабатывающих заводов. Общий объем инвестиций в эти высокотехнологические объекты превысил отметку в 293 млрд руб., из которых около 205 млрд были потрачены на строительство судов рыбопромыслового флота, 26,4 млрд на строительство современных заводов, а 62 млрд руб. на строительство уникальных судов-краболовов.

В настоящее время уже в эксплуатации находятся семь рыбопромысловых судов, четыре судна-краболова и 25 рыбоперерабатывающих заводов, вложения в которые показали свою эффективность. За период использования этих объектов поступило в бюджет Российской Федерации более чем 145 млрд руб.

Таким образом, экономическая политика России в развитии рыбохозяйственного комплекса находится на достаточно высоком уровне. Соответствующие правительственные программы и меры, предпринимаемые для стимулирования этой отрасли, позволяют обеспечивать ее стабильность и эффективность. Россия в свою очередь является одним из крупнейших производителей рыбной продукции в мире и продолжает улучшать свои позиции на глобальном рынке рыбной продукции. Несмотря на проблемы отрасли и трудности, связанные с санкционной политикой недружественных стран, отечественные биоресурсы остаются очень востребованными как на внутреннем рынке, так и за рубежом, в странах-импортерах.

Литература

1. Молчанова Н.П. Концепция построения финансовой политики в трудах отечественных исследователей и ее практическая реализация [Электронный ресурс] // Экономика. Налоги. Право. – 2018. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-postroeniya-finansovoy-politiki-v-trudah-otechestvennyh-issledovateley-i-ee-prakticheskaya-realizatsiya> (дата обращения: 11.02.2024).
2. Мае В.А. Возможности и предпосылки обеспечения устойчивого экономического роста России // Среднерусский вестник общественных наук. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 14–18.
3. Менкью Н.Г. Макроэкономика. Пер. с англ. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 736 с.
4. Калманова А.С. Цели экономической политики государства // Проблемы в российском законодательстве. – 2012. – № 2. – С. 19–22.
5. Бьюкенен Дж. М. Сочинения. Сер.: Нобелевские лауреаты по экономике. – М., 1997. – Т. 1. – С. 525–546.
6. Еришов М. Актуальные направления экономической политики [Электронный ресурс] // Вопросы экономики. – 2003. – № 12. – С. 23–38. – URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2003-12-23-38>. (дата обращения: 11.02.2024).
7. Россия делает ставку на инвестиции и технологический суверенитет [Электронный ресурс] / Федеральное агентство по рыболовству. – URL: <https://fish.gov.ru/news/2022/09/22/mrf-2022-rossiya-delaet-stavku-na-investiczii-i-tehnologicheskij-suverenitet/> (дата обращения: 11.02.2024).
8. Об утверждении Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2464-р от 24 сент. 2020 г. (ред. от 29.11.2023). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363186/ (дата обращения: 11.02.2024).

УДК 504.05:639.2.05

А.А. Майсс¹, Н.А. Майсс², Я.Ю. Блиновская²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087;

² Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, 690902
e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

РЫБОЛОВСТВО КАК ГЛОБАЛЬНЫЙ АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР

В исследовании показано, что несмотря на то, что рыболовство является одним из самых устойчивых производств, обеспечивающих продуктами питания человечество на протяжении практически всего исторического периода, неуправляемое наращивание пространственного и количественного присутствия рыболовного флота во всех промысловых районах Мирового океана привело к появлению ряда негативных факторов, которые выросли до глобального уровня. Анализ отечественных и зарубежных публикаций позволил выделить перечень наиболее актуальных экологических проблем современного рыболовства и обозначить пути их решения для обеспечения устойчивости мирового рыболовства.

Ключевые слова: отходы промышленного рыболовства, управление отходами, загрязнение, Мировой океан, орудия лова, пластик.

A.A. Maiss¹, N.A. Maiss², Ya.Yu. Blinovskaya²

¹ Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087;

² Far Eastern Federal University,
Vladivostok, 690902
e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

FISHERIES AS A GLOBAL ANTHROPOGENIC FACTOR

The study shows that despite the fact that fishing is the one of the most sustainable industries that provide food for humanity throughout almost the entire historical period, the uncontrolled increase in the spatial and quantitative presence of the fishing fleet in all fishing areas of the World Ocean has led to a number of negative factors that have grown to global level. Analysis of domestic and foreign publications made it possible to highlight the list of the most pressing environmental problems of the modern fishing and outline ways to solve them to ensure the sustainability of world fishing.

Key words: fishing industry waste, waste management, pollution, World Ocean, fishing gear, plastic

Водные биологические ресурсы традиционно относятся к категории возобновляемых. Это формирует традиционное представление о рыболовстве как об устойчивой деятельности, не приводящей к подрыву популяции при рациональном использовании [1, 2]. При этом под рациональностью понимается такая организация промысла, которая позволяет поддерживать популяции вылавливаемых видов бесконечно долго на уровнях, где может быть обеспечен максимально устойчивый вылов [3, 4]. Согласно теории рыболовства основной угрозой устойчивости является неуправляемый рост интенсивности лова [1]. Этот рост наблюдается с середины XX в., когда промысловые усилия в начале 1950-х годах с 5 трлн ватт-дней выросли до 30 трлн ватт-дней в 2012 г. [5]. Также отмечается рост пространственно-временного распределения промышленного рыболовства, которое в начале прошлого столетия велось преимущественно в прибрежных районах [6], а сейчас занимает более 55% площади Мирового океана [7]. При этом очевидно, что рыболовство прямо или косвенно начинает влиять на экологическое состояние морских экосистем, что обуславливает необходимость оценки направленности этого влияния. А учитывая современные тенденции развития производства, использование новых технологий, материалов

с одной стороны, и социально-экономические потребности с другой, делают эту задачу весьма актуальной. Таким образом, оценка воздействия рыболовства на окружающую среду и предотвращение негативных последствий, с ним связанных, становятся важной экологической и даже геополитической задачей современности.

Материалами для исследования послужили отечественные и зарубежные научные публикации, посвященные различным аспектам воздействия рыболовства на морские экосистемы. Анализ более 100 публикаций позволил выделить актуальные экологические проблемы современно-го рыболовства, сгруппировать их по видам воздействия и наметить основные пути их решения.

Как и в любой другой антропогенной деятельности, рыбный промысел приводит к возникновению экстерналий, и, как правило, отрицательных. Они проявляются не только в экономике природопользования в виде, например, внутренних производственных издержек, но и в глобальных экологических процессах: во времени, в межотраслевых конфликтах, трансграничных переносах. Так, анализ рыбопромысловой системы в целом показал, что воздействие рыболовства проявляется в нарушении условий воспроизводства и/или пополнения облавливаемых популяций и в загрязнении окружающей среды [8, 9]. При этом было выявлено семь наиболее актуальных экологических проблем, основные характеристики которых представлены в таблице.

Экологические проблемы современного рыболовства

№	Объект воздействия	Предмет воздействия	Проявление экстерналий
1	Сокращение объемов вылова на промысловое усилие	Эффективность улова (тонны выловленной морской продукции на вагт-день промыслового усилия) быстро росла на протяжении 1950-х и 1960-х годов, после чего произошло значительное снижение эффективности улова мирового рыболовного флота, которая в настоящее время ниже, чем в 1950 г. [5].	Отрицательная темпоральная экстерналия (удовлетворение нужд предыдущего поколения и уменьшение возможностей текущего)
2	Сокращение мест обитания донных организмов и уязвимых морских экосистем	Масштабное применение донных орудий лова [9, 10].	
3	Снижение биоразнообразия морских экосистем в местах активного промысла	Рост объемов прилова нецелевых видов гидробионтов и их выбросов [11, 12].	Отрицательная глобальная экстерналия, вызванная внедрением инвазивных видов
4		Гибель морских птиц, привлекаемых наживой или сбросами постпромысловых отходов с рыбодобывающих судов [13, 14].	Отрицательная локальная экстерналия, вызванная сокращением популяции
		Гибель морских млекопитающих в результате попадания в орудия лова [15, 16].	Отрицательная локальная экстерналия, вызванная сокращением популяции
5	Загрязнение атмосферы	Рост выбросов парниковых газов, образующихся при сгорании топлива на судовых силовых установках, в результате чего на 1 кг выловленной рыбы в среднем сжигается около 0,25 кг топлива [17, 18].	Отрицательная глобальная экстерналия, вызванная поступлением и рассеиванием парниковых газов, приводящих к изменению климата
6	Загрязнение прибрежных акваторий выбросами постпромысловых отходов	Рост постпромысловых отходов вследствие переработки уловов, которые характеризуются потерями примерно до 30% от выпускаемой продукции [19, 20].	Отрицательная глобальная экстерналия, вызванная трансграничным биологическим загрязнением
7	Загрязнение морской среды пластиком	Рост брошенных, потерянных или иным образом оставленных орудий лова (ОУБОЛ), а также износ орудий лова, которые, попадая в морскую среду, образуют «призрачное рыболовство», продолжая улавливать живые организмы, а затем под воздействием физико-химических процессов окружающей среды превращаются в отдельные элементы пластика и микропластика [21–23].	Отрицательная глобальная экстерналия, вызванная трансграничным загрязнением Мирового океана

Наибольшую обеспокоенность вызывают проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, где наибольшее воздействие связано с отходами и пластиковым мусором [24, 25]. Учитывая социально-экономическую значимость рыбопромысловой деятельности, важной задачей

является нивелирование негативных проявлений и обеспечение устойчивости отрасли для удовлетворения нужд внутреннего и внешнего рынка.

Номенклатура отходов рыбопромышленного судна включает в себя эксплуатационные отходы, бытовые, сточные и льяльные воды, а также отходы от производства морепродукции, которые включают изношенные и/или потерянные орудия лова и постпромышленные отходы от обработки уловов. При этом количественные показатели отходов определяются типом судна, числом экипажа и продолжительностью рейса. Вместе с тем большая часть отходов рыбопромышленного судна нормируется, и обращение с ними регламентировано как международным, так и национальным законодательством.

Однако до сих пор отсутствуют единые нормы и правила обращения с производственными отходами в процессе промысла. Наши расчеты показывают, что, по усредненной оценке, только за три месяца на промысле минтая в северо-восточной части Охотского моря образуется около 500 тонн пластиковых отходов от износа орудий лова [26], и около 200 тыс. тонн улова не идет в переработку и сбрасывается в морскую среду [27]. Необходимо отметить, что сбросы отходов рыбопереработки разрешены Международной Конвенцией МАРПОЛ 73/78 при соблюдении определенных условий. Тем самым рыбаки не нарушают действующих законодательных норм, однако выбрасывать за борт такое количество ценного белка как минимум расточительно, а безопасность этих многолетних сбросов до сих пор не исследована.

Отдельно необходимо остановиться на пластиковых отходах от потери и/или износа орудий лова, которые образуются на всех промыслах [21–23]. Несмотря на очевидность данной проблемы, до сих пор отсутствуют исследования по идентификации источников поступления синтетических отходов в морскую среду. Большинство исследований посвящены исследованию фактического загрязнения пластиком той или иной акватории, где объединяются судоходство в целом, рыболовство и аквакультура, сельское хозяйство, портовая деятельность. Это делает недоступным оценку вклада в загрязнение каждой отрасли, но самое главное – осложняет выработку механизма управления этими отходами.

Разобщенность государственных ведомств, курирующих данную сферу, несогласованность отраслевых, национальных и международных нормативно-правовых документов, отсутствие учета специфики рыбопромышленной деятельности, в том числе в конвенционных нормах, приводит к сложностям в управлении образуемыми отходами, в том числе синтетическими [28]. Этот вопрос в настоящее время активно обсуждается на уровне UNEP, что находит отражение в разработке договора по борьбе с загрязнением окружающей среды пластиковым мусором, где большое внимание уделяется отходам рыбопромышленного флота, в том числе орудиям лова [29, 30].

Анализ публикаций показал, что промышленное рыболовство стало глобальным антропогенным фактором, который оказывает кумулятивное воздействие на морские экосистемы большей части Мирового океана. В последние десятилетия воздействие рыболовства проявляется не только в изъятии биоресурсов, но и в загрязнении огромных участков Мирового океана. Причем загрязнение проявляется не только на поверхности океана, так называемого видимого загрязнения, в виде пластикового мусора, отработанных газов и разливов нефти, но и невидимым загрязнением, таким как дрейфующий в толще воды микропластик, подводный шум, остатки органики от переработки уловов и прилова, брошенные и осевшие на участках дна орудия лова. Таким образом, на современном этапе развития рыболовства для сохранения его важнейшей функции в обеспечении продовольствия населения планеты становится необходимым разрабатывать подходы к управлению интенсивностью промысла и методические инструменты по качественной и количественной оценке воздействия на морскую среду.

Литература

1. Баранов Ф.И. Об оптимальной интенсивности рыболовства // Труды КГТУ. – 1960. – № 11. – С. 115–129.
2. Мейснер В.И. Основы рыбного хозяйства: Введение в изучение рыбоведения и в постановку рационального рыболовства. – М.: Науч. ин-т рыбного хоз., 1925. – 26 с.
3. Конвенция ООН по морскому праву (англ.). United Nations Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea. – URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/lawsea.shtml. (дата обращения: 10.02.2024).

4. *Beverton R.J.H., Holt S.J.* On the dynamics of exploited fish populations // *Fish. Invest.* – 1957. – Ser. 2, vol. 19. – 553 p.
5. *Bell J.D., Watson R.A., Ye Y.* Global fishing capacity and fishing effort from 1950 to 2012 // *Fish Fish.* – 2017. – 18. – P. 489–505.
6. The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present) / *W. Swartz, E. Sala, S. Tracey, R. Watson, D. Pauly* // *PLoS ONE.* – 2010. – № 5(12): e15143. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015143>.
7. *David A. Kroodsmā et al.* Tracking the global footprint of fisheries // *Science.* – 2018. – № 359. – P. 904–908. DOI:10.1126/science.aao5646).
8. Отходы рыбопромыслового флота и их влияние на морскую среду / *А.А. Майсс, Н.А. Майсс, Я.Ю. Блиновская, М.В. Высоцкая* // *Гидрометеорология и экология.* – 2023. – № 72. – С. 512–524. – DOI 10.33933/2713-3001-2023-72-512-524. – EDN VDUGXO.
9. Evaluating the sustainability and environmental impacts of trawling compared to other food production systems / *R. Hilborn, R. Amoroso, J. Collie et al.* // *ICES Journal of Marine Science.* – 2023. – Vol. 80, iss. 6. – August 2023. – P. 1567–1579. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad115>
10. Уязвимые морские экосистемы» и близкие понятия в практике управления морским природопользованием: концепции, терминология и возможности приложения к сохранению морской среды и биологических ресурсов / *В.А. Спиридонов, А.В. Винников, А.В. Голенкевич, А.А. Майсс* // *Труды ВНИРО.* – 2018. – № 174. – С. 143–173.
11. *Голенкевич А.В.* Анализ причин выбросов на промысле водных биологических ресурсов // *Рыбное хозяйство.* – 2014. – № 5. – С. 36–39.
12. Benchmarking global fisheries discards / *E. Gilman, M.A. Perez Roda, T. Huntington et al.* // *Scientific Reports.* – 2020. – № 10. – P. 1–80.
13. *Dietrich K.S., Melvin E.F.* Alaska Trawl Fisheries: Potential Interactions with North Pacific Albatrosses. WSG-TR 07-01 Washington Sea Grant, 2007, Seattle, WA. 1–50.
14. *Артюхин Ю.Б.* Взаимодействия морских птиц с орудиями лова на промысле минтая и сельди в Охотском море в зимне-весенний период 2020 г. [Электронный ресурс] // *Вестник КамчатГТУ.* – 2021. – № 57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystviya-morskih-ptits-s-orudiyami-lova-na-promysle-mintaya-i-seldi-v-ohotskom-more-v-zimne-vesennyiy-period-2020-g> (дата обращения: 25.02.2024).
15. FAO. 2021. Fishing operations. Guidelines to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 1, Suppl. 4.* Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/cb2887en>
16. *Майсс А.А.* Воздействие промысла тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) ставными неводами на ларг (*Phoca largha*) в прибрежных экосистемах дальневосточных морей России: проблема и пути решения // *Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Материалы V Нац. науч.-техн. конф. (22 декабря 2021 г.).* – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2022. – С. 45–51. – EDN FDNCJX.
17. Energy audit and carbon footprint in trawl fisheries / *A. Sala, D. Damalas, L. Labanchi et al.* // *Scientific Data,* 2022. 9: 1–20.
18. Reducing the Fuel Use Intensity of Fisheries: Through Efficient Fishing Techniques and Recovered Fish Stocks / *F. Bastardie, S. Hornborg, F. Ziegler et al.* // *Front. Mar. Sci.* (2022) 1–20. DOI: 10.3389/fmars.2022.817335.
19. Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture. Agriculture and environmental services discussion paper no. 3. World Bank, Washington, DC (2013)
20. Utilization of marine by-products for the recovery of value-added products / *F. Shahidi, V. Varatharajan, H. Peng, R. Senadheera* // *J. Food Bioact.* – 2019. – № 6. – P. 10–61.
21. *Macfadyen G., Huntington T. Cappell R.* Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523. Rome, UNEP/FAO, 2009.
22. *Майсс А.А., Блиновская Я.Ю., Высоцкая М.В.* Потерянные орудия лова: оценка, экологические последствия и пути решения // *Успехи современного естествознания.* – 2018. – № 11. – С. 185–190.

23. Майсс А.А., Логашова Е.В., Майсс Н.А. Оценка потерь орудий лова на крабовом и ярусном промыслах в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне: экологический и экономический аспекты // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Материалы III Нац. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальневост. гос. тех. рыбохоз. ун-т, 2020. – С. 66–70.

24. Lusher A.L., Hollman P.C.H., Mendoza-Hill J.J. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 2017. No. 615. Rome, Italy. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>

25. Проблема загрязнения и ее решение: глобальная оценка загрязнения морской среды мусором и пластмассами: Сводный доклад / Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). – Найроби, 2021. – 43 с.

26. Майсс А.А. Методика оценки массы синтетических отходов, образующихся при эксплуатации разноглубинных тралов применяемых на промысле минтая в Охотском море // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Нац. науч.-техн. конф. (26–27 октября 2023 г.). – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2023. – С. 35–41.

27. Майсс А.А., Голованец В.А. Методика оценки массы биологических отходов, образующихся в результате деятельности рыбоперерабатывающего цеха, расположенного на рыболовном судне в условиях промысла минтая в Охотском море // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Нац. науч.-техн. конф. (26–27 октября 2023 г.) – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2023. – С. 35–41.

28. Майсс А.А., Майсс Н.А., Блиновская Я.Ю. Обзор подходов к управлению отходами промышленного рыболовства // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Нац. науч.-техн. конф. (17–18 мая 2023 г.). – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2023. – С. 35–41. – EDN SRRGWY (<https://elibrary.ru/item.asp?id=54037550>).

29. Dauvergne P. Why is the global governance of plastic failing the oceans? // Global Environmental Change. – 2018. – Vol. 51. – P. 22–31. ISSN 0959-3780. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.002>.

30. Intergovernmental Negotiating Committee on Plastic Pollution: <https://www.unep.org/inc-plastic-pollution/session-4>

УДК 569.745:639.2.05

Д.Г. Наумов¹, А.А. Майсс^{1,2}

¹ Ассоциация прибрежного рыболовства и марикультуры «ПРИМА»,
Владивосток, 690038;

² Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690008
e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ЛАРГИ (*PHOCA LARGHA*) В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫСЛА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

В статье приводится анализ данных, собранных авторами в июне – июле 2022 г. на рыболовном участке, расположенном на северо-западном побережье Японского моря, во время промысла горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) и симы (*Oncorhynchus masou*) ставным неводом. Исследование показало, что в период активного хода тихоокеанских лососей ларга (*Phoca largha*) под воздействием пищевого стимула проявляет высокую активность в зоне действия ставного невода, суточные максимумы которой приходятся на периоды между 5–6 и 19–20 часами. Для повышения устойчивости промысла тихоокеанских лососей и снижения экологических и экономических издержек от нападения морских млекопитающих предлагается применять инновационный комплекс «Морской пастух», основные элементы которого опробованы на промысле и показали высокую эффективность.

Ключевые слова: ларга (*Phoca largha*), морские млекопитающие, суточная активность, промысел тихоокеанских лососей, ставной невод, укусы морского зверя, гидроакустические средства наблюдения.

D.G. Naumov¹, A.A. Maiss^{1,2}

¹ Association of coastal fisheries and mariculture “PRIMA”,
Vladivostok, 690038;

² Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690008
e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

INVESTIGATION OF DAILY ACTIVITY OF LARGA (*PHOCA LARGHA*) TO INCREASE THE SUSTAINABILITY OF THE PACIFIC SALMON FISHERY

The article provides an analysis of the data collected by the authors in June – July 2022 at the fishing area located on the northwestern coast of the Sea of Japan, during the fishing for pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and masu salmon (*Oncorhynchus masou*) with a fixed seine. The study showed that during the period of active migration of Pacific salmon, sealed seals (*Phoca largha*), under the influence of a food stimulus, exhibit high zone of action of fishing gear activity, the daily maximums of which occur in the periods between 5-6 and 19-20 hours. To increase the sustainability of the Pacific salmon fishery and reduce the environmental and economic costs of attacks by marine mammals, it is proposed to use the innovative “Sea Shepherd” device, the main elements of which have already been tested in the fishery and have shown to be highly effective.

Key words: sealed seal (*Phoca largha*), marine mammals, diurnal behavior, Pacific salmon fishing, fishing gear, bite of a sea animal, hydroacoustic surveillance equipment.

По оценкам специалистов, почти все морские млекопитающие (ММ), за исключением белого медведя, конкурируют с рыбаками за пищу и/или становятся приловом, как правило, с летальным исходом на различных промыслах [1]. С точки зрения рыбаков, конкуренция и/или прилов ММ являются нежелательным, по следующим причинам: прилов ММ приводит к снижению эффективности и доходов от промысловых операций из-за того, что ММ воруют наживку или нападают на пойманную рыбу; прилов ММ отнимает дополнительное время, потраченное

на попытки освободить пойманных или запутавшихся в снастях животных; прилов ММ приводит к повышенным эксплуатационным расходам из-за повреждения или утери орудий лова; прилов ММ обостряет вопросы безопасности при выпутывании крупных морских млекопитающих; прилов ММ создает негативное общественное мнение о рыболовстве, что может привести к снижению спроса на его продукцию; прилов ММ может привести к ужесточению мер регулирования, таких как закрытие промысла и/или необходимость модификации снастей, которые могут увеличить экономические издержки.

Таким образом, прилов ММ представляет собой серьезную угрозу устойчивости промыслам и экосистемам, где эта проблема превратилась в системную проблему. Для дальневосточного рыбохозяйственного бассейна известны две такие системных проблемы: конкуренция между косяками и рыбаками за улов черного палтуса на промысле донными ярусными порядками [2, 3], и конкуренция между ММ, в основном тюленями, и рыбаками за уловы тихоокеанских лососей ставными неводами и сетями [4, 5].

Активность ММ в зоне действия орудий лова возрастает с каждым годом, поэтому во всем мире ищут эффективные способы по их щадящему отводу. Обзор существующих и предлагаемых мер показал, что в Шотландии в 2021 г. Global Aquaculture Innovation Award выбрал финалистом этой престижной премии технологическую компанию, предложившую гуманную систему сдерживания тюленей, основанную на применении низкочастотного звука. По словам разработчиков, применение этой технологии на лососевых фермах позволит избежать финансовых потерь на сумму до 1 млн фунтов стерлингов (1,3 млн долл. США) в месяц из-за хищничества тюленей [6]. В США в 2022 г. вступил в силу закон о защите ММ, который запрещает рыбакам преднамеренное убийство и серьезное ранение ММ во время ловли и обязывает применять меры для предотвращения этого [7].

Дальневосточные рыбаки, по нашим оценкам, только на промысле тихоокеанских лососей теряют около 30% от вылова в виде рыбы с укусами морского зверя и рыбы, которую ММ отпускают от невода. Такие потери в 2022 г., по нашему мнению, составили более 15 млрд руб., и это в год, когда улов составил около половины от предыдущего 2021 г. и последующего 2023 г. Эти скрытые потери могли бы значительно пополнить доходы рыбодобывающих компаний, государственных бюджетов всех уровней и увеличить поставки лососевых рыб на стол россиян.

Так, например, для Анадырского лимана элиминация ларгой и белухой в 2019 г., по самой скромной оценке, составила 10% от численности подхода анадырской кеты, очевидно, что в «негорбушевые» годы эти потери значительно больше [4]. Кроме этого, наблюдения показывают, что одно животное может вытащить подряд несколько лососей из орудия лова и тут же их потерять. Разорванную тюленями в орудиях лова рыбу рыбаки выкидывают и никак не учитывают [4]. Для сохранения своих уловов рыбаки отпускают тюленей от снастей выстрелами из огнестрельного оружия, нередко нанося летальные травмы животным [5].

Таким образом, проблема конкуренции между рыбаками и ММ на промысле тихоокеанских лососей ставными неводами и сетями носит системный характер [8] и требует поиска решения, способствующего устойчивости промысла, развитию прибрежных дальневосточных регионов и сохранению прибрежных экосистем северо-западной части Тихого океана.

Материалами для исследования послужили данные, собранные авторами в период с 12 июня по 06 июля 2022 г., во время работ по отводу ММ от ставного невода. В ходе работ применялась инновационная технология «Морской пастух», увеличившая улов на 50%, по сравнению с контрольным неводом, на котором работы по отводу ММ не проводились [9]. В ходе работ использовались различные типы сигналов (визуальные, акустические, гидроакустические, комбинированные), и изучалась их эффективность для отвода ММ. Основным видом ММ, постоянно проявлявший активность на неводе, был визуально определен как ларга (*Phoca largha*). Ставной невод был установлен на 2,2 км севернее устья реки Венюковки (север Приморского края). Лежище ларги (по данным егеря) находилось на 1 км южнее устья р. Венюковки.

В 15 м от выхода из воды центрального троса находился береговой пост комплекса «Морской пастух», оборудованный дистанционными средствами подачи различных типов сигналов (визуальных, акустических, гидроакустических, комбинированных). Раз в несколько дней проводилось обслуживание дистанционных средств подачи сигналов. Непосредственно из поста наблюдателем велся визуальный контроль за акваторией в охраняемом периметре (зоне отвода ММ), и принималось решение по тактике отвода и типам сигналов. Наблюдатель вел журнал учета

активности ларги, куда записывались время и место появления ларги, типы предъявляемых сигналов, их эффективность.

Оценка активности ларги производилась подсчетом количества появлений на поверхности воды (выныриваний) в зоне отвода ММ, образующей прямоугольник длиной 180 м (длина центрального троса, от берега до концевого буя) и шириной 150 м (ширина ловушки 110 м + по 20 м влево и вправо). Данные наблюдений суммировались по часам. Активность, отмеченная на графике, например на 9 часов, представляет сумму данных за период от 8:30 до 9:29.

При появлении ларги внутри зоны отвода оператором подавался сигнал. Эффективность сигнала оценивалась по поведению ларги. После однократного предъявления сигнала ларга в большинстве случаев скрывалась под водой. В противном случае подавался повторный сигнал. В случае отсутствия реакции на повторный сигнал менялся тип сигнала. Ларга, появившаяся вне зоны отвода, не учитывалась, и сигналы для ее отвода не подавались. Во время работы на неводе бригады рыбаков подача сигналов не осуществлялась, но мониторинг проводился.

Наблюдение погоды велось визуально. Дополнительные параметры брались из данных метеорологических сайтов и сервисов, полученных для метеостанции Сосуново. Туман (снижение видимости менее 200 м на время более одного часа) наблюдался в течение 13 дней из 25. Штормовая погода с волнением моря более 7 баллов (пост наблюдения был снят) наблюдалась более суток.

Анализ собранных данных показал, что активность ларг в зоне действия невода имеет некую зависимость. И первым фактором, от которого, по нашему мнению, она зависела, являлись приливы и отливы. Для выявления этой связи мы наложили данные суточной активности ларг на неводе и данные по ходу воды (прилив – отлив). Результат представлен на рис. 1.

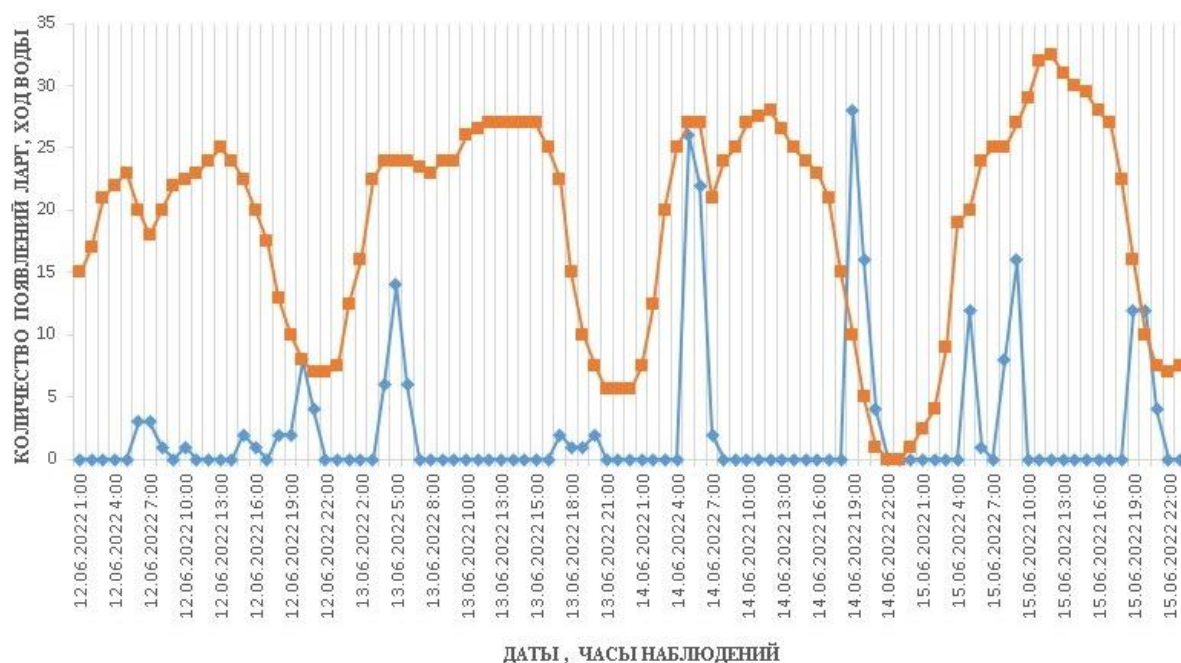


Рис. 1. График активности ларги за период с 0.00 ч. 12.06.2022 до 23.00 ч. 15.06.22 г.

Горизонтальная ось – время в часах (голубые ромбы – активность ларги (количество появлений); красные квадраты – ход воды в сантиметрах относительно наименьшего значения за период наблюдений)

Результаты анализа показали слабую корреляцию суточной активности *Phoca largha* с ходом воды (прилив – отлив). Следующим фактором мы приняли зависимость активности от времени суток. График суточной активности ларг представлен на рис. 2.

Максимальная активность ларг в зоне отвода ММ за период с 0.00 ч. 12.06.2022 до 23.00 ч. 15.06.2022 г. приходится на периоды между 5–6 и 19–20 часами. Локальные максимумы приходятся на 5 и 19 часов. Периоды максимальной активности частично приходятся на сумерки, что накладывает повышенные требования к проектированию средств дистанционного обнаружения активности ММ.

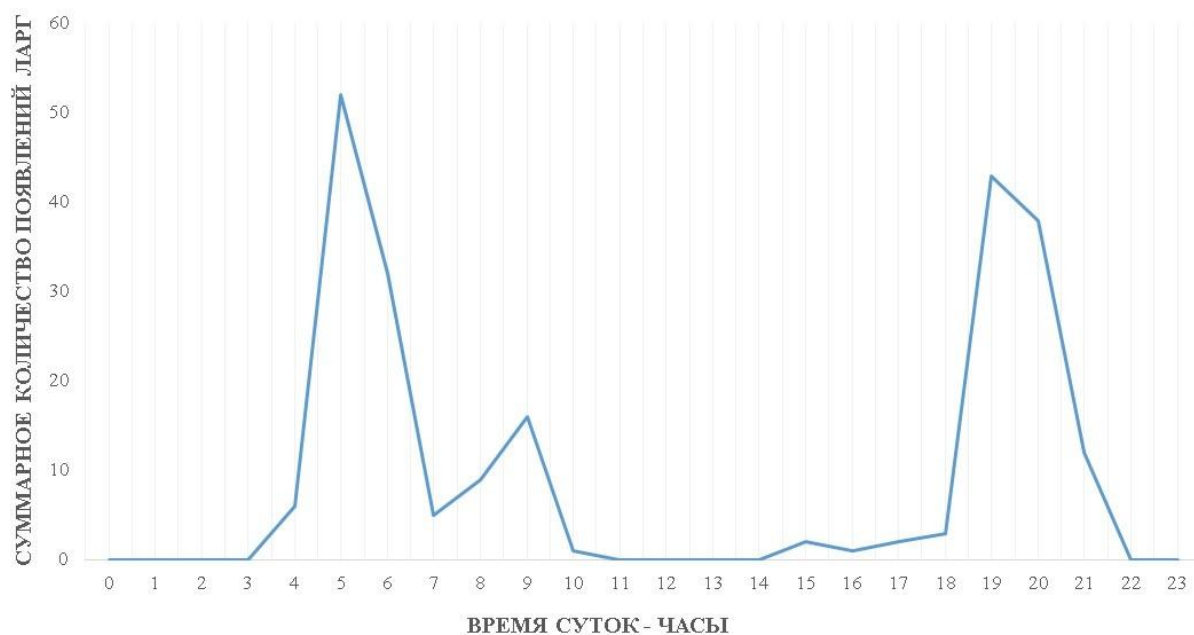


Рис. 2. Суммарная суточная активность.

График с накоплением, суммирующий суточную активность ларги (количество появлений) по часам за период с 0.00 ч. 12.06.2022 до 23.00 ч. 15.06.2022 г. Горизонтальная ось – время в часах

По наблюдениям авторов, в сумерки в условиях севера Приморского края на расстоянии 200 м наблюдатель с острым зрением может уверенно различить показавшуюся на поверхности воды ларгу. На волнении, при тумане условия для визуального наблюдения ухудшаются. Кроме того, если ведется отвод ММ, ларга старается показываться на поверхности на минимальное время.

Примененный авторами метод показал высокую эффективность [9], несмотря на то, что в течение 15 из 25 дней мониторинг активности ММ и отвод были затруднены из-за туманов и шторма. Кроме погодных условий на эффективность мер по защите уловов от ММ влияет организация промысла. В нашем случае изъятие уловов производилось четыре раза за 25 суток. Заходившую в невод рыбу авторам буквально приходилось отбивать от нападений ММ.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что в настоящий момент наша технология «Морской пастух» с находящимся на берегу оператором является экономически целесообразным решением для отвода ММ от ставных неводов, имеющих небольшие длины крыльев (до 200 м), которые используются в Приморье и на Чукотке.

Следующим шагом, по мнению авторов, для повышения устойчивости промысла лосося ставными неводами станет оснащение «Морского пастуха» дополнительными системами дистанционного контроля наполнения ставных неводов и обнаружения активности ММ. Основой для создания такой системы могут стать гидроакустические либо оптические средства наблюдения, которые вкпе с использованием машинного обучения (искусственный интеллект) позволят значительно увеличить эффективность промысла на неводах с длиной крыла до 2 км.

Наша уверенность основывается на большом объеме собранной и изученной информации, результатах проведенных модельных и промысловых испытаний и на опыте, полученном под руководством профессора Ю.А. Кузнецова, посвятившего всю свою жизнь поиску решений интенсификации отечественных промыслов [10].

Исследование показало высокую активность *Phoca largha* в зоне действия ставного невода, в период нерестового хода тихоокеанских лососей на примере севера Приморского края. Такая активность, известная и на других рыболовных участках дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, оказывает негативное влияние на устойчивость промысла. Для решения этой проблемы авторы предлагают в целях повышения устойчивости промысла тихоокеанских лососей применять технологию «Морской пастух».

Литература

1. Fishing operations. Guidelines to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries // *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*. – Rome: FAO, 2021. – № 1, suppl. 4. – URL: <https://doi.org/10.4060/cb2887en>
2. Белонович О.А., Бурканов В.Н. Влияние косаток (*Orcinus orca*) на ярусный промысел черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море // Морские млекопитающие Голарктики: Сборник научных трудов по материалам VII междунар. конф. (24–28 сентября 2012 г.). – Суздаль: РОО «Совет по морским млекопитающим», 2012. – Т. 1. – С. 86–90.
3. Корнев С.И., Белонович О.А., Никулин С.В. Косатки (*Orcinus orca*) и промысел черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 35–50.
4. Голубь Е.В., Голубь А.П., Чакилев М.В. Исследования и промысел тихоокеанских лососей на Чукотке в 2019 г // Бюллетень «Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке». – Владивосток: Тихоокеанский науч.-исслед. рыбохоз. центр, 2019. – № 14 – С. 80–85.
5. Корнев С.И. Ларга (*Phoca largha*) и ее влияние на ресурсы тихоокеанских лососей в устье р. Озерной (Охотоморское побережье Камчатки) в 2017–2018 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2019. – № 54. – С. 58–73.
6. Innovation Award 2021 finalist: Ace Aquatec. – URL: <https://www.globalseafood.org/advocate/innovation-award-2021-finalist-ace-aquatec/>
7. Штаты заставят импортеров считаться с морскими зверями. – URL: <https://fishnews.ru/news/29352>
8. Майсс А.А. Воздействие промысла тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) ставными неводами на ларг (*Phoca largha*) в прибрежных экосистемах дальневосточных морей России: проблема и пути решения // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Материалы V Нац. науч.-техн. конф. (22 декабря 2021 г.). – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2022. – С. 45–51.
9. Интенсификация промысла тихоокеанских лососей путем щадящего отвода морских млекопитающих из зоны действия ставного невода / А.А. Майсс, В.Г. Суренко, О.В. Телятник, Д.Г. Наумов // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Нац. науч.-техн. конф. (27–28 октября 2022 г.). – Владивосток: Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т, 2022. – С. 13–18.
10. Горин С.Л. Современные морфологическое строение и гидрологический режим эстуария реки Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2013.– № 31. – С. 6–26.
11. Кузнецов Ю.А. Морским биотехнологиям в рыболовстве быть! // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 3. – С. 19–25.

УДК 004.94:639.2.081.1

А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, Е.И. Сергеев

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

ФИЗИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЛОВЫХ ДОСОК

В статье приводятся результаты исследований в области физического и компьютерного моделирования траловых досок, твердотельных конструкций. Физическое и компьютерное моделирование траловых досок обеспечивают совместные исследования гидродинамики траловых досок. Наилучшими гидродинамическими характеристиками траловых досок являются: максимальное значение коэффициента распорной силы c_y , минимальное значение коэффициента сопротивления траловой доски c_x , максимальное значение гидродинамического качества k , высокая статическая и динамическая устойчивости, а также прочность. Важным средством для верификации результатов компьютерного моделирования является верификация полученных данных с помощью физических моделей траловых досок и проведение экспериментальных исследований с ними в гидроканале.

Ключевые слова: моделирование, траловые доски, гидродинамика, сопротивление, модели, гидроканал, эксперименты.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev, P.V. Nasenkov, E.I. Sergeev

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

PHYSICAL AND COMPUTER SIMULATION OF TRAWL DOORS

The article presents the results of research in the field of physical and computer modeling of trawl doors, solid structures. Physical and computer modeling of trawl doors are provided by joint studies of the hydrodynamics of trawl doors. The best hydrodynamic characteristics of trawl doors are: the maximum value of the spreading force coefficient c_y , the minimum value of the drag coefficient of the trawl door c_x , the maximum value of hydrodynamic quality k , high static and dynamic stability, and strength. An important tool for verifying the results of computer modeling is the verification of the obtained data using physical models of trawl doors and conducting experimental studies with them in a flume tank.

Key words: modeling, trawl doors, hydrodynamics, resistance, models, hydraulic channel, experiments.

Гидромеханика ставит вопрос: «Задача только тогда считается решенной, когда скорости, действующие силы и другие характеристики движения определены в каждой точке и для каждого момента времени» [1]. Для анализа движения траловых досок (рис. 1) и определения их положения в водной среде, а также для оценки устойчивости необходимо учитывать гидродинамические силы и моменты, возникающие в результате взаимодействия устройства с окружающей средой при различных скоростях и направлениях движения. Определение этих параметров является важной задачей в области гидромеханики траловых устройств. Это включает в себя анализ лобового сопротивления, распорных сил и гидродинамических моментов, воздействующих на траловую доску [2, 3].

Проблема расчета прочности и устойчивости распорных траловых досок является еще более сложной и трудной задачей гидродинамики. Расчет прочности и устойчивости распорных траловых досок представляет собой сложную задачу в области гидродинамики. Для успешного выполнения таких расчетов необходимо учитывать распределение гидродинамических сил по поверхности доски при различных движениях. Важно отметить, что эти силы характеризуются неравномерным распределением, что может привести к возникновению значительных локальных нагрузок, особенно при высоких скоростях движения трала [4–7].



Рис. 1. Траловые доски разноглубинного трала

Существует несколько методов определения гидродинамических характеристик траловых досок.

Первый метод называется динамометрическим. Он включает в себя то, что модель подключается к динамометру и запускается в экспериментальной установке. Этот метод позволяет непосредственно и наиболее быстро определять гидродинамические силы и моменты и поэтому применяется чаще других методов. Недостаток в том, что стержни (стальные полосы или проволоки), к которым обычно крепятся модели, не только создают дополнительное сопротивление, которое передается на динамометр, но и в некоторой степени искажают поток, изменяя силы и моменты, действующие на каждую модель. Влияние опорной системы на модель всегда необходимо учитывать с помощью дополнительных экспериментов. На рис. 2 представлена схема экспериментальной установки, используемой для определения гидродинамического коэффициента траловой доски.

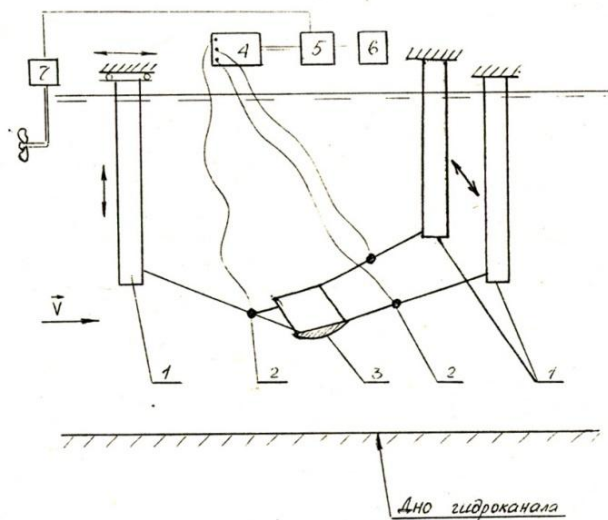


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для определения гидродинамических коэффициентов траловых досок (1 – ножи; 2 – первичный преобразователь для измерения силы натяжения; 3 – модель траловой доски; 4 – тензометрическая аппаратура; 5 – блок сопряжения с ПЭВМ; 6 – принтер; 7 – вертушка)

Второй метод называется методом импульсов. В этом методе непосредственно измеряются лишь скорости и давления в окружающей тело среде, а силы и моменты, действующие на тело, вычисляются затем по теореме импульсов. Данный метод в определении гидродинамических характеристик траловых досок на порядок дороже динамометрического. Это обстоятельство связано с применением в исследованиях лазерной аппаратуры.

В ходе исследований было решено исследовать траловые доски в гидроканале ООО «Фишеринг Сервис» динамометрическим методом.

Возникла задача создать модели разноглубинных траловых досок, которые позволят исследовать вышеперечисленные зависимости. Для исследования гидродинамических характеристик траловых досок возможно воспользоваться теорией подобия [8]. Причем физическое моделирование должно моделировать динамические процессы, которые протекают с траловыми досками в процессе их эксплуатации.

На основании натурной траловой доски 8 м² пр. 2490 НПО промысловое и техническое использование был разработан эскиз универсальной модели траловой доски (рис. 3). Затем разработана сама конструкция моделей траловой доски с навесными предкрылками в количестве двух пар и изменяющимся поперечным углом $\psi_{кр}$, который характеризует вид крыла спереди.

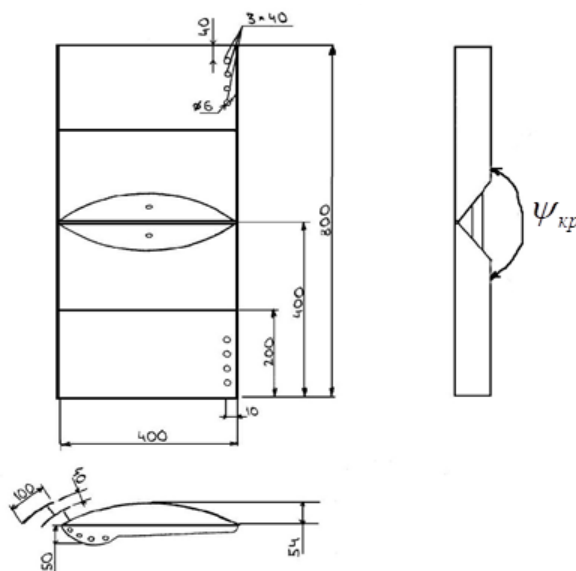


Рис. 3. Эскиз модели траловой доски

Наличие навесных предкрылков позволяет использовать доску в трех различных вариантах – без предкрылков, с одними и с двумя предкрылками, что делает предложенную модель разноплановой и универсальной. Модели экспериментальных траловых досок изготовлены с учетом масштаба линейных размеров $C_l = 0,2$. Модель траловой доски, изготовленная из листовой стали Ст. 3 с толщиной стенки 3,0 мм, изображена на рис. 4. Линейный масштаб C_l был выбран с учетом максимально возможных нагрузок на трехкомпонентный динамометр.

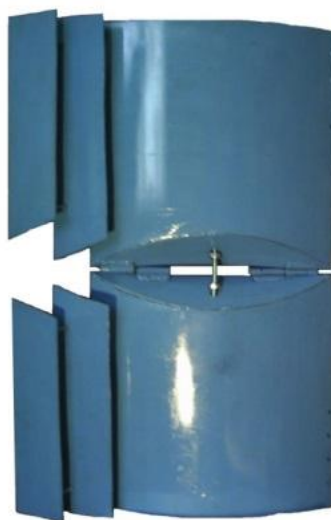


Рис. 4. Модель траловой доски с двумя предкрылками $\psi_{кр} = 180^\circ$

Трехкомпонентный динамометр позволяет производить измерения в следующих диапазонах:

- сила лобового сопротивления до 300 Н;
- распорная сила до 300 Н;
- продольный гидродинамический момент до 150 Нм.

Точность измерения указанных сил и момента составляет 3,0%. Испытания модели доски проводились в диапазоне:

- углов атаки доски α от 0 до 50° с шагом изменения угла атаки $\Delta\alpha = 5^\circ$;
- поперечного угла $\psi_{кр}$ от 180° до 120° с шагом изменения угла атаки $\Delta\psi_{кр} = 20^\circ$.

Скорость потока при испытаниях задавалась 1,0 м/с для обеспечения числа Рейнольдса $Re = 5 \cdot 10^5$.

На первом этапе испытаний в гидроканале модель траловой доски без предкрылков закреплялась на трехкомпонентном динамометре. При значении поперечного угла $\psi_{кр} = 180^\circ$ определяли силу лобового сопротивления R_x , распорную силу R_y и продольный момент M_z , изменяя углы атаки.

Далее при испытаниях изменялся поперечный угол $\psi_{кр}$ между плоскостями и также определялись соответствующие силы и момент при разных углах атаки. На втором этапе к модели траловой доски с поперечным углом $\psi_{кр}$ равным 180° между плоскостями крепились первые предкрылки. И по аналогии с первым этапом проводились соответствующие замеры (изменялись α и $\psi_{кр}$). На третьем этапе испытаний закреплялись вторые предкрылки. И также проводились замеры. Таким образом, в гидроканале было проведено 12 опытов.

На основании снятых показаний были сделаны расчеты сил лобового сопротивления R_x , распорной силы R_y модели разноглубинной траловой доски, момента M_z , соответствующих гидродинамических коэффициентов (c_x и c_y) и качества доски k .

Коэффициент распорной силы траловой доски:

$$c_y = \frac{2R_y}{\rho v^2 F}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воды;

v – скорость потока воды;

F – площадь траловой доски.

Коэффициент силы сопротивления траловой доски:

$$c_x = \frac{2R_x}{\rho v^2 F}. \quad (2)$$

Коэффициент продольного момента:

$$c_m = \frac{2M_z}{\rho v^2 F b}, \quad (3)$$

где b – хорда траловой доски.

Гидродинамическое качество траловой доски:

$$k = \frac{c_y}{c_x}. \quad (4)$$

Используя разработанное авторами программное обеспечение для расчета гидродинамических коэффициентов траловой доски, было осуществлено ее компьютерное моделирование. Расчет основан на дифференциальных уравнениях в частных производных Навье – Стокса (5), дополненных уравнением неразрывности и вводит понятие искусственной сжимаемости среды (6):

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + v_x \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial x} + v_y \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial y} + v_z \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial z} = \mathbf{v} \left(\left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) \mathbf{k} \right), \quad (5)$$

$$-\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial p}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial p}{\partial z} \mathbf{k} \right) + \alpha \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0, \quad (6)$$

где \mathbf{v} – вектор скорости в узле расчетной сетки;

v_x, v_y, v_z – коэффициенты разложения \mathbf{v} по ортогональному базису с базисными векторами $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$;

ν – кинематическая вязкость воды;

p – давление (относительное) в узле расчетной сетки;

α – коэффициент искусственной сжимаемости среды;

t – время.

Полученные конечные разности расщеплялись по базисным векторам с получением $12n$ более простых уравнений, где n – количество узлов расчетной сетки. Далее полученные уравнения приводились к трехдиагональной системе линейных алгебраических уравнений с введением нелинейных коэффициентов v_x, v_y, v_z и решались методом прогонки с последующей коррекцией нелинейных коэффициентов во внешнем цикле каждого временного слоя.

Результатом расчета являлось поле давлений на поверхности траловой доски, по которому вычислялись силы гидродинамического сопротивления:

$$(R_x, R_y, R_z) = \iint_S p_d \mathbf{n} ds \approx \sum_{\Phi} p_d \mathbf{n} \Delta s, \quad (7)$$

где S – поверхность траловой доски;

s – площадь поверхности;

Δs – площадь поверхности, ограниченная соседними узлами расчетной сетки;

\mathbf{n} – вектор нормали к участку поверхности.

Гидродинамические коэффициенты вычислялись согласно (1) – (3).

На рис. 5 изображены результаты компьютерного моделирования траловых досок.

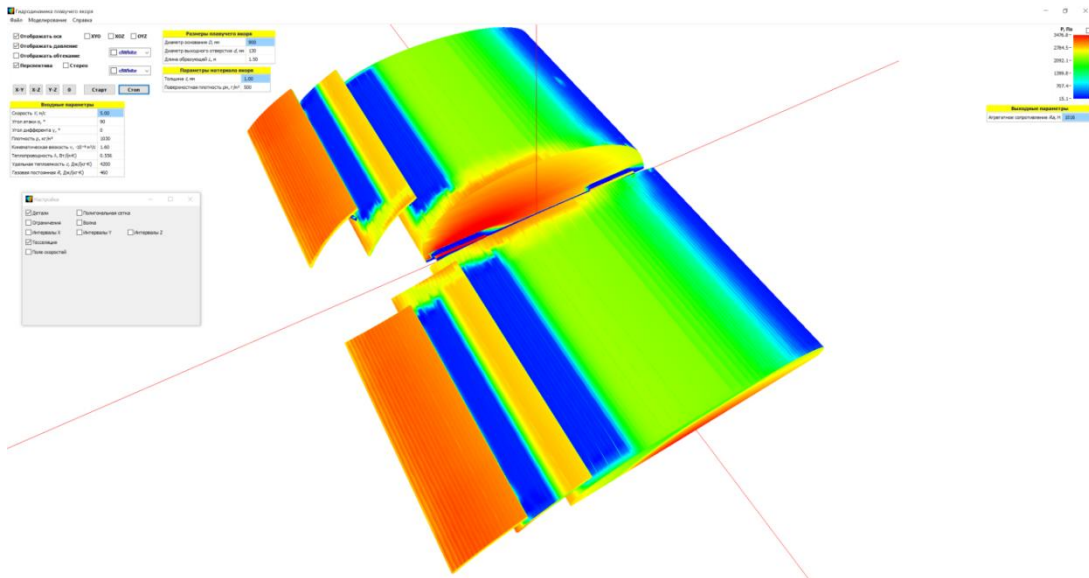


Рис. 5. Компьютерное моделирование траловой доски $\psi_{кр} = 180^\circ$ (поле давлений)

Физическое и компьютерное моделирование траловых досок обеспечивают совместные исследования гидродинамики траловых досок. Наилучшими гидродинамическими характеристиками траловых досок являются: максимальное значение коэффициента распорной силы c_y , минимальное значение коэффициента сопротивления траловой доски c_x , максимальное значение гидродинамического качества k , высокая статическая и динамическая устойчивости, а также прочность. Важным средством для верификации результатов компьютерного моделирования является верификация полученных данных с помощью физических моделей траловых досок и проведение экспериментальных исследований с ними в гидроканале. Разница между расчетными значениями гидродинамического сопротивления и гидродинамического коэффициента и экспериментальными значениями не превышает 8%, что соответствует условиям расчета орудий лова.

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

Литература

1. Федявский К.К., Войткунский Я.И., Фадеев Ю.И. Гидромеханика. – Л.: Судостроение, 1968. – С. 565.
2. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 327 с.
3. Розенштейн М.М., Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства. – М.: Моркнига, 2011. – 528 с.
4. Карпенко В.П., Фридман А.Л. Устройства раскрытия рыболовных тралов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 248.
5. Недоступ А.А., Ражев А.О. Математическая модель взаимодействия распорной траловой доски с водной средой // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – Т. 1, № 3(37). – С. 154–157.
6. Недоступ А.А., Ражев А.О. Программное обеспечение для исследования гидродинамики распорных траловых досок // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – Т. 1, № 3(37). – С. 168–173.
7. Недоступ А.А., Ражев А.О. Математическое описание распорной траловой доски для задач численного моделирования динамики разноглубинных траловых систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – Астрахань: АГТУ, 2017. – № 3. – С. 58–64.
8. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. Томск. – 2012. – № 3(19). – С. 55–67.

УДК 004.94:639.2.06:629.51/.58

А.А. Недоступ, Е.И. Сергеев, А.О. Ражев, П.В. Насенков

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАТУРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ,
ФИЗИЧЕСКОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГИДРОДИНАМИКИ КОРПУСА РЫБОЛОВНОГО КАТАМАРАНА**

В данной статье авторами рассматривается гидродинамика рыболовного катамарана, состоящего из двух моторных лодок типа «Wyatboat-430». Приводятся результаты экспериментальных исследований натурального катамарана, его физической и имитационной моделей. Верификация расчетных данных, полученных с помощью программы Maxsurf Resistance, на основе опытных данных позволяет обоснованно утверждать, что имитационное моделирование дает только картину обтекания, причем с грубой точностью, что не гарантирует в конечном итоге соответствие тяговых характеристик катамарана. На полигонах проведены экспериментальные исследования ходовых и буксировочных характеристик катамарана, состоящего из двух моторных лодок типа «Wyatboat-430».

Ключевые слова: гидродинамическое сопротивление, гидродинамика, катамаран, эксперименты, бассейн, полигон, гидроканал.

A.A. Nedostup, E.I. Sergeev, A.O. Raghev, P.V. Nasenkov

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

**ORGANIZATION OF FIELD EXPERIMENTS, PHYSICAL
AND SIMULATION MODELING OF HYDRODYNAMICS
OF A FISHING CATAMARAN HULL**

In this article the authors examine the hydrodynamics of a fishing catamaran, consisting of two motor boats of the “Wyatboat - 430” type. The results of experimental studies of a full-scale catamaran, its physical and simulation models are presented. Verification of the calculated data obtained using the Maxsurf Resistance program on the basis of experimental data allows us to reasonably assert that the simulation gives only a flow pattern, and with rough accuracy, which does not guarantee that the traction characteristics of the catamaran will ultimately correspond. Experimental studies of the running and towing characteristics of a catamaran consisting of two motor boats of the “Wyatboat-430” type were carried out at the test sites.

Key words: hydrodynamic resistance, hydrodynamics, catamaran, experiments, swimming pool, testing ground, flume tank.

Проблема сопоставления результатов экспериментальных и расчетных данных по гидродинамике корпуса судна является одной из главных, это связано с обоснованием тяговых характеристик промысловых судов. Наряду с важностью натуральных экспериментов по исследованию гидродинамического сопротивления корпуса судна и его тягового винта, важным является физический эксперимент с моделью корпуса судна, который выполняется в соответствии с теорией подобия, причем он на порядки экономичен. Однако пересчет на натуру является задачей трудоемкой, если не известны масштабные эффекты. Это связано с невозможностью учесть в ряде экспериментов многих критериев подобия, которые могут оказывать влияние на гидродинамические коэффициенты сопротивления и не только. Многие проектировщики корпусов судов из-за отсутствия экспериментальных установок проводят расчеты гидродинамических сопротивлений корпуса судна и тягового винта с помощью имитационного моделирования на различных про-

граммных продуктах. При этом верификация таких расчетов не требуется, так как она проведена для больших судов и учтена в компьютерных программах при условии, что база данных соответствует проекту или нет экстраполяции по ряду параметров корпуса и винта. Однако для маломерного промыслового флота, такого как катамаранный флот, необходимо сделать верификацию расчетных данных, так как база данных подобных проектов имеет закрытый характер.

При проектировании активных орудий рыболовства для прибрежной зоны Российской Федерации требуется промысловый флот, который будет соответствовать нормативному законодательству и запросам судовладельцев с точки зрения экономичности.

Катамараны с использованием для тяги двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электродвигателя (ЭД) могут использоваться для прибрежного рыболовства в ряде районов Российской Федерации, они не прихотливы в эксплуатации и экономичны [1].

На рис. 1 изображен натуральный катамаран. Технические характеристики натурального катамарана представлены в табл. 1.



Рис. 1. Натурный катамаран

Таблица 1

Характеристики натурального катамарана

Длина наибольшая, м	Ширина наибольшая, м	Масса, кг	Мощность мотора (на одну лодку), кВт
4,3	3,2	380	18,3

В данной статье выполнен анализ гидродинамического сопротивления корпуса катамарана, определенного с помощью физических экспериментов с натурным катамараном, его моделью и имитационных экспериментов. Первый эксперимент с натурным катамараном и плавучим якорем (для определения тяговых характеристик катамарана) проводился на полигоне п. Гвардейского и на оз. Виштынецком [2], второй эксперимент проводился в опытовом бассейне КГТУ с моделью катамарана [3], третий эксперимент выполнялся с помощью имитационного моделирования.

В статье не рассматривается сопротивление винта.

При выполнении натуральных экспериментов был создан катамаран – промысловый комплекс с моторами Меркурий по 18,3 кВт (рис. 1). Эксперименты проводились для определения тяги катамарана и его остойчивости при соответствующем нагружении [2]. На рис. 2 изображен промысловый комплекс – катамаран с промысловой палубой перед выходом на испытания. Экипаж состоял из шести человек.



Рис. 2. Промысловый комплекс и палубная команда

На рис. 3 изображена промысловая операция (постановка разноглубинного трала).



Рис. 3. Постановка разноглубинного трала

В результате проведенных экспериментов было подтверждено [4], что при скорости 2,0 м/с (замеряли с помощью GPS) общее сопротивление составило примерно 2 800 Н при выполнении модельных экспериментов, которые проводились в опытовом бассейне ФГБОУ ВО «КГТУ» [3, 5, 6]. Масштабы подобия приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Масштабы мультифизического подобия

Масштаб линейный, C_l	Масштаб массы, C_m	Масштаб действующих сил, C_R
0,15	0,00337	0,058

Геометрические и конструктивные характеристики модели катамарана приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Геометрические и конструктивные характеристики катамарана

Длина наибольшая, м	Ширина наибольшая, м	Материал корпуса	Масса (без промышленной палубы и моторов), кг
0,645	0,48	Стеклопластик, пеноплекс, деревянные балки	1,23

На рис. 4 изображена физическая модель катамарана.



Рис. 4. Физическая модель катамарана

На рис. 5 изображена экспериментальная установка в опытном бассейне ФГБОУ ВО «КГТУ» и закрепленная к ней модель катамарана.

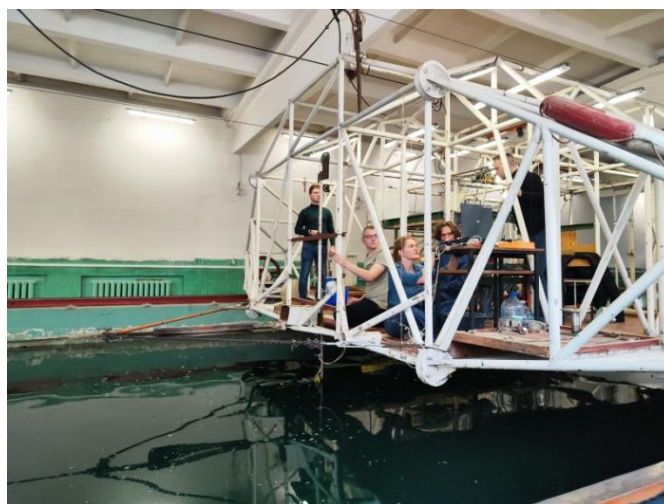


Рис. 5. Экспериментальная установка

В ходе экспериментов с моделью катамарана получены данные по гидродинамическому сопротивлению корпуса катамарана.

Для имитационного моделирования гидродинамики корпуса катамарана была создана 3D-модель катамарана в программе «Blender» (рис. 6), далее прогонка 3D-модели катамарана выполнялась в программе Maxsurf Resistance.

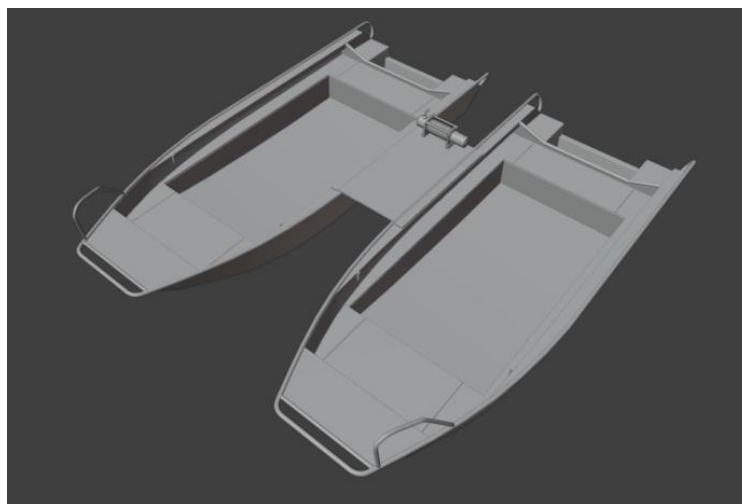


Рис. 6. 3D-модель катамарана

На рис. 7 изображены результаты расчетов в программе Maxsurf Resistance.

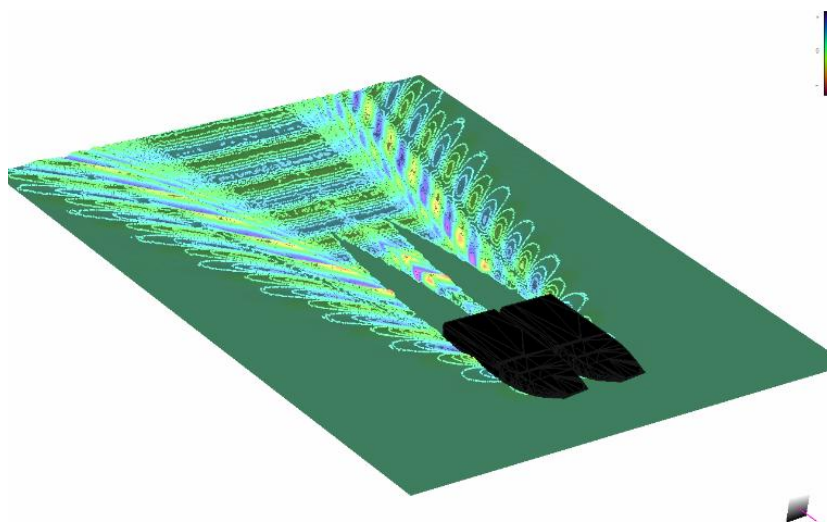


Рис. 7. Картина волнообразования. Расстояние между корпусами 0 мм

В ходе проведения верификационных исследований гидродинамики корпуса катамарана определена важность сопоставления натуральных и модельных опытных данных, а также сопоставление данных гидродинамического сопротивления корпуса катамарана с результатами имитационного моделирования.

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

Литература

1. Колончин К.В., Левашов Д.Е. Особенности конструкции и оснащения современных зарубежных маломерных НИС-катамаранов, используемых в рыбохозяйственных целях // Рыбное хозяйство. – 2023. – № 3. – С. 88–95.
2. Экспериментальные исследования разноглубинного трала 18/95 м на оз. Виштынецкое / А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, Е.Е. Львова, В.В. Сысенко, Д.В. Аскарлов, И.С. Белозер // Вопросы рыболовства.– 2023. – Т. 24, № 2. – С. 92–98.

3. Недоступ А.А., Сергеев Е.И., Чуреев Е.А. Экспериментальные исследования катамарана // Известия КГТУ. – 2024. – № 72. – С. 105–114.

4. Теоретические и экспериментальные исследования гидродинамики плавучего якоря / А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, Е.И.Сергеев, И.С. Белозер // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 2, часть 1. – С. 278–286.

5. Недоступ А.А., Ражев А.О. Создание правил мультифизического подобия тралового комплекса// Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 1 (51) 1. – С. 132–137.

6. Недоступ А.А., Ражев А.О. Критерии мультифизического подобия тралового комплекса // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 4 (54) 1. – С. 232–237.

УДК 629.512

Ю.В. Суханов, А.В. Кабонен, К.В. Бетелев

*Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, 185910
e-mail: yv_sukhanov@petrsu.ru*

БЕСПИЛОТНАЯ ПЛАВУЧАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ

В работе рассматривается конструкция беспилотного катамарана, который проектируется как платформа для размещения оборудования, позволяющего проводить исследования прибрежных акваторий и других водных экосистем. Использование электропривода позволяет отказаться от небезопасного с экологической точки зрения двигателя внутреннего сгорания, а два гребных винта дают возможность повысить маневренность и отказаться от руля. Отличительной чертой конструкции является мобильность и компактность, которая достигается за счет разборной конструкции и надувных корпусов катамарана.

Ключевые слова: беспилотный катамаран, платформа для исследований, электропривод, разборная конструкция, надувные корпуса.

Yu.V. Sukhanov, A.V. Kabonen, K.V. Betelev

*Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, 185910
e-mail: yv_sukhanov@petrsu.ru*

UNMANNED FLOATING PLATFORM TO RESEARCH THE STATE OF COASTAL WATERS

The paper considers the design of an unmanned catamaran, which is designed as a platform for placing equipment that allows conducting research of coastal waters and other aquatic ecosystems. The use of an electric drive makes it possible to abandon the environmentally unsafe combustion engine, and two propelling screw make it possible to increase maneuverability and not use the rudder in the design. A distinctive feature of the design is mobility and compactness, which is achieved due to the quick-assembly structure and inflatable catamaran hulls.

Key words: unmanned catamaran, research platform, electric drive, quick-assembly structure, inflatable hulls.

Российская Федерация имеет одну из самых длинных береговых линий в мире, которая омывается водами трех океанов, а на территории России находятся миллионы рек и озер. Многие водные акватории активно задействованы в хозяйственной деятельности человека. Одной из важнейших задач природоохранной деятельности является мониторинг экологического состояния водных объектов, без которого невозможна охрана и рациональное использование водных ресурсов. Для решения задачи экологического оздоровления водных объектов в России с 2025 г. планируется запустить новый единый федеральный проект в рамках национального проекта «Экология» [1].

Несмотря на активное развитие новых дистанционных технологий мониторинга состояния водных объектов, в том числе с использованием космических спутников, авиации и беспилотных летательных аппаратов, и появление современных компьютерных аналитических инструментов с задействованием ГИС-технологий и даже искусственных нейронных сетей, достоверную информацию об экологии объекта невозможно получить без полевого проботбора. Однако точки для отбора проб могут находиться в труднодоступной местности далеко друг от друга. Кроме того, перемещение между точками отбора проб может потребовать продолжительного времени, специального транспорта для перемещения как по водному объекту, так и по пересеченной местности, а значит, будет достаточно дорогим мероприятием.

В настоящее время беспилотные решения начинают применяться в различных областях народного хозяйства, развиваются как беспилотные летательные аппараты, так и колесная и гусеничная техника. Ведется активная работа по внедрению беспилотных технологий и в судостроении [2, 3]. После решения технических вопросов безопасности беспилотного судоходства и юридических вопросов использования беспилотных судов [4, 5] данные технологии перейдут со стадии тестирования и экспериментов на стадию промышленной эксплуатации.

В Петрозаводском государственном университете начата работа над беспилотной плавающей платформой, позволяющей в будущем монтировать на ней различное оборудование для экологического мониторинга водных экосистем, включая отбор точечных проб воды, как с поверхности, так и с определенной глубины, температуры и мутности воды, скорости течения воды, распознавания подводной обстановки и рельефа эхолотом, подводная видеосъемка погружаемой камерой и т. д.

Беспилотная платформа представляет собой катамаран с двумя надувными корпусами-баллонами. Корпуса соединяются алюминиевыми балками, на которых располагается площадка для установки оборудования, размещения аккумуляторов и системы управления. Конструкция выполнена быстроразборной, что дает возможность в считанные минуты разобрать платформу на несколько частей (рис. 1). После сдувания баллонов платформа может располагаться в станковом рюкзаке, что позволяет перевозить ее не только на авто-, мототранспорте, но и перемещать ее пешком или на велосипеде.

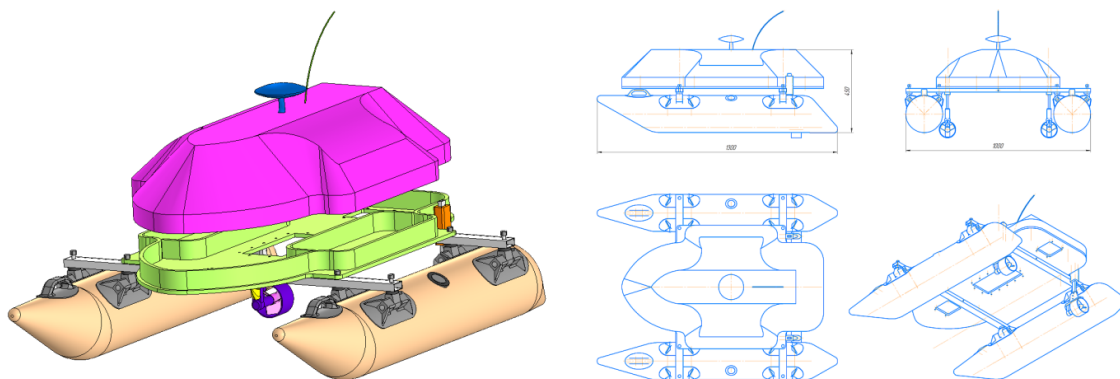


Рис. 1. Внешний вид проектируемой платформы

Баллоны катамарана выполнены из ПВХ плотностью 600 г/м^2 по технологии обычных надувных лодок. На каждом из баллонов приклеены 4 уключины для весел, штоки которых вставляются в отверстия балок и фиксируются стопорными гайками, что и обеспечивает соединение конструкции. Также штоки уключин фиксируют площадку с надстройкой. В каждом баллоне установлен клапан для надувания и сдувания от ножного или электрического насоса. Из дополнительной фурнитуры используются ручки для удобного переноса и швартовки катамарана (рис. 2).



Рис. 2. Надувные баллоны катамарана и их соединение с балкой

В конструкции применяется алюминиевый профиль прямоугольного сечения для соединяющих баллоны балок и консолей крепления электромоторов. Консольное крепление электромоторов позволяет регулировать глубину погружения винтов в зависимости от нагрузки платформы и акватории плавания. Площадка для установки оборудования, размещения аккумуляторов и системы управления выполняется из листового полипропилена толщиной 5 мм. Надстройка формируется из стекловолокна.

Катамаран приводят в движение два трехлопастных гребных винта диаметром 80 мм, имеющих кольцевые насадки для повышения эффективности работы и безопасности эксплуатации судна. Каждый винт приводится от своего электродвигателя, причем они имеют разные направления вращения – один по часовой, а другой против часовой стрелки. Напряжения питания электродвигателей винтов 24 В. Применение двух винтов решает сразу несколько проблем: во-первых, позволяет заметно повысить маневренность, так как при работе одного винта на передний ход, а другого на задний судно разворачивается практически на месте; во-вторых, такая конструкция позволяет отказаться от руля или устройства поворота винта, а значит, упрощая конструкцию, делает ее более надежной.

Использование в конструкции электропривода предотвращает попадание ГСМ и выхлопных газов в окружающую среду, а также значительно снижает шумность. Это позволяет использовать платформу на территории особо охраняемых природных территориях. Для повышения автономности можно применять два комплекта аккумуляторов – пока один комплект установлен на платформе, другой комплект аккумуляторов может заряжаться от сети или в полевых условиях от прикуривателя автомобиля.

В настоящее время ведется работа по сборке системы управления катамараном и созданию надстройки. Авторы планируют испытать платформу на воде в навигационном сезоне 2024 г.

Развитие беспилотных решений, в том числе для проведения экологического мониторинга, должно в будущем упростить и удешевить сбор данных, а значит позволит успешней решать задачи сохранения водных богатств России.

Литература

1. Меркулова О. Единый водный проект с 2025 года охватит все регионы России [Электронный ресурс] // Пресс-служба ФГБУ «РФИ Минприроды». 10 ноября 2023. – URL: <https://rfi.mnr.gov.ru/news/industry-news/edinyy-vodnyy-proekt-s-2025-goda-okhvatit-vse-regiony-rossii> (дата обращения: 2024.02.10)
2. Ривкин Б.С. Беспилотные суда. Навигация и не только // Гироскопия и навигация. – 2021. Т. 29, № 1 (112). – С. 111–132.
3. Данилов О.О., Каретников В.В., Косяк Я.В. К вопросу развития беспилотных технологий в области водного транспорта // Символ науки. – 2019. – № 4. – С. 35–38.
4. Козлова Е.Е., Залипаева Е.А. Электронная навигация на море // Евразийский Союз Ученых. – 2019. – № 8–2 (65). – С. 35–36.
5. Королева В.Д., Юрченко Д.А. Использование беспилотных морских судов: правовые аспекты и перспективы развития // Океанский менеджмент. – 2023. – № 4 (22). – С. 25–27.

УДК 339.138

О.К. Фризоргер, М.В. Мирославская

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург, 190005
e-mail: r1m8102@voenmeh.ru*

**МАРКЕТИНГОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ
ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ НА РЫНКЕ
(НА ПРИМЕРЕ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ)**

Каждая компания стремится к росту прибыли, увеличению сбыта продукции, увеличению финансовых показателей, укреплению позиций на рынке, а также к экспансии новых рынков. Для продвижения конкурентоспособности организации следует выстраивать специализированную маркетинговую стратегию. За комплекс данных потребностей отвечает отдел маркетинга компании, которые стимулирует и развивает каждое направление компании. Маркетинг – это вид деятельности компании, направленный на ее продвижение на рынке. Предложенные в работе маркетинговые мероприятия потенциально приводят к продвижению организации и улучшению позиций в условиях конкурентной борьбы. Каждый из маркетинговых методов проработан индивидуально, основан на конкретной функции и развивает собственные пути развития компании.

Ключевые слова: маркетинговые мероприятия, маркетинг, маркетинговые методы.

О.К. Frizorger, M.V. Miroslavskaya

*Baltic State Technical University “VOENMECH” named after D.F. Ustinova,
Saint-Petersburg, 190005
e-mail: r1m8102@voenmeh.ru*

**MARKETING ACTIVITIES TO PROMOTE THE ORGANIZATION IN THE MARKET
(USING THE EXAMPLE OF THE FISHING INDUSTRY)**

Each company strives to increase profits, increase product sales, increase financial performance, strengthen its position in the market, as well as expand into new markets. To promote competitiveness, an organization should build a specialized marketing strategy. The company's marketing department is responsible for the complex of required data, which stimulates and develops each direction of the company. Marketing is a type of activity of a company aimed at promoting it in the market. The marketing activities proposed in the work potentially lead to the advancement of the organization and improvement of positions in a competitive environment. Each of the marketing methods is developed individually, based on a specific function and develops its own ways of developing the company.

Key words: marketing activities, marketing, marketing methods.

В последнее время в российской экономике были сформированы условия для комплексной и стратегической маркетинговой деятельности компании. Конкуренция на рынке производителей, формирование ими рыночных отношений путем изучения спроса, сегментации потребителей, влияние на выбор заказчика способствуют завоеванию более выгодных позиций на рынке. По итогу продуктивные маркетинговые мероприятия помогают сформировать ценность продукта и приводят компанию к лидирующим позициям на рынке.

Маркетинг используется в любой сфере деятельности организации. Разумеется, маркетинг не прошел стороной рыболовную сферу и рыболовную промышленность. Маркетинговое управление в рыболовной промышленности сложное, особенно в аспекте ценообразования и планирования ассортимента продовольственных товаров. Применение маркетингового плана в предприятиях рыболовной промышленности помогает провести изучение тенденций и структуризацию развития рынка рыбных товаров. Также маркетинговые мероприятия способствуют корректному распределению ресурсов для выполнения актуальных задач для эффективной конкуренции на рынке.

В последние годы руководство организаций начало выделять большее количество ресурсов на продвижение отдела маркетинга. Ранее считалось, что двигатель бизнеса – это отдел продаж, и руководство выстраивало развитие бизнеса на увеличении отдела продаж. Последние исследования ученых показывают, что продвижение организации состоит из нескольких ключевых вещей: позиционирование компании на рынке, качественный продукт, запоминающаяся упаковка товара, продажи и главное маркетинговая стратегия. Маркетинговая деятельность фирмы выстраивает модель поведения на рынке, включая вышеперечисленные пункты.

Реализация маркетинговых мероприятий представляет собой формирование ряда стратегий в отношении основных его составляющих: товарной, ценовой, сбыта и коммуникации. Товарная стратегия формирует разработку новых и оптимизацию существующих товаров, выведение их на рынок, позиционирование организации в области упаковки и маркировки. Ценовая стратегия формирует политику предприятия в области цен. Проводит мониторинг цен конкурентов, сравнивает финансовые показатели, ищет возможности модернизации затрат на закупку и логистику. Стратегия сбыта определяет каналы распределения, логистические вопросы, а также вопросы хранения. Безусловно, с учетом оптимизации всех затрат. Стратегия коммуникации определяет последовательные действия в области рекламы, формирования и стимулирования сбыта, создания образа предприятия.

Объемы потребления рыбной продукции напрямую зависят от уровня доходов населения. Можно отметить, что население с низким уровнем дохода потребляет виды рыб низкого ценового диапазона (хек, минтай, пишка), со средним уровнем дохода – виды рыб среднего ценового диапазона (треска, сельдь, горбуша, скумбрия), а потребители с более высокими доходами – более дорогостоящую продукцию (лосось, форель, осетровые породы, филе).

Перспективным рычагом продвижения продовольственных товаров являются агропромышленные выставки. В последнее время агропромышленные выставки приобрели большую значимость для современных поставщиков, производителей, дилеров и ритейла. На данных мероприятиях компании и производители находят большое количество дистрибьюторов, которые готовы взять их продукт под реализацию или закупить большой объем. Выставки проходят в разных городах России и привлекают большое количество торговых сетей, которые имеют поставки с широкой географией. Таким образом, рыбные продукты будут расширять географию поставок по стране, тем самым выводя производителей на новый рынок и на новый уровень бизнеса.

Маркетинговое мероприятие дает большую гарантию того, что торговые сети согласятся на дистрибуцию продукта. Такое маркетинговое мероприятие, как тест-драйв продукта, другими словами – сбыт товара под реализацию, предоставляет целевой аудитории возможность протестировать продукт перед его приобретением. Например, крупная торговая сеть, имеющая свои торговые представительства (магазины) во многих регионах России, может протестировать отдельную группу рыбных товаров для выявления наиболее популярных продуктов. Данный инструмент несет ценность для торговой сети, так как сеть выявляет потребности потребителя с минимальными издержками, а также несет ценность для самого производителя рыбной продукции, так как торговая сеть выставляет товар на полках магазина, при этом выбирается наиболее популярная продукция, и на основе проведенного тестирования можно выстраивать дальнейшую маркетинговую и производственную стратегию.

Маркетинговые методы продвижения рыбной продукции на рынке заключаются в увеличении популярности потребления. Основная маркетинговая цель в данной стратегии состоит в том, чтобы создать и развить привлекательность и полезность продукта. На упаковках рыбной продукции крайне редко отмечаются положительные качества продукта и его польза для здоровья. Потребитель чаще всего не задумывается, насколько может быть полезен продукт, а ведь именно этот пункт играет важную роль при выборе качественных и полезных товаров. Такой метод продвижения выстраивается на создании отличительной упаковки, которая несет в себе краткое описание пользы рыбной продукции.

Реализация маркетинговых задач влияет на положение компании на рынке, ведение бизнеса и получение максимальной прибыли, поэтому развитию и деятельности отдела маркетинга стоит уделять большое внимание внутри фирмы. Одним из маркетинговых методов продвижения организации на рынке является улучшение менеджмента и отдела маркетинга компании для увеличения работоспособности сотрудников и достижения высоких целей. Внедрение новых систем управления в компании позволит изменить подход к работе сотрудников и руководству проек-

тами, изменить саму систему производства, уменьшить издержки и увеличить объем прибыли организации, которую при необходимости можно будет перераспределить на новые производственные нужды.

Маркетинговая стратегия по уменьшению стоимости затрат и сокращению производственных издержек направлена на перераспределение затрат по производству и логистике для уменьшения себестоимости позиций и снижения конечной цены. Также довольно часто используется стратегия по искусственному занижению цены (демпинг). Это целенаправленное понижение стоимости товара по сравнению с предложением конкурентов в целях популяризации собственной продукции за счет привлекательности по стоимости.

Рыбное производство имеет огромный потенциал в расширении рынка сбыта не только путем увеличения линейки производимой продукции, но и путем выхода на новые региональные рынки. Продуманный маркетинговый план дает возможности к росту рыбной отрасли в России, в том числе благодаря использованию методов, которые были перечислены выше.

Литература

1. *Березин И.С.* Маркетинг и исследования рынков. – М.: Русская деловая литература, 2002. – 416 с.
2. *Синяева И.М., Земляк С.В., Синяев В.В.* Маркетинговые коммуникации: Учеб. для высших учебных заведений по специальности «Маркетинг». – М.: Дашков и К°, 2011. – 323 с.
3. *Кокорев Ю.И.* О состоянии и перспективах развития рыбного хозяйства России: Доклад на Годовом собрании Международного союза рыбохозяйственных ассоциаций.
4. *Быстрицкий С.П., Синченко Б.П.* Государственное регулирование регионального развития в период становления рыночных отношений. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1994. – 56 с.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 681.5:556.332.52

О.А. Белавина¹, В.А. Швецов¹, Б.А. Опрышко^{1,2}

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

² Камчатский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕРКИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ДАТЧИКОВ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИБОРОВ LEVELOGGER EDGE LTCM

Цель исследования – разработать методику проверки в полевых условиях датчиков гидростатического давления приборов марки Levelogger Edge LTCM. Исследования выполнены на наблюдательной скважине № 53 Авачинского водозабора Елизовского месторождения питьевых вод. Анализ результатов измерений высоты водяного столба показал, что они относятся к категории высокоточных. Авторами предложена методика проверки датчиков гидростатического давления приборов Levelogger Edge LTCM.

Ключевые слова: измерение высоты водяного столба, датчики гидростатического давления, методика проверки в полевых условиях.

О.А. Belavina¹, V.A. Shvetsov¹, B.A. Opryshko^{1,2}

¹ Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

² Kamchatsky Vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR FIELD TESTING OF HYDROSTATIC PRESSURE SENSORS OF LEVELOGGER EDGE LTCM DEVICES

The purpose of the study is to develop a methodology for field testing of hydrostatic pressure sensors of Levelogger Edge LTCM devices. The studies were performed at observation well No. 53 of the Avachinsky intake of the Yelizovsky drinking water field. Analysis of the results of measurements of the height of the water column showed that they belong to the category of high-precision. The authors proposed a method for checking the hydrostatic pressure sensors of Levelogger Edge LTCM devices.

Key words: measuring the height of a water column, hydrostatic pressure sensors, field testing methods.

Как известно из литературных источников и практического применения измерительных приборов, все приборы, в том числе датчики гидростатического давления, в течение эксплуатационного периода могут изменять свои показания из-за дрейфа прибора, так называемого дрейфа нуля [1]. Чаще всего на практике статический и динамический уровни подземных вод контролируют с использованием звуковых приборов марки Well Watch 670.

Однако выполнять измерения, необходимые при проведении экологического мониторинга подземных вод удобнее с помощью приборов марки Levelogger Edge. При эксплуатации приборов марки Levelogger Edge в водозаборных скважинах в течение длительного времени возникает

необходимость проведения периодических проверок правильности их показаний в полевых условиях [2]. Следовательно, предприятиям-водопользователям требуется методика для проверки в полевых условиях датчиков гидростатического давления приборов марки Levelogger Edge.

Цель исследования – разработать методику проверки в полевых условиях датчиков гидростатического давления приборов марки Levelogger Edge LTCM.

Экспериментальная часть

Объект – наблюдательная скважина № 53 Авачинского водозабора Елизовского месторождения питьевых вод;

Период проведения проверки – 27.10.2021 г. (15:17:00 по 15:47:00);

Проверяемые приборы (находились в эксплуатации в скважинах Авачинского водозабора в течение 10 месяцев, с 17.12.2020 г. по 26.10.2021 г.):

– прибор Levelogger Edge LTC M 100 № 1 (серийный номер 1079928);

– прибор Levelogger Edge LTC M 100 № 2 (серийный номер 1079922).

Порядок выполнения эксперимента

Проверяемые приборы установили в специальное подвесное устройство;

Приборы запрограммировали на синхронное измерение высоты водяного столба в течение 10 минут с интервалом времени измерения 10 секунд;

Включили режим «Измерение».

Выполнили первый и второй этапы эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Этапы эксперимента

№ этапа эксперимента	Глубина погружения приборов, примерно, м	Период измерения показаний	Интервал времени измерения, с	Количество выполненных измерений
1	9	15:17:00 – 15:27:00	10	61
2	2	15:36:00 – 15:47:00	10	67

Результаты измерений оценивали в ходе эксперимента.

Выполнили математическую обработку результатов эксперимента для оценки точности полученных результатов измерений высоты водяного столба (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Статистические расчеты по показаниям приборов, погруженных на глубину примерно 9 м

№ прибора	Результаты измерения, см	Количество результатов	Среднее значение, см	Доверительный интервал, см	Дисперсия	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
1	886,34÷886,37	2	886,67	±0,04	0,02649	0,1628	0,02
	886,40÷886,49	8					
	886,50÷886,59	9					
	886,60÷886,68	15					
	886,71÷886,79	12					
	886,81÷886,89	10					
2	886,92÷886,95	5	884,67	±0,04	0,02287	0,1512	0,02
	884,32÷884,39	3					
	884,40÷884,49	6					
	884,52÷884,59	9					
	884,61÷884,68	14					
	884,70÷884,77	14					
	884,80÷884,86	12					
884,94÷884,97	2						
885,01÷885,01	1						

Таблица 3

Статистические расчеты по показаниям приборов, погруженных на глубину примерно 2 м

№ прибора	Результаты измерения, см	Количество результатов	Среднее значение, см	Доверительный интервал, см	Дисперсия	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
1	186,66÷186,66	1	187,10	±0,05	0,04262	0,2065	0,11
	186,71÷186,74	2					
	186,83÷186,89	5					
	186,91÷186,99	9					
	187,00÷187,09	16					
	187,10÷187,19	17					
	187,24÷187,29	3					
	187,30÷187,39	7					
	187,41÷187,47	2					
	187,50÷187,54	4					
187,60÷187,60	1						
2	184,76÷184,76	1	185,17	±0,04	0,02964	0,1722	0,09
	184,91÷184,99	4					
	185,00÷185,09	15					
	185,10÷185,19	19					
	185,20÷185,29	14					
	185,32÷185,35	12					
	185,40÷185,40	1					
	185,51÷185,58	3					
185,62÷185,65	3						

Анализ результатов измерений показал следующее. Результаты измерений высоты водяного столба, выполненные с помощью приборов № 1 и № 2, погруженных на глубину примерно 9 м и примерно 2 м, относятся к категории высокоточных [3].

Для подтверждения полученных выводов выполнили статистическую обработку результатов измерений водяного столба, полученных в ходе двух этапов эксперимента. При изучении метрологических характеристик оценку однородности дисперсий выполняли по критерию Фишера; оценку значимости расхождений средних результатов показаний приборов – по критерию Стьюдента [4] (табл. 4).

Таблица 4

Оценка значимости расхождений средних результатов измерений

Этап эксперимента	Сравниваемые дисперсии	Проверка однородности по критерию Фишера	Сравнение с табличным значением критерия Стьюдента	Вывод
1 этап (приборы погружены в воду на глубину примерно 9 м)	$S_1^2 = 0,02649$; $S_2^2 = 0,02287$;	$F = 1,158 < F(0,05; f_1 = 60; f_2 = 60) = 1,530$; Дисперсии однородны. Среднее значение дисперсий 0,02468; $f = 120$;	$t = 70,35$; $t \gg t(0,001; 120) = 3,37$;	Между результатами измерений высоты водяного столба, полученными с помощью прибора № 1 и прибора № 2, существует значимое систематическое расхождение, равное $(2 \pm 0,05)$ см.
2 этап (приборы погружены в воду на глубину примерно 2 м)	$S_1^2 = 0,04262$; $S_2^2 = 0,02964$;	$F = 1,438 < F(0,05; f_1 = 66; f_2 = 66) = 1,531$; Дисперсии однородны. Среднее значение дисперсий 0,03613; $f = 132$;	$t = 58,79$; $t \gg t(0,001; 132) = 3,37$;	Между результатами измерений высоты водяного столба, полученными с помощью прибора № 1 и прибора № 2, существует значимое систематическое расхождение, равное $(1,93 \pm 0,05)$ см.

Анализ результатов выполненных исследований выявил разницу в показаниях приборов № 1 и № 2, обусловленную дрейфом показаний приборов, при этом прибор № 2 следует использовать в качестве контрольного прибора.

Организациям-водопользователям при выборе приборов необходимо учитывать цель выполнения измерений, в частности измерения для экологического мониторинга требуют большей точности, чем рядовые измерения, выполняемые в процессе эксплуатации.

Методика проверки датчиков гидростатического давления приборов Levelogger Edge LTCM в полевых условиях состоит из следующих действий:

- Рабочий прибор вынуть из скважины.
- Разместить на специальном подвесном устройстве рабочий и контрольный приборы.
- Приборы запрограммировать на синхронные измерения с интервалом 10 секунд между измерениями в течение 10 минут.
- Приборы погрузить в воду на максимальную глубину.
- Выдержать 6 минут приборы в воде.
- Снять показания.
- Результаты измерений из регистраторов прибора перенести в компьютер.
- Достать приборы из скважины.
- Контрольный прибор снять с подвесного устройства.
- Рабочий прибор погрузить в воду на заданную глубину.
- Снять показания прибора.
- Оценить величину систематического расхождения и точность измерений по результатам математической обработки.
- Определить величину поправки.
- Принять решение о целесообразности введения поправки в показания прибора.

Литература

1. Методика поверки 208-028-2016 Уровнемеры гидростатические «КЕДР-ДМЗ» // НПО «Полином» [Электронный ресурс]. – URL: <http://fogstream.ru/> (дата обращения: 15.02.2021).
2. Методические указания по производству наблюдений за режимом температуры подземных вод // Сост. Н.М. Фролов, В.Н. Шкатулкин. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1982. – 40 с.
3. ГОСТ 8.736-2011 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52042> (дата обращения: 25.02.2021).
4. Смагунова А.Н., Корпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии: Учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 339 с.

УДК 502/504(571.53/.55)

О.А. Бельх

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: olga.belykh@klgtu.ru*

ФЛОРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ПРИБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ

Описаны растительные сообщества сукцессионного типа на антропогенно нарушенных территориях. Указаны причины антропогенного воздействия и рекомендации по восстановлению естественных природных сообществ. Сделана оценка наблюдаемых изменений и эффекта деятельности человека. Материалы исследования могут быть использованы для принятия решений о предотвращении отрицательных последствий туристической деятельности и экологической безопасности озера Байкал.

Ключевые слова: Прибайкальский национальный парк, флористическое разнообразие, редкие виды, хозяйственная деятельность, природоохранные рекомендации.

O.A. Belykh

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: olga.belykh@klgtu.ru*

PHLOROGENETIC SIGNALS WITH AN INCREASE IN TOURIST ACTIVITY IN THE BAIKAL NATIONAL PARK

Successional type plant communities in anthropogenically disturbed territories are described. The reasons for the anthropogenic impact and recommendations for the restoration of natural communities are indicated. An assessment of the observed changes and the effect of human activity is made. The research materials can be used to make decisions on the prevention of negative consequences of tourism activities and environmental safety of Lake Baikal.

Key words: Baikal National Park, floral diversity, rare species, economic activity, environmental recommendations.

Флористическое богатство растительных сообществ имеет важное значение для стратегии самоподдержания природных ландшафтов. Флорогенетический сигнал представляет собой информацию, содержащуюся в растительном покрове определенной местности и связанную с ее биологическим разнообразием и экологическими особенностями. Этот сигнал можно изучать с помощью различных методов, включая изучение видового состава растительности, исследование ее фитосоциологической структуры, анализ биогеоценозов и др. Литература на эту тему включает работы ученых-флористов, экологов, ботаников, географов и других специалистов, занимающихся изучением растительного мира и его влиянием на экосистему [1–4]. Важным источником информации о флорогенетическом сигнале могут служить научные статьи, публикации в специализированных журналах и отчеты по результатам экспедиционных исследований. Актуальность этой информации состоит в том, что она помогает понять механизмы взаимодействия растительного мира с окружающей средой и принципы формирования растительного покрова на особо охраняемых территориях.

Статистические данные о туристическом потоке на озеро Байкал свидетельствуют, что за последнее время он растет ежегодно на 40%. Более 3 млн человек посетили озеро Байкал в 2023 г., примерно две трети этого потока пришлось на Прибайкальский национальный парк [5].

В результате рекреационной деятельности может происходить фрагментация или уничтожение местообитаний организмов животного и растительного мира, что приводит к изменениям видового богатства, обилия и структуры сообществ. Отклонения в составе и структуре от коренного состояния на определенный момент времени позволит определить степень нарушенности сообществ изучаемой территории и, соответственно, сохранности природных комплексов. Оценка состояния биоразнообразия проводится по нескольким ключевым группам, которые являются хорошими индикаторами состояния естественной сохранности ландшафтов: в основу об изменениях растительных сообществ взяты сосудистые растения [6, 7].

Цель работы: анализ наблюдаемых изменений биоразнообразия в Прибайкальском национальном парке, создание информационной основы для предотвращения негативных последствий антропогенной деятельности на территории Прибайкальского национального парка.

Программа работ по биологическому мониторингу на территории Прибайкальского национального парка в 2019–2020 г. состояла из двух этапов: полевых исследований и камеральной обработки собранных материалов. Первый этап полевых исследований – сбор сведений о существующей инфраструктуре участка, натурные съемки участка, сбор данных о растительных сообществах, поиск редких видов растений, детальное изучение флоры участка. Второй этап – камеральные работы по определению собранного материала, разработка природоохранных рекомендаций и подготовка итогового отчета.

Полевые работы выполнены в летний период 2021–2022 гг. В ходе исследований проводились описания и визуальная оценка растительности на пробных площадях площадью 100 кв. м в пределах рекреационной зоны, выбранных в зависимости от разностей рельефа, биотопа и растительного покрова, репрезентативно представляющих участок исследования в целом. Проведена перепись видового состава флоры обследуемой территории со сбором гербарного материала тех растений, видовая принадлежность которых нуждалась в уточнении.

В зоне влияния объекта выявлены рудеральные сообщества и несомкнутые растительные группировки на местах возле построек, грунтовых тропинок и у откосов автодороги. Все степные цензы полосы прилегания к участку изысканий находятся на различных стадиях пастбищной дигрессии, что выражается в обеднении видового состава, присутствии, а местами значительном обилии сорных видов растений. На значительной площади в полосе прилегания растительный покров уничтожен вследствие регулярного проезда автотранспорта вне основной трассы.

Прилегающая территория включает соровое озеро Зама, широкую галечную косу от скальных склонов мыса Арал с протокой между озером и Байкалом, и до северной оконечности озера, с запада ограничено автомобильной дорогой с деревней Зама, раньше Большая Зама, и территорией бывшей деревни Малая Зама. По косе и мысу Арал идет дорога для проезда автомобилей. Посещаемая площадь в виде отделяющей соровое озеро галечной косы шириной до 20 м, длиной около 1 200 м, береговой полосы вдоль восточной и южной части озера Зама шириной до 20 м и длиной около 800 м составляет 4,0 га. Ландшафты относятся к категории террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковых степей (даурского типа) на дерново-луговых, каштановых почвах и черноземах оподзоленных и обыкновенных, иногда на солонцах остаточных и луговых.

Территория по классификации рекреационного использования отнесена к классу соответствия «поселковый». Территория характеризуется заметно измененной и местами выходящей естественно природой, присутствие человека очевидно только по строениям на западном берегу, остаткам строений, заметных следов выпаса скота. Состояние растительности удовлетворительное, заметно замещение синантропными видами. Уровень использования территории в течение дня высокий, уровень трудности – низкий, риск пребывания отсутствует. Существенным фактором использования береговой полосы является наличие сети дорог для проезда транспорта, деревни Зама, баз отдыха.

Обследованы индикаторы экологического состояния природной территории ПНП. Природоохранные индикаторы показывают, насколько успешными являются природоохранные мероприятия и насколько в хорошем или плохом состоянии находится природа на объекте рекреационного использования. Индикаторы нагрузок показывают интенсивность человеческой деятельности – например, степень использования возобновляемых природных ресурсов – сукцессию растительных сообществ и число видов растений. В наблюдаемый период было выяв-

лено 17 стоянок для палаток вдоль южного берега озера Зама и пять стоянок на галечной косе, семь съездов к воде. Индикатором оценки достижения цели «Обеспечивается благоприятный статус видов и местообитаний, разнообразие ландшафтов, местообитания функционируют как интегрированная экологическая сеть» является улучшившийся статус количества видов. Рекреационная емкость территории составляет по оценке текущей емкости (ТЕ) – 190 человек (до 10 человек на 19 стоянках). Корректирующим факторами являются протяженность косы у соровых озера, частое присутствие пасущегося скота и лошадей, наличие галечного пляжа протяженностью (более 1 500 м).

В соответствии со ст. 17 Федерального закона от 01.05.1999 № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» (Государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду Байкальской природной территории) база отдыха может быть отнесена к IV категории объектов, не оказывающих заметного воздействия на окружающую среду. Объект подлежит федеральному экологическому надзору. Деятельность на базе отдыха связана с появлением отходов производства готовых пищевых продуктов и блюд, относящихся к V классу опасности.

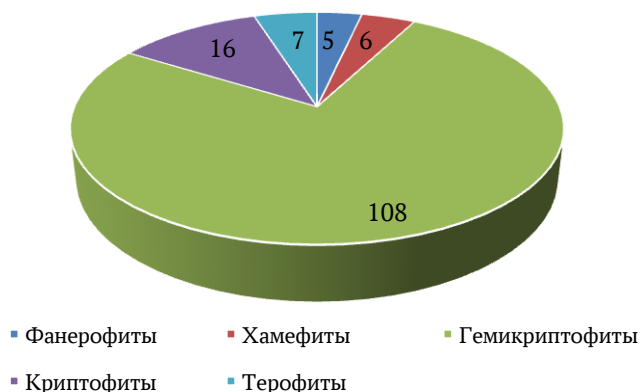
В границах рекреационной зоны коренные растительные сообщества уничтожены. В настоящее время растительность представлена восстановительными сукцессиями. Выявлены следующие растительные сообщества:

- узколистномятликовый луг;
- кострцовый остепненный луг;
- разнотранно-злаково-одуванчиковый луг;
- пырейный луг;
- разнотравно-злаково-полынная степь;
- полынно-леймусовая степь;
- полынно-разнотравно-злаковая степь;
- леймусовая степь;
- володушково-смешаннозлаковая степь;
- твердоватоосоковая степь;
- холоднополынная степь;
- фрагменты крыловоковыльной степи;
- лиственничная редина остепненная разнотравно-злаковая;
- лиственничник рододендроновый.

На исследованной территории вокруг турбаз описаны несомкнутые пионерные растительные группировки, заросли рудеральных видов и сообщества из смеси степных и рудеральных растений. С запада, севера и частично с востока к турбазе примыкает сосново-лиственничный рододендроновый лес, с юга – разнотравно-злаковая степь. Всего на территории зафиксировано 142 вида сосудистых растений, в составе 34 семейств.

На участке выявлены местообитания двух редких видов растений: кизильник блестящий – эндемик Прибайкалья, занесен в Красную книгу Российской Федерации (категория 3) и Красную книгу Иркутской области (категория 3); лилия карликовая – занесена в Красную книгу Иркутской области (категория 3) [8-10];

Соотношение жизненных форм по К. Раункиеру представляет биологический спектр видов на исследованной территории. Процентное распределение растений показано на рисунке, деревья занимают 5% видового состава, кустарнички 6%, корневищные травы 16%, доминируют многолетние травы – их 108% и доля однолетников – 7%.



Биологический спектр жизненных форм растений на рекреационной территории пос. Зама

Флористические исследования на байкальской природной территории проводятся довольно интенсивно различными научными и природоохранными организациями и коллективами [11, 12]. Сравнительные оценки данной природ-

ной территории в ботаническом отношении неутешительны. Строительство новых объектов рекреационного назначения находится на стадии планирования, а растительные сообщества уже испытывают значительные нагрузки, связанные с последствиями организованного туризма. Уже имеющийся за последние десятилетия поток автотуристов к теплому озеру, где можно отдыхать и купаться, и целебному источнику с минеральной водой, которую можно пить, оказывает заметное влияние на хрупкую сибирскую флору [13].

Для уменьшения негативного воздействия на растительный покров необходимо осуществлять рекомендации экологов: проход и проезд сотрудников и отдыхающих только по существующим тротуарам и дорогам; обеспечить режим покоя на участках, не являющихся местами рекреации, для протекания естественного процесса восстановления растительного покрова; исключить захламливание территории турбазы бытовым мусором; соблюдать противопожарную безопасность. Мероприятия по восстановлению естественных природных сообществ или отдельных их утраченных свойств – видového разнообразия, ярусности, отдельных растительных ассоциаций: восстановление нарушенных естественных экологических систем путем осуществления посадки или посева травянистых растений, кустарников; удаление чужеродных растений; ликвидация стихийных пикниковых точек, площадок отдыха и троп.

Растительный покров на территории ПНП преобразован по причине длительного антропогенного воздействия: строительство зданий и коммуникаций, эксплуатация. В настоящее время растительность находится на стадии восстановления. Имеющиеся охраняемые и редкие виды растений, особенно популяция лилии карликовой, требуют бережного обращения с местами произрастания видов, которые рекомендуется сохранить путем огораживания и интродукции в менее технически затронутые места.

Литература

1. Alizoti P.G., Aravanopoulos F.A. Conserving Biodiversity and Plant Genetic Resources: The Hellenic Legal Framework: Conservation of Genetic Resources // *Forests of Southeast Europe Under a Changing Climate*; 2019. 141–148. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-95267-3_11
2. Диалектика видов: от исходного единообразия, через максимально возможное разнообразие к конечному единообразию / А.В. Родионов, В.С. Шнеер, А.А. Гнутиков и др. // *Ботанический журнал*. – 2020. – Т. 105, № 9. – С. 835–853. – DOI 10.31857/S0006813620070091.
3. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология: Принципы и методы. – М.: ФГУП «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр “Наука”», 1978. – 212 с.
4. Информационно-аналитическая система по фиторазнообразию Байкальской Сибири / А.В. Верховзина, Р.К. Федоров, С.Г. Казановский и др. // *Известия Иркутского государственного университета*. Серия: Биология. Экология. – 2016. – Т. 17. – С. 12–29.
5. Мишустин М.В. Более 3 млн человек посещают ежегодно озеро Байкал [Электронный ресурс] // *Интерфакс, Россия*. – URL: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/news>.
6. Формирование концептуальных основ оценки экологических рисков состояния растительного покрова / А.В. Верховзина, В.И. Воронин, Т.И. Морозова и др. // *Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории / СО РАН Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова*. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2022. – С. 91–138.
7. Красная книга Иркутской области. – Иркутск: *Время странствий*, 2010. – 480 с.
8. Красная книга Российской Федерации: Растения грибы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
9. Дицевич Я.Б., Белых О.А., Русецкая Г.Д. Применение новых технологий в борьбе с нарушениями экологического законодательства [Электронный ресурс] // *Всероссийский криминологический журнал*. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 295–305. – URL: [http://dx.doi.org/10.17150/2500-4255.2021.15\(3\).295-305](http://dx.doi.org/10.17150/2500-4255.2021.15(3).295-305).
10. Черятова Ю.С., Пашалиев З.Л., Разуваева Д.Г. К вопросу о сохранении биоразнообразия растений in situ // *Биосферное хозяйство: теория и практика*. – 2022. – № 11(52). – С. 18–24.

11. *Kanitskaya L.V., Gorbunova O.I., Belykh O.A.* Sulfur content in needles of cedar (*Pinussibirica* Du Tour) and siberian fir (*Abiessibirica* Ledeb.) of the Southern Baikal Region: Influence of industrial emissions // *Acta Biologica Sibirica*. – 2022. – № 8. – P. 903–917. – DOI 10.5281/zenodo.7728950.

12. *Белых О.А.* Региональные ресурсы полезных растений для экономики // *Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права)*. – 2012. – № 1. – С. 21.

13. *Белых О.А., Русецкая Г.Д.* Оценка эффективности инструментов реализации принципов устойчивого управления лесами в Восточной Сибири // *Лесной вестник. Forestry Bulletin*. – 2019. – Т. 23, № 1. – С. 5–13.

УДК 502/504(470.21)"2023"

Е.А. Горбачева, М.А. Новиков

*Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
Мурманск, 183038
e-mail: e.gorbacheva@pinro.vniro.ru*

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА В 2023 ГОДУ

Изучено содержание хлорорганических пестицидов (ГХЦГ, ГХБ и ДДТ), ПХБ, тяжелых металлов и мышьяка в воде рек Урицы, Туломы, Нивы и оз. Федосеевского, а также в донных отложениях оз. Федосеевского в мае – августе 2023 г. Концентрации хлорорганических пестицидов, ПХБ и As в воде исследованных водоемов не превышали рыбохозяйственные ПДК. В реках Урице, Туломе и Ниве регистрировалось превышение рыбохозяйственной ПДК по содержанию в воде Cu. Максимальное загрязнение Cu отмечали в р. Ниве. Концентрации Fe, Zn, Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb и Hg в воде водоемов были ниже установленных для этих металлов рыбохозяйственных нормативов. Содержание ГХЦГ в донных отложениях оз. Федосеевского составляло 1,2 нг/г, ГХБ – 0,05 нг/г, ДДТ – 2,0 нг/г, ПХБ – 1,9 нг/г сухой массы. Накопление металлов в донных отложениях оз. Федосеевского соответствовало фоновому уровню, а As – уровню «умеренное загрязнение».

Ключевые слова: вода, реки, озера, загрязнение, Кольский п-ов, хлорорганические соединения, тяжелые металлы, мышьяк.

E.A. Gorbacheva, M.A. Novikov

*Polar Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038
e-mail: e.gorbacheva@pinro.vniro.ru*

CONTAMINATION OF INLAND WATERS IN THE KOLA PENINSULA IN 2023

This paper studies the content of organochlorine pesticides (HCHs, HCB and DDTs), PCBs, metals and As in the Uritsa, Tuloma, Niva Rivers and Lake Fedoseevskoe, as well as in the bottom sediments from Lake Fedoseevskoe in May-August 2023. The concentrations of organochlorine pesticides, PCBs and As in the examined waters did not exceed the Russian standard established for Water Bodies of Fishery Importance. In the rivers Uritsa, Tuloma and Niva, the content of Cu in the examined waters was higher than the Russian standard. The highest water contamination with Cu was detected in the Niva River. The concentrations of Fe, Zn, Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb and Hg were lower than the Russian standards for these metals. In the bottom sediments from Lake Fedoseevskoye, the content of HCHs was 1.2 ng/g, HCB – 0.05 ng/g, DDTs – 2.0 ng/g, PCBs – 1.9 ng/g of dry weight. The accumulation of metals and As in the bottom sediments from Lake Fedoseevskoye corresponded to the background level and “moderate pollution” level, respectively.

Key words: water, rivers, pollution, Kola Peninsula, organochlorine compounds, heavy metals, arsenic.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод Кольского п-ова и Мурманской области являются предприятия горнодобывающей, металлургической и перерабатывающей промышленности, среди которых АО «Кольская ГМК», АО «Ковдорский ГОК», АО «Апатит», АО «Олкон», ООО «Ловозерский ГОК». Негативное воздействие на качество поверхностных вод оказывают также стоки и выбросы предприятий жилищно-коммунального сектора городов Мурманска, Апатитов, Мончегорска, Оленегорска, Кандалакши. Кроме того, в бассейнах рек Печенги, Колы, Патсойоки и др. из-за выбросов промышленных предприятий наблюдается антропогенное закисление поверхностных вод, которое вызывает выщелачивание металлов из горных пород и увеличение их концентраций в водотоках [1].

В зимний период вследствие дальнего атмосферного переноса в атмосферу над Кольским п-овом поступает загрязнение из средних широт от источников эмиссии, расположенных в Евразии [2]. В результате сухих и влажных выпадений из атмосферы эти загрязняющие вещества накапливаются в снежном покрове, а весной при таянии льда и снега поступают в водоемы.

Цель исследований: изучить содержание в воде и донных отложениях внутренних водоемов Кольского полуострова тяжелых металлов, мышьяка и хлорорганических соединений – хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ).

Пробы воды и донных отложений для исследований были отобраны в мае – августе 2023 г. сотрудниками Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» на водоемах, расположенных в различных районах Кольского п-ова (рис. 1), в рамках выполнения госзадания. На р. Туломе станции отбора проб воды находились в районе рыбохода у плотины Нижне-Тулумской ГЭС, р. Урице – в п. Видяево, р. Ниве – в г. Кандалакше. Донные отложения и вода были отобраны также в оз. Федосеевском (южный берег губы Канды Кандалакшского залива). Всего было исследовано двенадцать проб воды и одна проба донных отложений.

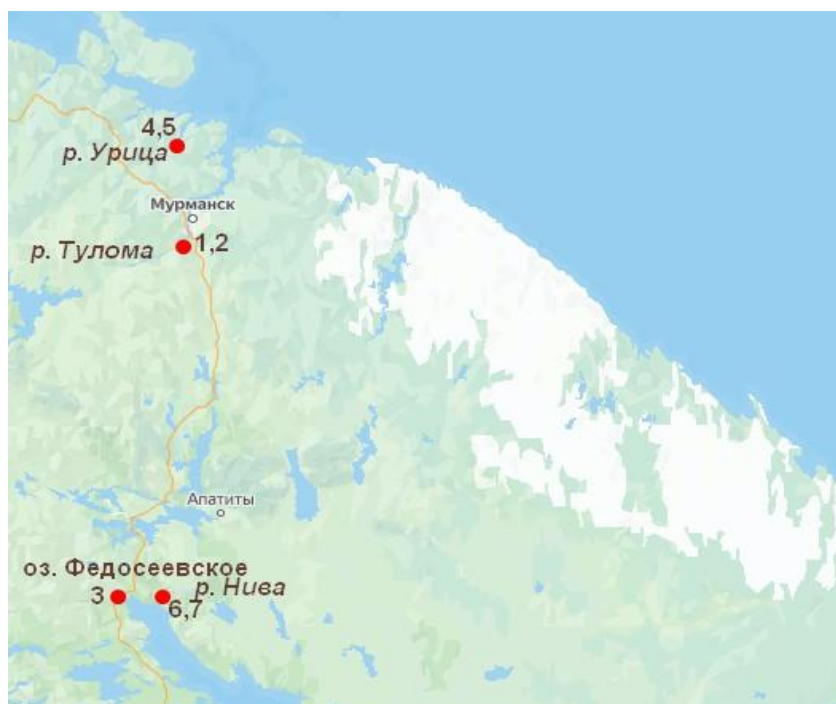


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений

Определение содержания хлорорганических соединений в воде и донных отложениях проводили газохроматографическим методом с использованием газового хроматомасс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu». Анализ содержания ХОП и ПХБ выполняли в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в ПНД Ф 14.1:2:3:4.204-04, МВИ-09-97 и М-МВИ-209-08. Изучали содержание в пробах воды и донных отложений α -, β -, γ -изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов, а также конгенов ПХБ с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180.

Содержание металлов (Fe, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb, Hg) и As в воде и донных отложениях водоемов определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu» AA 6800. При подготовке и анализе проб руководствовались методическими указаниями (ПНД Ф 14.1:2:4.140-98, РД 52.24.377-2008, М 02-902-125-2005, М-МВИ-80-2008).

При выполнении анализа проб воды нижний предел обнаружения ХОП и ПХБ составлял 0,05 нг/л, металлов и As – 0,001 мкг/л.

В воде исследованных водоемов из изученных ХОС в наиболее высоких концентрациях присутствовал ГХЦГ (рис. 2). Суммарное содержание α -, β - и γ -изомеров ГХЦГ (Σ ГХЦГ) в пробах воды варьировало в диапазоне от 0,37 до 0,92 нг/л. Наименее загрязнена ГХЦГ вода, отобранная

в р. Нивы (южная часть Кольского п-ова, бассейн Белого моря). В Σ ГХЦГ в подавляющем большинстве проб воды доминировал α -ГХЦГ, доля которого составляла 78–88%. Лишь в воде р. Нивы в Σ ГХЦГ доля β -изомера была заметно выше, чем α -изомера. Из-за своих физико-химических свойств α -ГХЦГ лучше переносится в атмосфере на дальние расстояния, чем β - и γ -ГХЦГ [3].

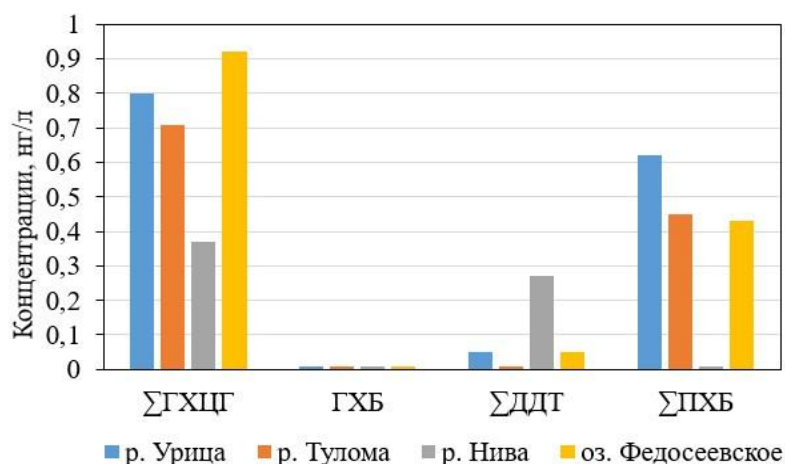


Рис. 2. Среднее содержание хлорорганических соединений в воде внутренних водоемов Кольского п-ова

Содержание ГХБ во всех пробах воды, отобранных в реках Урице, Туломе, Ниве и оз. Федосеевском, было ниже уровня аналитического определения ($<0,05$ нг/л).

Уровень загрязнения ДДТ воды исследованных водоемов Кольского п-ова очень низкий. Суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ (Σ ДДТ) в пробах воды изменялось от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа ($<0,05$ нг/л) до 0,48 нг/л. Максимальное содержание Σ ДДТ отмечено в одной из проб воды р. Нивы. В воде из р. Туломы концентрации Σ ДДТ были ниже порога аналитического определения. По сравнению с другими метаболитами и изомерами ДДТ в р. Ниве в более высоких концентрациях присутствовал метаболит *pp'*-ДДЕ, р. Урице и оз. Федосеевском – *op'*-ДДД. Известно, что ДДЕ и ДДД образуются при трансформации ДДТ в аэробных и анаэробных условиях соответственно [4].

По данным исследований концентрации суммы ПХБ (Σ ПХБ) в воде рек Урицы, Туломы, Нивы и оз. Федосеевского варьировали в диапазоне от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа ($<0,05$ нг/л) до 0,67 нг/л. Содержание ПХБ ниже порога аналитического определения регистрировалось лишь в воде р. Нивы. В остальных реках и оз. Федосеевском из индивидуальных конгенов ПХБ в наиболее высоких концентрациях в воде присутствовал ПХБ-101 (рис. 3). Содержание ПХБ-28, ПХБ-31 и ПХБ-118 в пробах воды составляло 0,05 нг/л для каждого из соединений. Концентрации конгенов ПХБ с номерами 52, 99, 105, 138, 153, 156 и 180 в воде изученных водоемов были $<0,05$ нг/л.

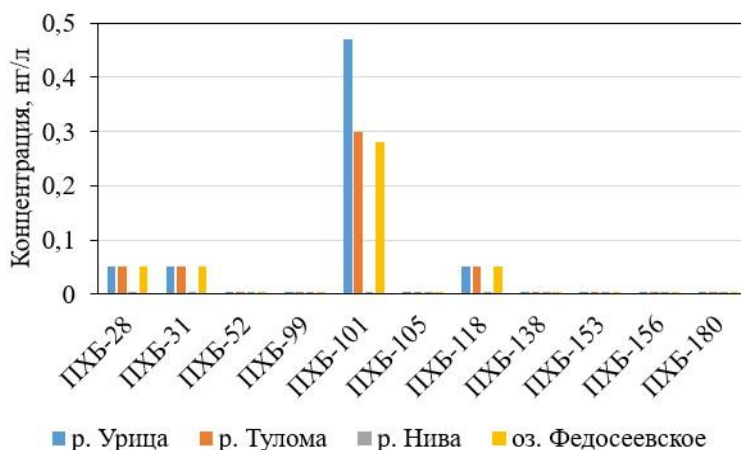


Рис. 3. Среднее содержание конгенов ПХБ в воде внутренних водоемов Кольского п-ова

Концентрации Σ ГХЦГ, ГХБ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в воде водоемов Кольского п-ова не превышали рыбохозяйственные ПДК (ПДК_{р/х}) – 10 нг/л [5]. Перечисленные соединения являются стойким органическим загрязнителем (СОЗ) и из-за устойчивости к разложению в окружающей среде, а также высокой опасности для живых организмов, их производство и применение было запрещено или ограничено. Так, использование ДДТ ограничено в странах Европы и США с 1970-х годов, а на международном уровне Стокгольмской конвенцией по СОЗ с 2001 г. [3]. Производство и применение α -, β - и γ -ГХЦГ также запрещено Стокгольмской конвенцией по СОЗ в 2009 г. [6]. Производство ПХБ в ряде стран было запрещено в 1970-х годах, а до 2025 г., согласно Стокгольмской конвенции, должно быть прекращено использование этих промышленных смесей в оборудовании (трансформаторах, конденсаторах и т. д.) [7].

В прошлом ХОП (ГХЦГ, ГХБ и ДДТ) использовались преимущественно для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений, ПХБ – в качестве диэлектриков, гидравлических жидкостей, хладагентов и др. [3]. На Кольском п-ове (в Мурманской области) из-за климатических особенностей региона посевные площади, занятые сельскохозяйственными культурами всегда были невелики, и, вероятно, количество ХОП, использованных за весь период их применения, достаточно мало. Основными источниками поступления ХОП в озера и реки Кольского п-ова являются атмосферные выпадения. В то же время ПХБ могут попадать в водоемы как из местных источников, так и из атмосферы. В атмосферу Арктики хлорорганические соединения поступают в результате дальнего трансграничного переноса, а в теплый период года и при испарении накопленных ранее хлорорганических соединений с поверхности почвы и из воды морей Северного Ледовитого океана [8].

В мае – августе 2023 г. в воде изученных водоемов Кольского п-ова из 11 исследованных микроэлементов в наиболее высоких концентрациях присутствовал Fe. Содержание Fe в воде рек Туломы, Урицы, Нивы и оз. Федосеевского колебалось от 15,3 до 97 мкг/л. Максимальную концентрацию Fe зарегистрировали в пробе воды из р. Нивы, отобранной в черте г. Кандалакши вблизи автомобильной дороги. В 2022 г. на этом участке после обильных осадков, которые, вероятно, смыли загрязнение с прилегающей территории, концентрация Fe в воде была выше в 1,5 раза и превышала ПДК_{р/х} – 100 мкг/л [5]. В мае – августе 2023 г. в изученных водоемах Кольского п-ова превышение ПДК_{р/х} по содержанию в воде Fe не наблюдалось ни на одной из станций.

Концентрация Cu в воде исследованных рек и оз. Федосеевского колебалась от 0,7 до 1,76 мкг/л. ПДК_{р/х} для Cu в воде пресноводных водоемов составляет 1 мкг/л [5]. Превышение ПДК_{р/х} по Cu отмечали в реках Туломе (район рыбохода у плотины Нижне-Туломской ГЭС), Урице (верхнее и нижнее течение) и Ниве (в черте г. Кандалакши, у автодороги). Причем в воде р. Нивы отмечена максимальная концентрация Cu. Следует отметить, что Cu наряду с Ni, Co и Zn относится к приоритетным для региона загрязнителям [9]. Перечисленные тяжелые металлы присутствуют в выбросах и стоках медно-никелевых комбинатов «Печенганикель» и «Североникель» (АО «Кольская ГМК»), расположенных на Кольском п-ове [10]. Кроме того, повышенное содержание Cu в воде изученных водоемов может быть обусловлено загрязнением сточными водами предприятий жилищно-коммунального хозяйства, а в р. Ниве также стоками каскада Нивских ГЭС [11].

Содержание Zn в воде водоемов Кольского п-ова в период исследований составляло 4,5–9,2, Ni – 0,6–1,0, Mn – 0,25–3,7 мкг/л. Наиболее высокую концентрацию Zn и Mn отмечали в одной из проб воды р. Нивы, Ni – р. Туломы. Концентрации Zn, Ni и Mn в воде были повсеместно ниже, чем их ПДК_{р/х} – 10 мкг/л [5].

Концентрации As в пробах воды исследованных водоемов изменялись от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа (<0,001 мкг/л) до 0,97 мкг/л, Cr – от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа до 0,41 мкг/л, Co – от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа до 0,26 мкг/л, Cd – от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа до 0,15 мкг/л, Pb – от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа до 0,3 мкг/л. Максимальные концентрации As отмечали в р. Ниве, Co – р. Урице, Cd – р. Туломе, Pb и Cr – оз. Федосеевском. Вместе с тем содержание As, Cr, Co, Cd и Pb в воде всех изученных водоемов было значительно ниже ПДК_{р/х} для этих микроэлементов, составляющих 50, 20, 10, 5 и 6 мкг/л соответственно [5].

Ртуть присутствовала в воде водоемов Кольского п-ова в очень низких концентрациях. Ее содержание колебалось в диапазоне от уровня ниже предела обнаружения применяемого метода анализа (< 0,001 мкг/л) до 0,008 мкг/л и не превышало ПДК_{р/х} (0,01 мкг/л) [5].

Донные отложения для исследований были отобраны только в северо-западной части оз. Федосеевского. Накопление хлорорганических соединений в донных отложениях озера было относительно низким. Так, содержание Σ ГХЦГ в донных отложениях составляло 1,2 нг/г, ГХБ – 0,05 нг/г, Σ ДДТ – 2,0 нг/г, Σ ПХБ – 1,9 нг/г сухой массы. Для сравнения в донных отложениях оз. Голубого на о. Западный Шпицберген максимальное содержание Σ ДДТ составляло 0,99 нг/г, Σ ПХБ – 75 нг/г сухой массы [12]. В Рыбинском водохранилище, расположенном на севере Центральной России, содержание ГХБ в донных отложениях достигало 0,34–0,83 нг/г, Σ ДДТ – 2,3–27,1 нг/г, Σ ПХБ – 24,8–425,6 нг/г сухой массы [11].

Накопление Cu в донных отложениях оз. Федосеевского составило 4,3, Zn – 26,3, Ni – 18,9, Cr – 13,1, Mn – 112, Co – 1,9, Pb – 8,0, Fe – 8248, Cd – 0,15, As – 6,4, Hg – 0,01 мкг/г сухой массы. В РФ отсутствуют нормативы содержания хлорорганических соединений и металлов в донных отложениях водоемов. По классификации Норвежского агентства по контролю за загрязнением (SFT) [13] накопление Cu, Zn, Cd, Pb, Ni и Hg в донных отложениях оз. Федосеевского соответствовало фоновому, As – уровню «умеренное загрязнение».

Таким образом, в мае – августе 2023 г. концентрации хлорорганических пестицидов, ПХБ и мышьяка в воде оз. Федосеевского, рек Туломы, Урицы и Нивы не превышали рыбохозяйственные ПДК. На изученных участках рек регистрировалось повышенное содержание в воде Cu (до 1,8 ПДК). Концентрации Fe, Zn, Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb и Hg в исследованных пробах воды были ниже установленных для этих металлов рыбохозяйственных нормативов. Загрязнение донных отложений оз. Федосеевского металлами соответствовало фоновому, As – уровню «умеренное загрязнение».

Литература

1. Ильин Г.В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики // Геология и геоэкология континентальных водоемов окраин Евразии. – М.: ГЕОС, 2009. – Вып. 1. – С. 124–163.
2. Голубева Н.И. Загрязнение атмосферы Арктики токсичными тяжелыми металлами // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря / Отв. ред. Г.Г. Матишов. – М.: Наука, 2007. – С. 173–189.
3. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 2004. – 309 p.
4. Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию: Учеб. пособие. – СПб., 1999. – 144 с.
5. Приказ Минсельхоза России «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» № 552 от 13.12.2016.
6. Запевалов М.А. Мониторинг стойких органических загрязнителей – объективный и независимый инструмент оценки эффективности Стокгольмской конвенции о СОЗ (2001) // Химическая безопасность. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 295–307.
7. Полихлорбифенилы: Проблемы экологии, анализа и химической утилизации / Отв. ред. В.Н. Чарушин. – М.: КРАСАНД; Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 400 с.
8. Time trends of persistent organic pollutants (POPs) and Chemicals of Emerging Arctic Concern (CEAC) in Arctic air from 25 years of monitoring / F. Wong, H. Hung, H. Dryfhout-Clark et al. // Sci. Total. Environ. – 2021. – V. 775. 145109.
9. Даувальтер В.А., Кашулин Н.А. Оценка экологического состояния арктической пресноводной системы по результатам исследований содержания тяжелых металлов в донных отложениях // Геохимия. – 2018. – № 8. – С. 805–819.
10. Даувальтер В.А. Геоэкология донных отложений озер. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. – 242 с.
11. Качество поверхностных вод Российской Федерации за 2021: Ежегодник / ФГБУ «Гидрохимический институт». – Ростов н/Д., 2021. – 620 с.
12. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2017 год / Отв. ред. Г.М. Черногаева. – М.: Росгидромет, 2018. – 206 с.
13. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann Classification of environmental quality in freshwater / J.R. Andersen, J.L. Bratli, E. Fjeld et al. // SFT Veiledning, 1997. – Vol. 97, № 04. – 31 s. (In Norwegian).

УДК [502/504:579]:628.3

В.Ю. Жиленко, Д.О. Половнева, Ю.Е. Токач, Ю.К. Рубанов

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Белгород, 308012
e-mail: Vilena33@mail.ru*

ВЫДЕЛЕНИЕ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В данной научной статье приводятся исследования по выделению из биопрепарата DOR-UNI штаммов микроорганизмов с магниточувствительными свойствами, в результате образования магнитосом, они иммобилизованы в носитель, являющийся комплексным адсорбентом, который состоит из электросталеплавильного шлака и железорудного концентрата, с развитой поверхностью и удельным весом, обеспечивающего его погружение в водную среду к донным отложениям.

Ключевые слова: антропогенные воздействия, очистка сточных вод, загрязнение поверхностных вод, магнитоуправляемые микроорганизмы.

V. Yu. Zhilenko, D. O. Polovneva, Yu. E. Tokach, Yu. K. Rubanov

*Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhova,
Belgorod, 308012
e-mail: Vilena33@mail.ru*

ISOLATION OF MAGNET-SENSITIVE MICROORGANISMS FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER

This scientific article presents studies on the isolation of strains of microorganisms with magnetically sensitive properties from the biological preparation DOR-UNI, as a result of the formation of magnetosomes, they are immobilized in a carrier, which is a complex adsorbent, which consists of electric furnace slag and iron ore concentrate, with a developed surface and specific gravity, providing its immersion in the aquatic environment to the bottom sediments.

Key words: anthropogenic impacts, wastewater treatment, surface water pollution, magnetically controlled microorganisms.

Термин «магнитотактические бактерии» объединяет палочек, спирилл, вибрионов и других микроорганизмов. Внутри бактерии заключены крошечные частицы магнетита, размер каждой из них составляет всего 50 нм с каждой стороны. У разных бактерий это могут быть либо гранулы магнетита (Fe_3O_4), либо же гранулы грейгита (Fe_3S_4), окружены липопротеиновой мембраной. Органеллы, где синтезируются кристаллы, носят название магнитосомы. Внутри бактерий они могут быть объединены в цепочки, а в клетках магнитотактических бактерий их число может насчитывать несколько десятков или даже сотен (у одной из бактерий, *Candidatus Magnetobacter bavaricum*, обнаружено свыше тысячи магнитосом). Кристаллы магнетита и грейгита выстраиваются в клетках бактерий вдоль цепочки, ориентируясь параллельно магнитными дипольными моментами.

В настоящее время спектр бактерий, окисляющих железо, расширяется благодаря активным исследованиям в этой области. Однако поиск наиболее перспективных бактерий на сегодняшний день остается актуальным.

Известны различные способы иммобилизации микроорганизмов на носители [1], однако оптимальными методами с точки зрения сохранения интактности и жизнеспособности клеток является физическая адсорбция (адгезия) на поверхности пористых инертных материалов [2].

Очевидно, что твердые носители – адсорбенты, прежде всего, должны обладать адсорбционной емкостью по отношению к бактериальным клеткам и прочно удерживать их на поверхно-

сти. Эффективность процесса адсорбции определяется как химическими и физическими свойствами поверхности носителя, так и природой адсорбируемых микроорганизмов [7, 8, 10].

Иммобилизованные на носители микроорганизмы сохраняют высокую концентрацию клеток, они более устойчивы к действию токсикантов, размножаются быстрее, чем во взвешенном состоянии, характеризуются метаболической активностью. Помимо этого, иммобилизованные клетки микроорганизмов более устойчивы к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды, таких, например, как пониженная температура, засоленность почвы, высокие концентрации загрязнителей и другие [3].

Целью исследования было изучение способности выделенных и модифицированных бактерий к окислению Fe (II) при периодическом культивировании в жидкой среде. На основе проведенных исследований выделили наиболее перспективные бактериальные штаммы для использования их в биотехнологии очистки воды. Объектами исследования были следующие биосорбенты: Дестройл, Микрозим, DOR-UNI. Бактерии культивировали в 50 мл жидкой питательной среды в колбах Эрленмейера на 250 мл с широким горлом для обеспечения аэрации в настольном шейкере-инкубаторе BioScan ES-20 при 160 об/мин и комнатной температуре и pH 7,0 в течение 7 и 14 сут. В качестве жидких питательных сред объемом 150 мл (для трех биопрепаратов) использовали контроль (без добавления источника железа) составом, г/дм³: (NH₄)₂SO₄ – 0,5; NaNO₃ – 0,5; K₂HPO₄ – 0,5; MgSO₄ × 7H₂O – 0,5; лимонная кислота – 10,0; сахара – 2,0; пептон – 1,0, а также с добавлением источника железа брали магнитную воду с учетом концентрации железа 11,8 г/дм³ массой 0,7 г соответственно на исследуемый объем. Концентрация каждого биопрепарата составила 10 г/дм³ при добавлении в питательные среды по 1 мл и соответствующим разбавлением в 51 раз. Следовательно, в исходных суспензиях концентрация микроорганизмов составила 0,196 г/дм³. В работе использовали методику получения магнетита на основе водного раствора солей железа (II и III) путем осаждения 25%-ным раствором аммиака [10].

Изучена способность ряда бактерий, выделенных из данных биопрепаратов с повышенным уровнем магниточувствительности, к окислению железа (II) в условиях периодического культивирования в жидкой среде. Оценка прироста биомассы бактерий через 7 сут культивирования способствовала выявлению штаммов с максимальными показателями роста. Размер бактерий составил в биопрепаратах DOR-UNI 1 мкм, Микрозим – 1 мкм, Дестройл – 0,8 мкм. Исследуемый объем в контроле составил DOR-UNI (К) – 39 мл, Микрозим (К) – 37 мл, Дестройл (К) – 36 мл; в магнитной воде DOR-UNI (М) – 40 мл, Микрозим(М) – 35 мл, Дестройл (М) – 37 мл [4]. Определение остаточного содержания общего железа в культуральной жидкости различных биопрепаратов, содержащих магнитную воду и FeSO₄×7H₂O, проводили по стандартной методике в соответствии ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа» с использованием цифрового фотоэлектродиметра марки AP-101. Для получения культуральной жидкости исследуемых биопрепаратов использовали метод центрифугирования при 10 тыс. об/мин в течение 5–7 мин [5].

Начальная концентрация Fe_{общ} в суспензиях с исследуемыми микроорганизмами составляла 0,68 г/дм³. Результаты оценки остаточного Fe_{общ} в среде с магнитной водой при культивировании бактерий, образующих магнитосомы, представлена на рис 1.

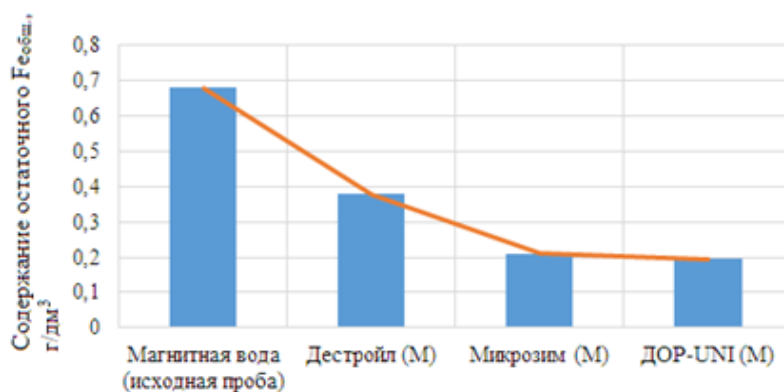


Рис. 1. Оценка остаточного Fe_{общ} в среде с магнитной водой при культивировании бактерий, образующих магнитосомы

При определении остаточного содержания $Fe_{общ}$ с использованием суспензий с $FeSO_4 \times 7H_2O$ большая часть FeO образовалась в виде осадка. Наименьшее количество остаточного $Fe_{общ}$ в суспензиях после культивирования через 14 дней наблюдалось в присутствии DOR-UNI и составило $0,19 \text{ мг/дм}^3$, а наибольшее – в присутствии биопрепарата Дестройл ($Fe_{общ} = 0,38 \text{ мг/дм}^3$). Вероятно, клетки исследуемых микроорганизмов способны образовывать магнитосомы в большей или меньшей степени. Следовательно, в дальнейшем для создания нового эффективного сорбента, используемого при очистке воды от нефтепродуктов, следует применять в качестве микроорганизмов биопрепарат DOR-UNI. В Центре коллективного пользования научным оборудованием БГТУ им. В.Г. Шухова были подготовлены фотографии штаммов микроорганизмов, выделенных из биопрепаратов Дестройл и ДОР – UNI (рис. 2).

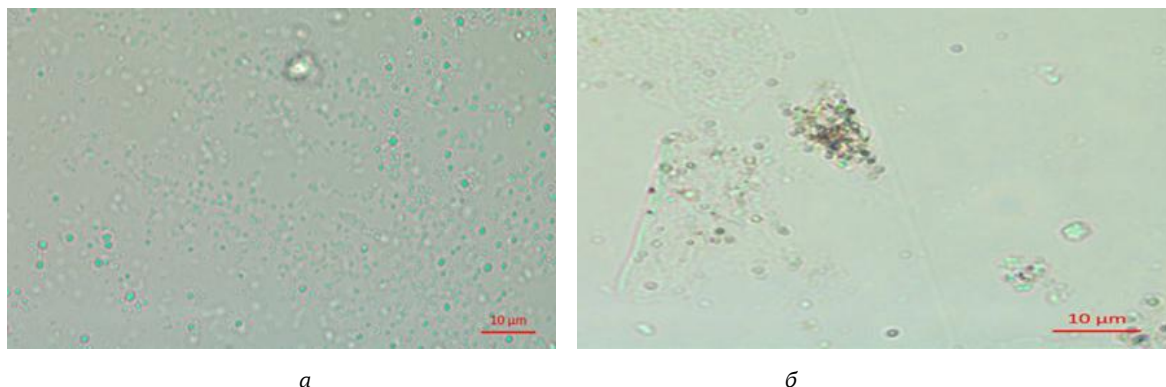


Рис. 2. Микрофотографии штаммов микроорганизмов, выделенных из биопрепаратов Дестройл (а) и DOR-UNI (б)

В результате исследования было выявлено, что при добавлении в питательную среду источника железа наибольший прирост биомассы наблюдается у DOR-UNI (коэффициент прироста 369,4). У микроорганизмов, выделенных из биопрепарата Дестройл, добавление железа в среду снижает прирост биомассы по сравнению с контролем. Следовательно, микроорганизмы из биопрепарата DOR-UNI образовали магнитосомы, о чем свидетельствует снижение концентрации Fe (рис. 1) и визуальный осмотр культур (рис. 2).

Иммобилизацию микроорганизмов-деструкторов в носитель производили посредством расщепления их биомассы и питательной среды в массе вещества носителя. Закрепление ассоциации микроорганизмов-деструкторов на адсорбентах-носителях осуществлялось за счет дефектной структуры поверхности частиц электросталеплавильного шлака, пористых частиц глины и микрочастиц железорудного концентрата (ЖРК, 1 мкм), налипших на «крупные» (0,1–0,3 мм) частицы за счет магнитного притяжения и обеспечивающих шероховатость поверхности. Физическое соединение микроорганизмов-деструкторов с материалом адсорбента-носителя осуществляли посредством увлажнения смеси материала адсорбента-носителя и биомассы микроорганизмов-деструкторов раствором минеральных солей и глюкозой до влажности 10–20%, для формирования гранул размером 3–10 мм с последующей сушкой гранул при температуре 20–30°C. Эффективность иммобилизации оценивалась методом определения числа клеток в пробе воды после выдержки полученного биоминерального комплекса в сосуде с водой в течение 10 часов при температуре 24–30°C. Исследования заключались в определении прироста бактериальных клеток в водной среде на мясопептонном агаре. Для этого на дно сосуда с водой помещали питательную среду в гелеобразном состоянии, на которую распределяли полученный биоминеральный комплекс. В результате исследований выявлено, что скорость прироста биомассы в начальный период для микроорганизмов, иммобилизованных на адсорбенте ЖРК+шлак, выше, чем для микроорганизмов, иммобилизованных на адсорбенте ЖРК+глина. В дальнейшем интенсивность увеличения числа клеток выравнивалась. Доставка биокомплекса к загрязненному участку донных отложений будет осуществляться за счет высокой скорости затопления биопрепарата, содержащего тяжелый железорудный концентрат. При этом практически не будет происходить отклонения при доставке биопрепарата к загрязненному участку при наличии подводных течений.

Таким образом, для магнитного манипулирования микроорганизмами необходима разработка технологии иммобилизации живых бактериальных клеток в магнитные носители. В нашей работе был проведен анализ возможности применения для этих целей следующего способа иммобилизации: включения бактериальных клеток в структуру сферических органелл – магнитосом, метода прикрепления на поверхность магнитного носителя путем прикрепления клеток с использованием магнитного поля. В качестве лучших носителей целесообразно использовать комплексный адсорбент, состоящий из электросталеплавильного шлака и железорудного концентрата, с иммобилизованным биопрепаратом, с развитой поверхностью и удельным весом, обеспечивающего его погружение в водную среду к донным отложениям. В ходе исследования образования магнитосом в бактериальной клетке было выявлено, что из всех рассматриваемых биопрепаратов наиболее эффективными являются штаммы, выделенные из биопрепарата DOR-UNI.

Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Литература

1. *Потапова Л.В., Владимцева И.В., Колотова О.В.* Иммобилизация микроорганизмов активного ила на магнитные носители // *Современные наукоемкие технологии.* – 2005. – № 9. – С. 69–71.
2. Разработка технологии очистки сточной воды с использованием иммобилизованной микрофлоры / *Н.В. Кобызева, А.Г. Гатауллин, Н.Н. Силищев, О.Н. Логинов* // *Вестник Оренбургского государственного университета.* – 2009. – № 1. – С. 104–107.
3. *Крякунова Е.В., Канарский А.В.* Иммобилизация микроорганизмов и ферментов // *Вестник Казанского технологического университета.* 2012. – № 17. – С. 189–194.
4. Выделение и изменение штаммов микроорганизмов, с магниточувствительными свойствами из биопрепаратов / *В.Ю. Жиленко, Д.О. Половнева, Ю.Е. Токач, Ю.К. Рубанов* // *Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: Сборник докладов Всерос. науч. конф. (04–08 октября 2022 г.).* – Белгород: Белгород. гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 242–250.
5. ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа». – М.: Госстандарт России, 1998. – 14 с.
6. Desulfurization of light gas jil in immobilized-cell systems of Cordona sp. CYKS2 / *J.H. Chang, Y.K. Chang, H.X. Ryu, H.W. Chang* // *FEMS Microbiol. Letters.* – 2000. – Vol. 182, № 2. – P. 309–312.
7. *Maksimova Ju.G., Demakov V.A.* Immobilized bacterial cells of genus Rhodococcus hydrating acrylonitrile // *Proceedings from V International Research/Practice Conference “Ecology and Scientific Technical Progress”.* – Perm, 2006. – P. 268–273.
8. *Bonin P., Rontani J.F., Bondenave L.* Metabolic differences between attached and free-living marine bacteria inadequacy of liquid cultures for describing in situ bacteria activity // *FEMS Microbiol. Letter.* – 2001. – Vol. 194. – P. 111–119.
9. *Свергузова С.В., Мирошниченко Н.А., Дебердеев Т.Р.* Адсорбция ионов Ni^{2+} альтернативным сорбционным материалом // *Вестник Технологического университета.* – 2022. – Т. 25, № 5. – С. 70–74.
10. Разработка комплексного адсорбента в качестве носителя нефтедеструктирующей биомассы / *Ю.Е. Токач, Ю.К. Рубанов, В.Ю. Жиленко, Д.О. Половнева* // *Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: Сборник докладов Всерос. науч. конф. (04–08 октября 2022 г.).* – Белгород: Белгород. гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 282–287.

УДК 633.88(470.313)

О.А. Захарова

*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,
Рязань, 390044
e-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru*

КПД ФОТОСИНТЕЗА ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Шалфей лекарственный произрастает повсеместно небольшими куртинами, хотя растение имеет практическое значение, будучи эфиромасличным, медоносным и лекарственным. Шалфей хорошо произрастает в культуре. Учитывая его биологические требования, был выбран участок на юге Рязанской области. Цель исследований – изучение возможности возделывания шалфея лекарственного в культуре. Одной из задач ставился расчет КПД фотосинтеза, который был проведен по методике Лукьянова и Головастиковой. Результаты показали наибольшую величину у растений при осеннем посеве нормой высева 0,8 г/м².

Ключевые слова: шалфей, фотосинтез, КПД фотосинтеза, площадь листьев, урожайность.

O.A. Zakharova

*Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,
Ryazan, 390044
e-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru*

EFFICIENCY OF PHOTOSYNTHESIS OF MEDICINAL SAGE IN CULTIVATION IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE RYAZAN REGION

Medicinal sage grows everywhere in small patches, although the plant is of practical importance, being essential oil, honey-bearing and medicinal. Sage grows well in culture. Taking into account its biological requirements, a site in the south of the Ryazan region was chosen. The purpose of the research is to study the possibility of cultivating medicinal sage in culture. One of the tasks was to calculate the efficiency of photosynthesis, which was carried out according to the method of Lukyanov and Golovastikova. The results showed the highest value in plants during autumn sowing with a seeding rate of 0.8 g/m².

Key words: sage, photosynthesis, photosynthesis efficiency, leaf area, yield.

Шалфей лекарственный – широко распространенный вид эфиромасличного и медоносного растения, предпочитающий теплые и сухие местообитания. Учитывая его распространение в естественных фитоценозах куртинами и возможное широкое использование в разных сферах применения, решено ввести его в культуру. Для этого необходимо разработать технологию его возделывания применительно к конкретным условиям региона. Походящими по климату и почве условиям явилась лесостепная зона в Сараевском районе, расположенном на юге Рязанской области.

С целью установления оптимального срока посева и нормы высева семян был заложен и проведен мелкоделяночный полевой опыт с разными вариантами. Почва участка – чернозем луговой (содержание гумуса до 9,5%). В опыте однократно вносился козий навоз. Агротехника общепринятая. Наиболее оптимальным с агрономической точки зрения, как показали исследования, явился вариант с осенним посевом нормой высева семян 0,8 г/м² с заделкой на глубину 2–3 см (вариант 1). Одной из задач исследований был расчет КПД фотосинтеза, отражающий интенсивность поверхностной радиации, урожайность, удельную скорость роста, высоту растений, площадь листовой поверхности и другие факторы. Расчет КПД фотосинтеза осуществлен по методике, изложенной в работе В.А. Лукьянова и А.В. Головастиковой [4].

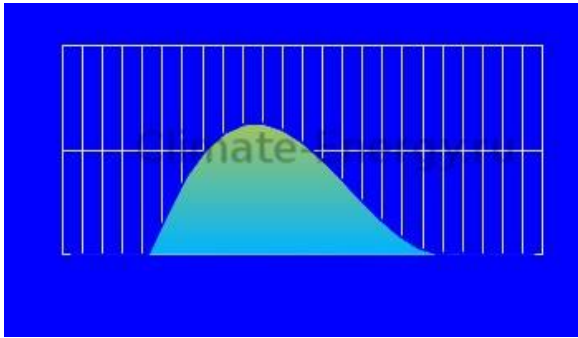


Рис. 1. Солнечная радиация, ФАП, освещенность 9 июня – самый солнечный день (https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate_sprav_ss_2783501595.php)

Энергия фотосинтетической активной радиации является одним из важнейших условий жизни растений [1, 2]. Для получения этих данных на метеостанции г. Рязьска, расположенной в 62 км от г. Сараи Рязанской области, использовался программный комплекс Smart 295 с наклонными панелями (рис. 1).

Для сравнения расчет КПД фотосинтеза приводится и при подзимнем посеве этой же нормой высева (вариант 2). Для расчета применялись значения, полученные опытным путем самостоятельно, из ресурсов интернета, научной и справочной литературы.

Известно, что поглощенная растениями энергия не полностью расходуется на фотосинтез [3]. Эффективность фотосинтеза выражается его КПД [4].

Итак, с учетом равномерного распределения растений урожайность шалфея лекарственного (учитываются только листья) на варианте 1 составила в пересчете на 1 га 112 ц и на варианте 2 – 105 ц. КПД фотосинтеза рассчитывался по формуле:

$$КПД = \frac{E_x}{E_n} 100\%, \quad (1)$$

где E_x – запасенная энергия,
 E_n – поглощенная энергия.

Общая площадь листовой поверхности в пересчете на 1 га учитывается как 7 500 и 6 980 м². Расчет ведется по формуле:

$$X = \mu \cdot U \cdot S, \quad (2)$$

где μ – удельная скорость роста,
 U – урожайность,
 S – площадь листа.

$$X_{\text{вар.1}} = 0,067 \cdot 7\,500 \cdot 1,12 = 562,8 \text{ т} \cdot \text{сут}^{-1}/\text{га}, \quad (3)$$

$$X_{\text{вар.2}} = 0,067 \cdot 6\,980 \cdot 1,05 = 491,0 \text{ т} \cdot \text{сут}^{-1}/\text{га}, \quad (4)$$

$$E_x = R \cdot X, \quad (5)$$

$$E_{x_{\text{вар.1}}} = 22\,000 \cdot 562,8 = 12\,381\,600 \text{ МДж}, \quad (6)$$

$$E_{x_{\text{вар.2}}} = 22\,000 \cdot 491,0 = 10\,802\,000 \text{ МДж}. \quad (7)$$

Количество поглощенной световой энергии рассчитывалось по формуле закона Бугера – Ламберта – Бера [5]:

$$I = I_0 \cdot 10^{-D}, \quad (8)$$

$$I/I_0 = 10^{-D} = T, \quad (9)$$

$$-lg(T) = D, \quad (10)$$

где I_0 – интенсивность пучка монохроматического света, падающего на поверхность, Вт/м²;
 I – интенсивность света, прошедшего сквозь листовую поверхность, Вт/м²;
 D – оптическая плотность, ед. опт. плотн.

Урожайность 1,12 и 1,05 т/га, вегетационный период 158–162 дня. Удельная скорость роста составит:

$$\mu_{\text{вар.1}} = 1,12 / 158 = 0,007 \text{ т} \cdot \text{сут}^{-1}, \quad (11)$$

$$\mu_{\text{вар.2}} = 1,05 / 162 = 0,006 \text{ т} \cdot \text{сут}^{-1}. \quad (12)$$

Удельная скорость роста зависит от многих факторов, в первую очередь, конечно, от погодных условий, а во-вторых – от физиологического состояния растительного организма.

Продуктивность фотосинтеза (с учетом полученной урожайности):

$$P_{\text{вар.1}} = 0,007 \cdot 3,67 = 0,026 \text{ т/га} \cdot \text{сут}, \quad (13)$$

$$P_{\text{вар.2}} = 0,006 \cdot 3,67 = 0,022 \text{ т/га} \cdot \text{сут}. \quad (14)$$

Освещаемой поверхностью является суммарная площадь листьев на 1 га.

Площадь листовой поверхности рассчитывалась по формуле:

$$S = D_{\text{ср}} \cdot Ш_{\text{ср}} \cdot 0,6 \cdot n, \quad (15)$$

где S – площадь листовой поверхности, м^2 ,

$D_{\text{ср}}$ – средняя длина листьев, м,

$Ш_{\text{ср}}$ – средняя ширина листьев, м,

n – число измеренных листьев.

$$E_n = E_0 \cdot \alpha \cdot S \cdot t. \quad (16)$$

Коэффициент поглощения листовой поверхности по литературным данным равен 0,8. Средняя освещенность для лесостепной зоны (Вт/м^2), интенсивность поверхностной радиации ФАР (Вт/м^2) взяты из справочников. Сутки переводятся в секунды – 86 400 с и получаем:

$$En_{\text{вар.1}} = 3,17 \cdot 7\,500 \cdot 0,6 \cdot 86\,400 = 1\,232\,496\,000 \text{ МДж}, \quad (17)$$

$$En_{\text{вар.2}} = 3,17 \cdot 6\,980 \cdot 0,6 \cdot 86\,400 = 1\,147\,042\,944 \text{ МДж}, \quad (18)$$

Разделим E_x и E_n на 10 000.

Подставляя значения E_x и E_n в (1) найдем искомую величину.

Далее рассчитывается КПД фотосинтеза:

$$\text{КПД} = (E_x / E_n) \cdot 100\%, \quad (19)$$

$$\text{КПД}_{\text{вар.1}} = \frac{1238,16}{123249,6} 100 = 1,00\%, \quad (20)$$

$$\text{КПД}_{\text{вар.2}} = \frac{1080,20}{114704,3} 100 = 0,94\%. \quad (21)$$

По предложенной модели расчета КПД фотосинтеза можно узнать и величину T – пропускание, %. Разница между входящим и выходящим световым потоком и будет поглощенной частью при данной длине волны:

$$I_n = I_0 - I. \quad (22)$$

Разделив обе части равенства на I_0 , получают коэффициент поглощения α_{sp} для соответствующей световой волны:

$$\alpha_{sp} = I_0 - I / I_0 = 1 - T, \quad (23)$$

$$I_n = \alpha_{sp} \cdot I_0. \quad (24)$$

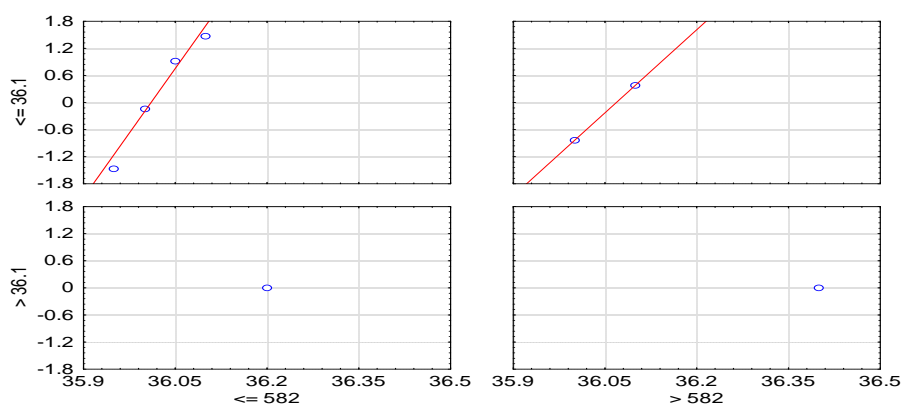
Для разных длин волн светового потока величина α_{sp} зависит от спектральных характеристик листьев (соотношение пигментов хлорофилла, каротиноидов и др.), чтобы найти суммарную величину, необходимо просуммировать значения α_{sp} для каждой длины волны из области ФАР:

$$\alpha = \int \alpha_{sp}(\lambda) \cdot d\lambda. \quad (25)$$

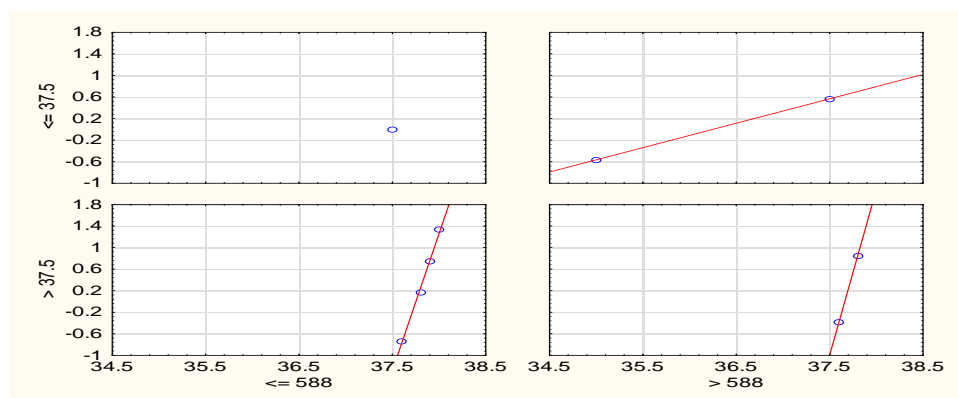
Поглощенная энергия E_n с учетом площади освещаемой поверхности S рассчитывается перемножением величины интенсивности поверхностной радиации E_0 на коэффициент поглощения α : развитие растений.

Расчеты показали, что при осеннем посеве нормой высева семян $0,8 \text{ г/м}^2$ КПД фотосинтеза выше на $0,06\%$ КПД фотосинтеза растений шалфея при подзимнем посеве этой же нормой, что объясняет большую величину урожая на варианте 1.

Проведение корреляционного анализа позволило определить $r = 0,82$. Тогда вероятностные уравнения урожайности шалфея лекарственного и КПД фотосинтеза выглядят следующим образом (рис. 2).



Вариант 1



Вариант 2

Рис. 2. Вероятностные уравнения урожайности шалфея лекарственного

Результаты расчета КПД фотосинтеза показали наибольшую величину у осенних посевов шалфея лекарственного нормой высева $0,8 \text{ г/м}^2$.

Литература

1. *Архипова П.* Повышение КПД фотосинтеза картофеля при возделывании по голландской технологии / П. Архипова; науч. рук. О.А. Захарова // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Омск, 2020. – С. 341–343.

2. Кой К., Шуравилин А.В., Захарова О.А. Фотосинтетическая активность растений картофеля при промышленной (голландской) технологии возделывания // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – № 4 (33). – С. 23–27.

3. Комиссаров Г.Г. Новая концепция фотосинтеза: открывающиеся перспективы // Вестник международной академии наук (русская секция). – 2010. – № 2. – С. 52–58.

4. Лукьянов В.А., Головастикова А.В. Расчет КПД фотосинтеза у высших растений // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2014. – № 5. – С. 22–27.

5. Смашевский Н.Д. Экология фотосинтеза. – Астрахань: Астраханский ун-т, 2017. – 195 с.

УДК 712

Г.А. Лазарев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ОЗЕЛЕНЕНИЯ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

В статье обсуждаются основные факторы, определяющие решение вопросов озеленения на территории города. К ним мы отнесли такие природные факторы, как низкогорный рельеф, высокую ветровую и снеговую нагрузку, большое количество пасмурных и туманных дней, повышенную влажность воздуха, кислые и слабокислые почвы на вулканических пеплах и существующую растительность. Кроме этого, на озеленение влияют также специфические городские условия Петропавловска-Камчатского: высокая плотность городской застройки, жилищное и промышленное строительство на территориях, занятых естественными насаждениями, механизированная снегоочистка.

Ключевые слова: зеленые насаждения, климат, рельеф, почвы, флора.

G.A. Lazarev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

FEATURES OF NATURAL LANDSCAPING CONDITIONS IN PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY

The article discusses the main factors determining the solution of landscaping issues in the city. These factors include such natural factors as low-mountainous terrain, high wind and snow loads, a large number of cloudy and foggy days, high humidity, acidic and slightly acidic soils on volcanic ash and existing vegetation. In addition, landscaping is also influenced by the specific urban conditions of Petropavlovsk-Kamchatsky: high density urban development, residential and industrial construction in areas occupied by natural plantations, mechanized snow removal.

Key words: green spaces, climate, relief, soils, flora.

Зеленые насаждения в населенных пунктах несут важные санитарно-оздоровительные, экологические и эстетические функции. Озеленение является неотъемлемым элементом благоустройства и обеспечивает комфортные условия труда и отдыха людей [1].

Особенная важность зеленых насаждений в населенных пунктах Камчатки связана со спецификой климатических условий полуострова. Климатические условия Камчатки характеризуются тем, что атмосфера над полуостровом обладает низкой рассеивающей способностью и повышенным потенциалом загрязнения. Данный неблагоприятный эффект возникает в связи с частыми туманами, слабыми скоростями ветра, приземными приподнятыми инверсиями, что приводит к замедлению рассеивания вредных примесей. Кроме этого, деятельность действующих вулканов дополнительно усиливает загрязнение атмосферы за счет пирокластических выбросов пепла и газа. Однако географическое расположение большинства населенных пунктов края таково, что основные вредные выбросы вулканов и вулканический пепел, под влиянием преобладающих ветров, выпадают вне селитебных зон.

Зеленые насаждения в городских и сельских населенных пунктах имеют важное компенсирующее значение в борьбе с нерациональным использованием земель. Усиление негативных процессов в сфере землепользования связано с развитием таких техногенных и антропогенных

воздействий, как рост числа несанкционированных свалок бытовых и производственных отходов, использование земельных площадей по нецелевому назначению, самовольное изменение границ отведенных земельных участков, их самовольный захват.

Оптимальная площадь зеленых насаждений общего пользования, по рекомендациям специалистов, должна составлять примерно 12–15 кв. м на человека [2]. В Петропавловске-Камчатском площадь указанных насаждений ниже нормы [3]. Имеются и качественные недостатки: нерациональное и однообразное размещение насаждений, их однородность, несовершенная агротехника посадок, отсутствие или недостаточный уход за насаждениями.

К основным природным факторам, определяющим решение вопросов озеленения, следует отнести рельеф, климат, почвы и существующую растительность.

Каковы же особенности природных и специфических городских условий г. Петропавловска-Камчатского? Рассмотрим их.

Территория города характеризуется в основном низкогорным рельефом. Ведущими факторами климата для озеленения Петропавловска следует считать высокую ветровую и снеговую нагрузку, а также режим инсоляции в летнее время. Направление ветра в городе имеет хорошо выраженный сезонный характер: зимой господствуют северные и северо-западные ветры, летом – юго-восточные [4].

Устойчивый снежный покров держится с середины ноября до середины мая. Среднезимняя мощность его составляет 60 см.

В летнее время пасмурная погода (облачность 8–10 баллов) продолжается в среднем до 20 дней в месяц. Число дней с туманом колеблется от 70 до 115 дней в год, из них 80% выпадает на летнее время. Воздух характеризуется повышенной влажностью.

Почвенный покров Камчатки образовался на кислых и слабокислых породах вулканического происхождения под влиянием холодной и избыточной влажности. Почвы под влиянием постоянных извержений имеют слоисто-пепловый профиль, легкий и рыхлый механический состав. Значительное количество пепловых примесей в почвенных горизонтах обусловили их повышенную кислотность и бедность элементами питания, поэтому при сельскохозяйственном использовании почвы быстро истощаются. Низкие среднегодовые температуры, заболачивание и сезонная мерзлота приводят к бедности фауны беспозвоночных и препятствуют развитию микробиологических процессов. В результате разложение растительных остатков происходит очень медленно, что приводит к накоплению грубого гумуса, состоящего из неперегнивших за осенне-зимний период травы, хвои, листьев, стеблей. Мощность горизонта грубого гумуса в лесных почвах Камчатки местами может достигать 30 см, в то время как в других регионах России слой этого горизонта не превышает 5–6 см. Основной тип водного режима почв полуострова – промывной. Можно даже сказать, что вулканические почвы Камчатки обладают «привальной водопроницаемостью». К другим особенностям почвенного покрова Камчатки относятся их высокая порозность (в связи со значительными примесями пепла), большое содержание калия, фосфора и валового азота.

Наиболее пониженная часть города – юго-восточная. По берегам водотоков здесь формируются пойменные почвы, которые также имеют вулканическое происхождение, так как содержат большое количество вулканических отложений, смытых со склонов. Таким образом, в этой части города, под влиянием низких температур и избыточного увлажнения преобладают глеево-гумусные, песчаные и аллювиально-песчаноглинистые почвы. Из этой группы почв наиболее плодородными являются аллювиальные дерново-перегнойные почвы [5].

Таким образом, почвенный покров территории г. Петропавловска-Камчатского и окрестностей представлен дерново-перегнойными охристыми почвами, формирующимися на вулканических пеплах. На участках понижений начинает преобладать болотный комплекс почв. По механическому составу почвы песчаные и супесчаные, с промывным типом водного режима.

Обычным и самым распространенным типом высокоствольной древесной растительности на данных почвах являются травянистые парковые леса из березы Эрмана (каменной березы). Кроме этого, обширные территории лесного фонда занимают различные луговые и кустарниковые сообщества, обладающие высокой продуктивностью наземной фитомассы.

В целом флора района г. Петропавловска-Камчатского типична для южной части Камчатки, в которой, как уже упоминалось, главную роль играют леса березы каменной, или Эрмана *Betula ermanii*. Данный вид является наиболее распространенной лесобразующей породой на полуострове.

Каменноберезовые леса господствуют на незаболоченных, хорошо дренированных участках и образуют нижний лесной пояс в системе вертикальной зональности. Каменноберезняки занимают на полуострове 70% покрытой лесом территории. Они покрывают склоны гор, поднимаясь до высоты 550–600 м над уровнем моря [6].

Кроме каменноберезняков, в естественных насаждениях г. Петропавловска-Камчатского по берегам водотоков встречаются представители пойменной растительности. Почвенно-гидрологический режим пойменных территорий формирует особый тип интразональной древесно-травянистой растительности. Первое место по площади распространения в составе пойменных лесов принадлежит иве сахалинской – обычной для Камчатки древесной породе, образующей как чистые, так и смешанные древостои с ольхой, тополем, реже чозенией. Однако непосредственно на территории города чозения не произрастает. Важным видом речных долин и пойменных лесов большинства рек полуострова является тополь душистый. Чаще всего он встречается в смеси с чозенией и другими видами ив. Тополь – это обычно мощное, колонообразное дерево, высотой 29 и более метров и диаметром иногда свыше полутора метров. Тополя растут быстро и могут дотянуть на корню до 300 лет. Во втором ярусе пойменных лесов встречаются ольха пушистая – дерево, которое способно переносить временное почвенное подтопление и затопление. Из кустарниковых растений в подлеске пойменных лесов можно встретить шиповник, жимолость, рябину бузинолистную, спирию, можжевельник, кедровый и ольховый стланики. Травянистый покров пойменных лесов часто представлен высокотравьем – шеломайник, дудник, борщевик, бодяк, крапива. В напочвенном покрове – вейник Лангсдорфа, крестовник, хвощ зимующий. Увлажненные местообитания пойменного леса способствуют образованию сплошного покрова зеленых мхов на прикомлевой части стволов, пнях и гнилой древесине.

Кроме природных условий района г. Петропавловска-Камчатского, важную роль в озеленении города играют условия организации работ по озеленению, которые определяются рядом специфических факторов городской среды, как-то: высокой плотностью городской застройки, жилищным и промышленным строительством на территориях, занятых естественными насаждениями, механизированной снегоочисткой [3].

Очистка улиц, дорог и площадей города от снега производится с применением мощной современной техники. Ширина полосы снегоотвала при очистке достигает 30 м. Основная масса искусственного снежного покрова концентрируется в полосе шириной 5–10 м. Максимальные значения высоты снежного вала отмечаются в среднем на расстоянии 5 м от очищаемой поверхности. Высота снежного вала в отдельных случаях может достигать 6 м, но в среднем обычно составляет около 3 м. В результате древесные насаждения, находящиеся в зоне снегоотвала, значительно страдают от механических повреждений [3].

В целом зеленые насаждения в системе озеленения города дифференцируются по назначению и нормированию отводимой под них площади.

Литература

1. Залеская Л.С., Микулина Е.М. *Ландшафтная архитектура*. – М., 1979. – 240 с.
2. Краснощекова Н.С. *Проектирование зеленых насаждений для улучшения микроклимата // Вопросы озеленения городов*. – М., 1971. – С. 41–57.
3. *Временные рекомендации по озеленению г. Петропавловска-Камчатского*. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1982. – 27 с.
4. Ермаков Л.Н. *География Камчатской области*. – Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камч. отд-ние, 1974. – 96 с.
5. Зонн С.В., Карпачевский Л.О., Стефин В.В. *Лесные почвы Камчатки*. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 254 с.
6. Ефремов Д.Ф. *Леса Камчатки // Леса Дальнего Востока* – М.: Лесная промышленность, 1969. – С. 212–227.

УДК 712

Г.А. Лазарев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ОЗЕЛЕНЕНИЮ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

В данной статье обсуждается система озеленения г. Петропавловска-Камчатского. Рассматриваются подразделение зеленых насаждений на категории по функциональному назначению, основные принципы проектирования озеленения, обеспечение с помощью зеленых насаждений ветрозащиты жилых массивов. Приводится классификация озеленяемых территорий по признаку сохранности естественного почвенно-растительного комплекса, который и определяет приемы озеленения.

Ключевые слова: зеленые насаждения, ветрозащита, снегозадержание, декоративное оформление, приемы озеленения, ассортимент пород.

G.A. Lazarev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

APPROACHES TO THE RATIONAL LANDSCAPING OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY

This article discusses the landscaping system of Petropavlovsk-Kamchatsky. The division of green spaces into categories according to functional purpose, the basic principles of landscaping design, providing wind protection of residential areas with the help of green spaces are considered. The classification of green areas is given on the basis of the preservation of the natural soil and plant complex, which determines the methods of gardening.

Key words: green spaces, wind protection, snow retention, decorative design, landscaping techniques, assortment of species.

В настоящее время все зеленые насаждения городских территорий подразделяются на три категории [1, 2]:

Общего пользования. В эту категорию включены зеленые насаждения парков, скверов и бульваров.

Функциональное назначение этих видов озеленения: кратковременный отдых, воспитательная работа с посетителями, проведение культурно-массовых и зрелищных мероприятий, декоративное оформление площадей. Норма: 9 кв. м на человека.

Ограниченного пользования. Это озеленяемые территории промышленных предприятий и административно-общественных зданий, такие как территории зданий общественного и культурно-бытового назначения, школы, детские сады, больницы, спортивные устройства промпредприятия. В эту же категорию включаются озеленяемые территории жилой застройки – сад при группе домов, двор при жилом доме, палисадники.

Функциональное назначение: декоративное оформление территории, учебно-познавательное и воспитательное назначение, декоративное оформление и обеспечение отдыха и прогулок, обеспечение защиты от неблагоприятных климатических факторов, защита окружающих территорий от неблагоприятного воздействия промышленных зон. Норма – не менее 40% площади.

Насаждения специального назначения. Сюда включено озеленение магистральных дорог, улиц, кладбищ, санитарно-защитные зоны.

Функциональное назначение: защита жилых районов от вредного воздействия промышленных предприятий, ТЭЦ, складских территорий, портовых зон, котельных и т. д., обеспечение защиты от вредного воздействия транспорта, снегозадержание, декоративное оформление территории. Нормы для санитарно-защитных зон и кладбищ – не менее 70%, для магистральных дорог и улиц – 20%.

Система озеленения г. Петропавловска-Камчатского должна включать все вышеперечисленные виды озеленения [3].

При проектировании озеленения следует исходить из двух предпосылок [1, 2, 4]:

- 1) озеленение должно быть строго функциональным,
- 2) озеленение должно быть гармонично окружающей природе.

Окружающие природные ландшафты играют первостепенную роль в создании всего облика города Петропавловска. Поэтому при озеленении нашего города следует стремиться к художественному выражению характерных и наиболее декоративных ландшафтов Камчатки: элементов каменноберезовых лесов, растительных сообществ альпийской и субальпийской зон, и т. д.

Из многообразия функций, выполняемых зелеными насаждениями при рациональном их размещении, наиболее важной в условиях г. Петропавловска-Камчатского является ветрозащита [3]. Ветрозащиту могут обеспечить только достаточно крупные группы и массивы, в которые рекомендуется концентрировать деревья и кустарники. Правило равномерного распределения деревьев и кустарников по озеленяемой территории в условиях сильно продуваемого города неприемлемо [4].

Ветрозащита должна быть в основе композиций большинства видов озеленения г. Петропавловска-Камчатского.

В жилых группах ветрозащитные посадки должны, прежде всего, закрывать места проникновения сильных потоков ветра внутрь жилой застройки. Для этого посадки делаются ажурной конструкции из 2–7 рядов, что сможет обеспечить снижение ветра на большом расстоянии. Внутри застройки, во дворах, насаждения должны обеспечивать ветрозащиту отдельных участков. Несколько ажурных групп, расположенных внутри двора, позволят заметно снизить скорость ветра [3].

Озеленение транспортных магистралей должно, в первую очередь, обеспечивать защиту жилых, общественных и производственных зданий от пыли, газов, шума и вибрации. Однако в условиях Петропавловска следует учитывать снегонакопительную способность насаждений, которые, концентрируя снег внутри себя, формируют снежные насыпи как с подветренной, так и с наветренной стороны. При неправильном размещении такие наносы могут усугубить снегозаносимость дороги. Поэтому защитные посадки в наших условиях следует располагать на расстоянии не менее 7 м с наветренной в зимнее время стороны дороги и не менее 3 м с подветренной стороны [3].

Снегозащитные насаждения рекомендуется составлять из 5–10 рядов, с шириной между рядами 2–2,5 м и расстоянием в рядах 1–1,5 м. При этом с наветренной стороны во втором ряду обязательно следует использовать высокорастущие кустарники.

В условиях Петропавловска-Камчатского наиболее сильно страдают от снеголома одиночно стоящие деревья и малорядные насаждения с большим шагом посадки. Подобные виды зеленых насаждений следует исключить из практики озеленения Петропавловска [3].

Озеленяемые территории и особенности их озеленения классифицируются следующим образом: осваиваются три категории участков, которые различаются по признаку сохранности естественного почвенно-растительного комплекса, который и определяет приемы озеленения.

I. Почвенно-растительный комплекс сохранен полностью – работы по озеленению сводятся к облагораживанию естественного ландшафта, обеспечению его сохранности.

II. Почвенно-растительный комплекс частично нарушен в ходе строительных работ – в этих условиях должны быть проведены мероприятия:

- а) по обеспечению сохранности существующего почвенного слоя и растительности;
- б) реконструкции и облагораживанию существующих насаждений;
- в) созданию искусственных насаждений.

III. Почвенно-растительный комплекс полностью нарушен – озеленение заключается в создании искусственных ландшафтов.

Участки I и II категории предназначаются в основном для лесопарков, городских и районных парков, общегородских санитарно-защитных насаждений. Озеленение территорий городской застройки ведется обычно на участках III категории.

При составлении проекта озеленения I категории участков следует, при необходимости, предусматривать восстановительные, защитные и декоративные посадки. Для декоративных посадок составляется подробный дендроплан.

Назначение *восстановительных* посадок заключается в искусственном восстановлении главной породы при отсутствующем или неудовлетворительном естественном возобновлении. Размещаются они в окнах полога насаждения, либо под пологом нежизнеспособных экземпляров.

Защитные посадки предназначены для повышения устойчивости естественного насаждения, ограждения от вытаптывания в местах повышенной рекреационной нагрузки, защиты почв от эрозии. Рассаживаются они по контурам жизнеспособных и декоративных групп и на участках, где наблюдается или возможна эрозия почвы. В составе посадочного материала либо кустарники с плотной кроной, желательны колючие, либо древесно-кустарниковые породы с широкой разветвленной корневой системой, травянистые растения.

Декоративные посадки предназначены для маскировки недекоративных мест или сооружений. Данными посадками оконтуривают места и сооружения, подлежащие маскировке, опушки, открытые пространства, водоемы, архитектурные формы, площадки и т. д.

Объекты II категории в черте городской застройки представляют собой сохраняемые в ходе строительства отдельные фрагменты естественных насаждений. Учитывая повышенную рекреационную нагрузку на них, необходимо особенно тщательно продумывать дорожно-тропиночную сеть и места отдыха. Учитывая, что продолжительность жизни естественных насаждений, оказавшихся на территории городской застройки, невелика, следует предусматривать работы по замещению, в перспективе, естественного насаждения искусственным: введение под полог насаждения более декоративных и устойчивых к городским условиям пород, искусственное восстановление насаждений ценных пород. Должны планироваться также защитные и декоративные посадки.

На участках I и II категории рекомендуется использовать при благоустройстве естественный рельеф территории, но с учетом обеспечения стока поверхностных вод.

В целом район г. Петропавловска-Камчатского относится к зоне, характеризующейся видовой бедностью древесной растительности и трудностью ее культивирования. Питомническое хозяйство не в состоянии удовлетворить потребность в посадочном материале не только экзотов, но и местных пород. В этой связи на ближайшее время следует ориентироваться на массовое использование в зеленом строительстве дичков из мест естественного произрастания. Для этой цели специалистами Камчатской лесной опытной станции ДальНИИЛХ был рекомендован ассортимент пород, который включает 18 видов деревьев и кустарников, произрастающих в районе городов Петропавловска-Камчатского и Елизова [3]. Из древесных пород в ассортимент были включены Береза каменная (Эрмана), Береза белая, Ольха пушистая, Тополь душистый, Ива сахалинская, Боярышник зеленомякотный, Рябина камчатская. Из кустарниковых пород Бузина камчатская, Жимолость камчатская, Жимолость Шамиссо, Ольха камчатская, Роза иглистая, Рябина бузинолистная, Чермуха азиатская, Спирея березоволистная и иволистная.

Выбор ассортимента должен определяться функциональным назначением озеленения и условиями произрастания растений на данном участке. Наиболее устойчивы и декоративны смешанные насаждения. Породы для создания смешанных насаждений подбираются в связи с их биоэкологическими и декоративными особенностями. Правильное смешение пород позволяет создавать разнообразные композиции даже при ограниченном наборе пород.

Литература

1. Залеская Л.С., Микулина Е.М. Ландшафтная архитектура. – М., 1979. – 240 с.
2. Краснощекова Н.С. Проектирование зеленых насаждений для улучшения микроклимата // Вопросы озеленения городов. – М., 1971. – С. 41–57.
3. Временные рекомендации по озеленению г. Петропавловска-Камчатского. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1982. – 27 с.
4. Декоративные посадки при ландшафтных рубках. Практические рекомендации. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1978. – 40 с.

УДК 621.039.586

Р.А. Ляндзберг

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: ecologycenter@kamchatgtu.ru*

САМЫЕ ОПАСНЫЕ ЯДЕРНЫЕ АВАРИИ XX ВЕКА Часть вторая

В статье рассмотрены два случая из четырех самых опасных ядерных аварий XX века – Уиндскейл (Великобритания), 1957 г., и АЭС «Три-Майл-Айленд» США, 1979 г. В результате выбросов большого количества радионуклидов была загрязнена до опасных уровней значительная территория, прилегающая к ядерным объектам, ряд работников АЭС подвергся облучению, приведшему к острому течению лучевой болезни.

Ключевые слова: радионуклиды, жидкие радиоактивные отходы, радиоактивные благородные газы, активная зона реактора, тепловыделяющие элементы, уровни радиоактивного загрязнения, опасность облучения персонала ионизирующими излучениями.

R.A. Lyandzberg

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: ecologycenter@kamchatgtu.ru*

THE MOST DANGEROUS NUCLEAR ACCIDENTS OF THE 20th CENTURY Part two

The article considers two cases of the four most dangerous nuclear accidents of the 20th century - Windscale (Great Britain), 1957, and Three Mile Island Nuclear Generating Station in the USA, 1979. As a result of the release of large amounts of radionuclides, a significant area adjacent to nuclear facilities was contaminated to dangerous levels, and a number of the Station workers were exposed to radiation, which led to an acute course of radiation sickness.

Key words: radionuclides, liquid radioactive waste, radioactive noble gases, reactor core, fuel elements, levels of radioactive contamination, danger of personnel exposure to ionizing radiation.

Ранее в статье [1] в хронологическом порядке были рассмотрены последствия взрыва хранилища твердых радиоактивных отходов на комбинате «Маяк», г. Озёрск на Южном Урале вблизи г. Кыштым 29 сентября 1957 г.

Следующая по счету авария случилась вскоре после этого 10 октября 1957 г. на одном из двух реакторов АЭС Уиндскейл в атомном комплексе «Селлафилд» на северо-западе Англии. Суммарный выброс радионуклидов в результате аварии (около 10^5 Ки) и площадь загрязнения территории (500 км^2) были примерно в 20–30 раз меньше, чем при аварии в г. Озёрске, поэтому по принятой в дальнейшем международной классификации INES эта авария была отнесена к 5-му уровню (значительная радиационная авария).

Следует, однако, указать, что до сих пор авария в Уиндскейле является крупнейшей в истории ядерной энергетики Англии.

Графитовый реактор типа AGR с воздушным охлаждением был предназначен для выработки оружейного плутония и радиоактивного изотопа водорода трития. Особенностью процесса является то, что нейтроны, запуская ядерную реакцию образования плутония в урановом топливе, бомбардируют графитовую оболочку и вносят изменения в кристаллическую структуру графита, что приводит к аккумуляции энергии в графите и опасности возгорания уранового топлива.

Для восстановления нормальной структуры графита проводится отжиг при температуре 250°C, при этом воздушное охлаждение реактора отключается. Из-за конструктивных особенностей реактора контрольные приборы не охватывали весь объем активной зоны, вследствие чего в отдельных точках произошел перегрев реактора, температура части ТВЭЛов возросла до 1400°C, металлическое урановое топливо загорелось, и резко возрос выброс продуктов деления урана в окружающую среду через газоотводящую трубу. Приборы зафиксировали рост уровня радиоактивности более чем в 10 раз на расстоянии около 1 км от реактора.

Аварийной выгрузки ТВЭЛов из активной зоны мешало то, что под действием высокой температуры топливные сборки раздулись и заклинились в каналах. Необходимо было в аварийном порядке остановить процесс горения ядерного топлива, который к вечеру 10 октября охватил уже 150 каналов с общей массой урана 8 тонн.

Попытки потушить пожар с помощью углекислого газа не дали результата, и тогда было принято единственное, но крайне рискованное решение – залить реактор водой, что могло привести к взрыву из-за парообразования и разложения воды с образованием гремучего газа (смесь водорода с кислородом в соотношении 2 : 1).

Весь обслуживающий персонал станции был удален, остались только главный инженер и начальник пожарной охраны, после чего реактор был залит водой, проливка продолжалась в течение полутора суток, и 12 октября реактор был приведен в холодное состояние.

Последствия аварии заключались в том, что в окружающую среду было выброшено около 10^5 Ки радионуклидов, главным образом I^{131} , Cs^{137} и Xe^{135} , основная доля радиоактивности приходилась на короткоживущие изотопы йода и ксенона (Cs^{137} было примерно в 25 раз меньше).

Поскольку главную опасность для здоровья людей представлял I^{131} , поступающий в организм в виде аэрозоля, а также с молоком, все молочные продукты в районе АЭС были уничтожены, и продажа молока была приостановлена на шесть недель с ферм на расстоянии до 30 км от АЭС.

Обслуживающий персонал в результате аварии не получил доз, превышающих годовую норму облучения более, чем в 10 раз.

Следует отметить, что избежать куда более серьезной опасности удалось из-за установки фильтров на газовой трубе, хотя по проекту это не было предусмотрено, и только благодаря настоянию известного физика Дж. Кокрофта это удалось сделать [2].

Реактор был заглушен, в нем осталось около 7 тыс. деформированных ТВЭЛов, извлечь которые предполагается не ранее 2037 г. с помощью роботов.

Следующая крупная авария, относящаяся к 5-му уровню по шкале INES, произошла спустя 22 года, 28 марта 1979 г. на АЭС «Три-Майл-Айленд» в штате Пенсильвания, США.

К тому времени был накоплен значительный опыт использования АЭС во многих странах, что позволяло считать в принципе решенными вопросы безопасной эксплуатации ядерных реакторов различного типа, однако реальность перечеркнула это предположение.

Авария на АЭС «Три-Майл-Айленд» произошла в 4 часа утра 28 марта на втором блоке станции вследствие цепочки следующих событий:

- выход из строя питательного насоса второго контура охлаждения реактора;
- целый ряд технических неполадок (заклинивание клапана, неправильные показания приборов, отказ аварийных насосов) и неудачная компоновка щита управления реактором, что привело к невозможности адекватно оценить состояние реактора, растерянности обслуживающего персонала и принятию ряда неверных решений.

После остановки питательного насоса прекратилась циркуляция воды, и реактор начал перегреваться. Аварийные насосы не были запущены, так как после ремонта на них не были открыты задвижки, а операторы не могли видеть этого, поскольку индикаторы на пульте управления были просто-напросто закрыты ремонтными табличками.

Сработавший предохранительный клапан, выпускающий из реактора воду и пар, не закрылся при достижении нормального давления, из-за чего радиоактивный теплоноситель стал поступать в помещения. Активная зона реактора, оставшаяся без охлаждения, начала плавиться из-за перегрева, вызванного распадом радиоактивных продуктов деления урана, только спустя 3 часа удалось запустить насосы аварийного охлаждения и заполнить активную зону специальной водой с добавкой бора, что остановило разрушение ТВЭЛов.

Уже днем выяснилось, что в корпусе реактора образовался огромный пузырь водорода, возникший при реакции раскаленного циркония оболочек ТВЭЛов с водяным паром, это грозило

взрывом и страшной катастрофой (вспомните Чернобыль). К счастью, удалось запустить насосы первого контура, и вплоть до 2 апреля операторы работали над удалением водорода из-под крышки реактора, устраняя тем самым неуправляемое развитие аварии.

В итоге выяснилось, что около 45% компонентов активной зоны (62 тонны) расплавились, но катастрофического выброса радионуклидов в окружающую среду не произошло – реактор и оборудование первого контура находились в герметичной гермооболочке, которая не была нарушена [3].

Последствия аварии, которая, по официальным данным, была отнесена к 5-му уровню по классификации INES, свелись к тому, что на месте происшествия никто не погиб, а количество нуклидов, попавших в окружающую среду, было оценено как незначительное, так как основную его часть составлял короткоживущий изотоп Xe^{135} ($T_{1/2} = 5,2$ суток).

Сильному радиоактивному загрязнению подверглась лишь территория АЭС, отдельные сотрудники станции (134 человека) получили значительные дозы облучения, за пределами АЭС никто существенно не пострадал. Считается, что в пределах 10-мильной зоны вокруг АЭС население получило дополнительное облучение, не превышающее величину дозы при флюорографическом обследовании.

Однако авария вызвала серьезный психологический стресс у более чем 2 млн жителей прилегающей населенной зоны. Губернатор штата Пенсильвания выступил с заявлением о необходимости эвакуации беременных женщин и детей из прилегающей зоны. И хотя официально эвакуация не была объявлена, около 200 тыс. человек покинули свои дома и вернулись через несколько дней лишь после того, как АЭС лично посетил президент США Дж. Картер (судя по фотографии, из всей защитной одежды у президента были только бахилы на ногах).

Работы по устранению последствий аварии были закончены только в 1993 г., далее на АЭС продолжал работать первый энергоблок, аварийный второй блок был закрыт, внутренняя часть реактора утилизирована. Предполагалось, что станция будет работать до 2034 г. [4], однако в 2019 г. из-за экономической убыточности ее работы и отказа властей штата субсидировать продолжение эксплуатации станция была окончательно остановлена.

Литература

1. Ляндзберг Р.А. Самые опасные ядерные аварии XX века // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-техн. конф. (25–26 ноября 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 113–115.
2. United Kingdom Atomic Energy Authority Accident at Windscale no.1 pile on 10th October, 1957. – London: H.M. Stationary Off. – 25 p.
3. J. Samuel Walker. Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective. – University of California Press, 2004. – 231 p.
4. Three Mile Island Nuclear Station, Unit. 1. Nuclear Regulatory Commission.

УДК 502/504:582.711(571.66)

Е.В. Матвеева, В.Г. Авдощенко, А.В. Климова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: avdoshchenkovg@mail.ru*

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГЕНЕРАТИВНЫХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ШИПОВНИКА (*ROSA AMBLYOTIS*) В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Приведены данные по содержанию металлов Ba, Cu, Pb, Cr, Ni, Zn, Mn, Sr и Al в почве и в надземных органах *Rosa amblyotis* С.А. Мей., собранных на территории г. Петропавловска-Камчатского и Усть-Камчатского района (Камчатский край) в 2023 г. Проведенные исследования позволили выделить следующий ряд убывания по степени накопления Ba, Cu, Pb, Cr, Zn органами *R. amblyotis*: ветви > листья > > плоды, по степени аккумуляции Mn, Sr: листья > ветви > плоды. В наибольшей степени органы *R. amblyotis* накапливают Al, Mn. Механизмы накопления металлов растениями *Rosa amblyotis* не зависят от расположения участка сбора и факторов воздействия.

Ключевые слова: тяжелые металлы, шиповник, почва, *Rosa amblyotis* С.А. Мей., г. Петропавловск-Камчатский, Усть-Камчатский район, накопление, микроэлементный состав, загрязнение.

E.V. Matveeva, V.G. Avdoshchenko, A.V. Klimova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: avdoshchenkovg@mail.ru*

THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE GENERATIVE AND VEGETATIVE ORGANS OF ROSEHIP (*ROSA AMBLYOTIS*) IN THE NATURAL AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE KAMCHATKA TERRITORY

The data on the content of heavy metals Ba, Cu, Pb, Cr, Ni, Zn, Mn, Sr and Al in the soil and above-ground organs of *Rosa amblyotis* С.А. Мей. collected on the territory of Petropavlovsk-Kamchatsky and Ust-Kamchatsky district of Kamchatka territory in 2023 are presented. The conducted studies allowed us to identify the following series of decreasing degrees of accumulation of Ba, Cu, Pb, Cr, Zn by organs of *R. amblyotis*: branches > leaves > > fruits, according to the degree of accumulation of Mn, Sr: leaves > branches > fruits. To the greatest extent, the organs of *R. amblyotis* accumulate Al, Mn. Mechanisms of accumulation of heavy metals *R. amblyotis* they do not depend on the location of the collection site and impact factors.

Key words: heavy metals, rosehip, soil, *Rosa amblyotis* С.А. Мей., Petropavlovsk-Kamchatsky, Ust-Kamchatsky district, accumulation, trace element composition, pollution.

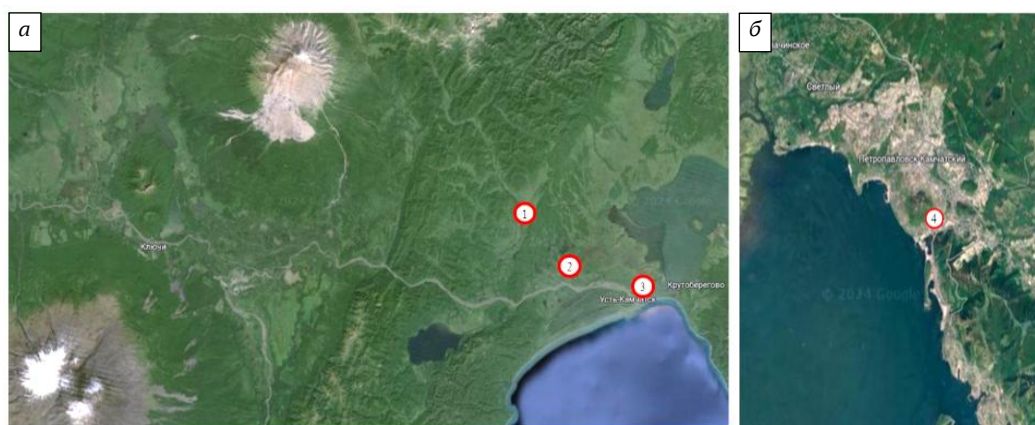
Шиповник тупоушковый (*Rosa amblyotis* С.А. Мей.) входит в список лекарственных растений. В его плодах содержатся в больших концентрациях аскорбиновая кислота, витамины, органические кислоты и жирные масла, в связи с этим его плоды и листья являются объектом массового сбора для употребления в виде отвара, варенья и др. [1]. Микроэлементный состав шиповника зависит от района произрастания, типа почвы, растительного покрова, количества осадков и других условий. Для Камчатского края характерно металлическое загрязнение, отличающееся на разных участках и зависящее не только от антропогенных источников поступления, таких как автотранспорт и теплоэлектростанции, но и от регионального природного фактора – вулканической деятельности. Часто при выборе района сбора ягод и листьев шиповника не учитывают расположение источников загрязнения и возможные последствия накопления тяжелых металлов в растениях и, как следствие, поступление их в организм человека. Каждый загрязни-

тель относится к определенной категории опасности, а также имеет разный уровень накопления органами растений [2]. В связи с этим важно понимать, какие элементы и в какой степени поглощаются и аккумулируются надземными органами *R. amblyotis* в разных условиях произрастания, что позволит в дальнейшем рекомендовать конкретные тяжелые металлы для оценки безопасности потребления шиповника.

Целью данной работы являлось выявление особенностей накопления металлов в надземных органах шиповника тупоушкового в Камчатском крае.

Отбор материалов для настоящей работы проводили в октябре 2023 г. на территории Камчатского края, в Усть-Камчатском районе и в г. Петропавловске-Камчатском (рисунок). Для исследований были использованы ветви, листья и плоды растений *R. amblyotis*, а также почвенные образцы из поверхностного горизонта. Каждая проба формировалась путем осреднения материала из пяти частных проб. Участки сбора находились на разном расстоянии от потенциальных источников загрязнения. Районы «35 км» (№ 1) и «18 км» (№ 2) удалены от п. Усть-Камчатска на 35 км и 18 км соответственно и расположены в зоне регулярных выпадений пеплов Ключевской группы вулканов. Участок «п. Усть-Камчатск» (№ 3) находится в частном секторе п. Усть-Камчатск, т. е. в зоне постоянного антропогенного и вулканического воздействия. Четвертая точка сбора «сопка Мишенная» (№ 4) расположена в г. Петропавловске-Камчатском, вблизи автомобильных дорог и предприятий теплоэнергетики.

Содержание металлов Ba, Cu, Pb, Cr, Ni, Zn, Mn, Sr, Al, Cd, Co, Mo в образцах определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой AES-MP 4200 (Agilent Technologies, США). Подготовку к микроэлементному анализу предварительно высушенных при 60°C проб проводили методом мокрой минерализации в системе кислотного разложения проб Ethos UP (Milestone, Италия). Для контроля точности определений использовали стандартные образцы состава листа березы (ЛБ-1, ГСО8923-2007) и элодеи канадской (ЭК-1, ГСО8921-2007) с аттестованными значениями содержания металлов [3]. Все значения содержания элементов в почве, ветвях, листьях и плодах приведены в мг/кг сухой массы. Для оценки интенсивности накопления и поглощения металлов надземными органами шиповника использовали коэффициент биологического поглощения (КБП), путем вычисления отношения содержания элементов в золе плодов, ветвей и листьев к их валовому содержанию в почве. По интенсивности поглощения металлов растениями были выделены группы биологического накопления (КБП > 1) и биологического захвата (КБП < 1) [4].



Карта-схема районов исследования *Rosa amblyotis* в Камчатском крае в 2023 г.
 а - Усть-Камчатский район: № 1 - «35 км», № 2 - «18 км», № 3 - «п. Усть-Камчатск»,
 б - г. Петропавловск-Камчатский: № 4 - «сопка Мишенная»

Среднее содержание металлов в исследованных пробах почв и шиповника представлено в табл. 1. Концентрация металлов в образцах почв выше, чем в растениях на участках с антропогенными и смешанными (природно-антропогенными) факторами влияния. В случае с районами, расположенными вне зоны действия антропогенных факторов, напротив, содержание Ba, Pb, Zn, в растениях выше, чем в почве. В районах «35 км», «18 км», «Мишенная сопка» Ni был определен только в растениях. В случае с растениями значимые различия выявлены в содержании

Ba, Zn, Mn, Sr и Al, основной вклад в общее содержание металлов вносят три последних элемента. Стоит отметить, что концентрации Cd, Co и Mo в почве и в надземных органах растений находились ниже предела их обнаружения.

Таблица 1

Среднее содержание металлов в почве и в *Rosa amblyotis* в исследованных районах Камчатского края в 2023 г.

Фактор воздействия	Район сбора	Тип пробы	Ba	Cu	Pb	Cr	Ni	Zn	Mn	Sr	Al
Природные	35 км, 18 км	почва	53,26	38,41	6,92	37,45	-	28,43	256,2	2 843,8	18 517
		растение	231,48	27,28	16,87	20,59	20,69	64,91	869,7	305,0	611,1
Антропогенные	Мишенная сопка	почва	87,13	35,72	17,94	21,98	-	146,85	335,3	3 271,5	25 078
		растение	49,48	15,60	9,92	13,75	10,15	44,60	145,1	110,6	388,7
Смешанные	п. Усть-Камчатск	почва	93,02	35,79	103,12	31,78	15,27	128,59	419,8	3 116,5	16 440
		растение	58,15	13,38	10,30	8,16	6,56	68,15	114,5	71,7	328,5

На основе полученных данных возможно построить ряд уменьшения суммарного содержания элементов в надземных органах *R. amblyotis* на каждом участке. Так, в ветках последовательность концентрации элементов выглядит следующим образом:

- для участка «35 км» Al > Mn > Ba > Sr > Zn > Cu > Cr > Ni > Pb,
- для участка «18 км» Al > Mn > Sr > Ba > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb,
- для участка «Мишенная сопка» Al > Sr > Zn > Mn > Ba > Cr > Cu > Ni > Pb,
- для участка «п. Усть-Камчатск» Al > Zn > Ba > Mn > Sr > Cu > Cr > Pb > Ni.

В листьях шиповника ряд убывания представлен следующей последовательностью:

- для участка «35 км» Mn > Al > Sr > Ba > Zn > Cu > Pb > Cr > Ni,
- для участка «18 км» Mn > Al > Sr > Ba > Zn > Cu > Pb > Ni > Cr,
- для участка «Мишенная сопка» Al > Mn > Sr > Ba > Zn > Cu > Pb > Cr > Ni,
- для участка «п. Усть-Камчатск» Al > Mn > Sr > Zn > Ba > Pb > Cu > Cr > Ni.

В плодах шиповника ряд убывания имеет следующую последовательность:

- для участка «35 км» Mn > Sr > Al > Ba > Zn > Ni,
- для участка «18 км» Mn > Sr > Al > Ba > Zn > Cu > Pb > Ni > Cr,
- для участка «Мишенная сопка» Sr > Mn > Al > Zn > Ba > Cu > Pb > Ni > Cr,
- для участка «п. Усть-Камчатск» Al > Sr > Mn > Zn > Ba > Pb > Cu > Cr > Ni.

На участке «35 км» в плодах не обнаружены Cu, Cr и Pb. Следует отметить, что генеральные ряды убывания суммарного содержания элементов для разных органов шиповника схожи, в меньшей степени накапливается свинец, относящийся к классу высокоопасных загрязнителей, в наибольшей степени аккумулируются Al и Mn.

Для оценки степени захвата и накопления отдельных элементов был определен коэффициент биологического поглощения (КБП) надземными органами растений *R. amblyotis* (табл. 2).

В районах «35 км» и «18 км» Ba, Pb, Zn относится к элементам накопления в ветвях, Ba, Pb, Mn аккумулируется в листьях. На участках «Мишенная сопка», «п. Усть-Камчатск» Ba, Cu, Pb, Cr, Zn, Mn, Sr, Al относятся к элементам биологического захвата. Наибольшие величины коэффициента выявлены в районах «35 км» и «18 км», что может быть связано с высоким уровнем природного загрязнения, близким расположением активных вулканов, а также с отсутствием механизмов, препятствующих поглощению металлов из почвы.

Таблица 2

Коэффициент биологического поглощения надземными органами *Rosa amblyotis* в районах исследований Камчатского края в 2023 г.

Район	КБП	Ba	Cu	Pb	Cr	Ni	Zn	Mn	Sr	Al
35 км	ветви	3,55	0,50	1,12	0,45	–	1,70	0,43	0,03	0,02
	листья	2,72	0,21	1,08	0,12	–	0,51	2,09	0,05	0,02
	плоды	0,61	0	0	0	–	0,53	0,28	0,02	0,002
18 км	ветви	0,72	0,18	0,66	0,17	–	0,50	0,55	0,02	0,007
	листья	0,62	0,16	0,63	0,08	–	0,29	2,10	0,03	0,005
	плоды	0,10	0,10	0,51	0,06	–	0,18	0,29	0,008	0,0006
Мишенная сопка	ветви	0,17	0,23	0,27	0,49	–	0,19	0,08	0,01	0,01
	листья	0,37	0,16	0,24	0,11	–	0,098	0,33	0,02	0,005
	плоды	0,07	0,12	0,14	0,08	–	0,05	0,05	0,007	0,0006
п. Усть-Камчатск	ветви	0,35	0,22	0,04	0,15	0,20	0,29	0,08	0,01	0,01
	листья	0,25	0,12	0,05	0,09	0,18	0,21	0,18	0,01	0,008
	плоды	0,06	0,095	0,04	0,07	0,14	0,08	0,04	0,006	0,004

Во всех случаях значения КБП металлов, рассчитанные для плодов, были меньше, чем в других органах, исключением является значение коэффициента для цинка на участке «35 км». Можно выделить следующий ряд убывания по степени накопления Ba, Cu, Pb, Cr, Zn органами *R. amblyotis*: ветви > листья > плоды, по степени аккумуляции Mn, Sr: листья > ветви > плоды. Вероятно, ветви и листья растения выполняют барьерную функцию и предотвращают поступление металлов в плоды.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что плоды и листья шиповника не являются аккумуляторами проанализированных металлов, вне зависимости от района их произрастания. Следует отметить, что ранее аналогичные выводы были сделаны для растений этого вида, произрастающих вблизи магистральных дорог и улиц г. Петропавловска-Камчатского [5]. Также, в Камчатском крае исследования микроэлементного состава *R. amblyotis* осуществлялись в Быстринском районе Е.В. Дульченко, в результате было обнаружено превышение Ba, Cu, Pb, Ag, Sr и Mo над фоновыми значениями в несколько раз [6].

В работах других авторов были изучены плоды шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm.), произрастающий в Оренбургской [7–9], Кемеровской [10], Курской [11] и Свердловской [12] областях, анализ плодов показал превышение ПДК некоторых тяжелых металлов в несколько раз, однако в стеблях было обнаружено более высокое содержание Cu, Zn и Pb, что, вероятно, также связано с наличием защитного механизма у обсуждаемых видов [3].

Таким образом, было выявлено, что в условиях Камчатского края накопление металлов у растений *Rosa amblyotis* в большей степени происходит в листьях и ветвях, в плодах элементы содержались в меньших концентрациях, а некоторые находились в диапазоне ниже предела обнаружения метода. Однако целью данной работы не являлось рассмотрение шиповника как лекарственного сырья или продукта питания, поэтому оценка пригодности использования органов растения для употребления будет проводиться в дальнейшем.

Литература

1. Замятина Н.Г. Лекарственные растения. Энциклопедия природы России. – М.: АБФ, 1998. – 496 с.
2. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2007. – 16 с.

3. Характерные свойства стандартных образцов кластера «растения» в коллекции ИГХ СО РАН / *Е.В. Шабанова, И.Е. Васильева и др.* // Эталоны. Стандартные образцы. – 2021. – № 3. – С. 45–61.

4. *Ильин В.Б., Степанова М.Д.* Химические элементы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1982. – 73 с.

5. *Авдощенко В.Г., Климова А.В.* Содержание тяжелых металлов в растениях города Петропавловска-Камчатского (Камчатский край) в 2017–2018 гг. // Вестник КамчатГТУ. – 2020. – № 54. – С. 49–60.

6. *Дульченко Е.В.* Средние фоновые значения микроэлементов в золе грунтов, почв, жимолости и шиповнике (Центральная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XVI Междунар. науч. конф., посвящ. 20-летию образования природных парков на Камчатке. – 2015. – С. 170–174.

7. *Русанов А.М., Турлибекова Д.М.* Тяжелые металлы в плодах шиповника парков города Орска // Вестник оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12. – С. 299–300.

8. *Скворцова Т.А.* Содержание тяжелых металлов в плодах *Rosa majalis* Herrm., произрастающего в парковых зонах города Оренбурга // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 8. – С. 80–82.

9. *Щебланова М.А.* Накопление тяжелых металлов в плодах шиповника майского (*Rósa majális*), произрастающего на территории г. Бузулука // В мире научных открытий: Материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. – 2014. – С. 1–4.

10. *Неверова О.А., Егорова И.Н.* Оценка качества плодов шиповника (*Rosa majalis* Herrm.), произрастающего на породном отвале угольного разреза в условиях Кемеровской области // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 3. – С. 139–141.

11. *Лукьянчикова О.В., Шевченко Д.В.* Содержание тяжелых металлов в плодах шиповника майского как фактор ухудшения здоровья населения // Академическая наука на службе обществу. – 2022. – С. 329–336.

12. *Трубина М.Р., Мухачева С.В., Безель В.С., Воробейчик Е.Л.* Содержание тяжелых металлов в плодах дикорастущих растений в зоне аэротехногенного воздействия Среднеуральского медеплавильного завода (Свердловская область) // Растительные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 67–80.

УДК [628.16:628.19](571.66)

Б.А. Опрышко¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина²

¹ Камчатский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НА ВОДОЗАБОРЕ «АВАЧИНСКИЙ» ЕЛИЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В январе 2024 г. на реке Аваче была зарегистрирована чрезвычайная ситуация природного характера. Причиной этому явлению стали устойчивые отрицательные температуры в Елизовском районе. Для снижения риска возникновения ЧС природного характера на водозаборе «Авачинский» и своевременной организации противопаводковых мероприятий необходимо расширить локальную автоматизированную наблюдательную сеть путем дооснащения эксплуатационных скважин автоматическими приборами – регистраторами уровня воды, организацией водопоста и своевременной расчисткой ледяных заторов.

Ключевые слова: автоматизированная система контроля, мониторинг подземных вод, эксплуатационные скважины, водозабор Авачинский, Елизовское месторождение питьевых подземных вод, чрезвычайная ситуация на реке Аваче.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina²

¹ Kamchatka Vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

ON THE ISSUE OF THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM AT THE AVACHINSKY WATER INTAKE OF THE YELIZOVSKY FIELD OF DRINKING GROUNDWATER

In January 2024, a natural emergency was registered on the Avacha River. The reason for this phenomenon was the steady negative temperatures in the Yelizovsky district. To reduce the risk of natural emergencies at the Avachinsky intake and timely organization of flood control measures, it is necessary to expand the local automated observation network by retrofitting production wells with automatic water level recorders, organizing a water stand and timely clearing of ice jams.

Key words: automated control system, groundwater monitoring, production wells, Avachinsky water intake, Elizovskoye field of drinking groundwater, emergency situation on the Avacha River.

Организация и эксплуатация систем мониторинга питьевых подземных вод является важной государственной задачей [1].

На научно-практической конференции в 2020 г. авторы работы сообщили, что при эксплуатации водозабора «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод возможно проявление опасных русловых процессов [2]. Были представлены результаты измерений уровней грунтовых вод, доказывающие, что опасные подъемы уровней воды в протоках реки Авачи можно прогнозировать [2].

Также сообщалось, что для снижения риска возникновения ЧС природного характера на водозаборе «Авачинский» и своевременной организации противопаводковых мероприятий локальную автоматизированную наблюдательную сеть необходимо расширить.

Без научного обеспечения не может быть стабильной работы водозабора «Авачинский». Это показали результаты многолетних исследований доцента кафедры гидрологии суши МГУ д.г.н. С.Р. Чалова [3]. Основные направления исследования:

а) изучение условий развития русловых деформаций и изменение гидрологического режима проток р. Авачи,

б) режим питания водоносного горизонта голоценовых аллювиальных отложений.

На основании этих результатов творческий коллектив (научно-образовательный центр) в составе сотрудников «КамчатГТУ» и КГУП «Камчатский водоканал» провел дополнительные исследования, необходимые для обеспечения устойчивой работы водозабора. В результате этих исследований была разработана и внедрена в 2021 г. автоматизированная система контроля (АСК) режима подземных и поверхностных вод водозабора «Авачинский» с телеметрической системой передачи результатов измерений [4, 5]. Это позволило повысить достоверность результатов контроля режима подземных и поверхностных вод.

В январе 2024 г. с помощью АСК на р. Аваче была зарегистрирована чрезвычайная ситуация природного характера. 2 января 2024 года между водозабором и мостом образовался ледяной затор, участок водозабора, расположенный на острове между протоками №№ 1 и 2, частично затопило водой из 1-й протоки. Второй водозаборный ряд находился под водой (до 30 сантиметров от поверхности земли). 3 января после 12:00 уровень начал резко снижаться. После снижения уровня воды лед на протоках 1 и 2 обвалился, сток в протоках прекратился. На снимках (рис. 1а; 1б) показано состояние проток реки Авачи в феврале 2023 и 2024 гг.



Рис. 1а. Протоки реки Авачи в районе водозабора по состоянию на февраль 2023 года

Осмотр русла р. Авачи, проведенный в конце января, показал, что сток реки в одном километре выше по течению от водозабора перераспределился в протоки, впадающие в р. Пиначевскую. Результаты наблюдений за уровнями подземных вод в эксплуатационных скважинах водозабора «Авачинский» показали их устойчивое снижение. На рис. 2 и 3 показаны уровни воды в эксплуатационных скважинах №№ 20 и 25 за периоды октябрь – февраль 2020–2024 гг., зарегистрированные с помощью автоматизированной системы контроля.



Рис. 16. Протоки реки Авачи в районе водозабора по состоянию на февраль 2024 года

Уровни воды в эксплуатационной скважине № 20. Водозабор "Авачинский".
Период октябрь – февраль 2020–2024 гг. Интервал 60 минут

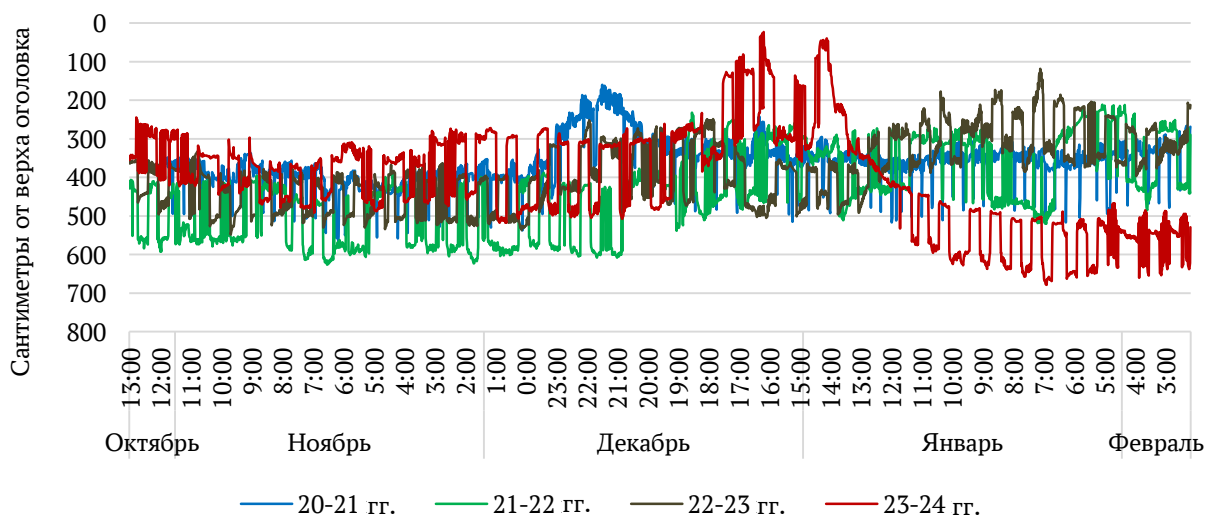


Рис. 2. График зарегистрированных уровней воды в скважине № 20

Причиной этому явлению стали устойчивые отрицательные температуры в Елизовском районе от минус 15 до минус 30 градусов с декабря 2023 и до начала февраля 2024 г. Отмечались заторно-затопленные явления с затоплением надпойменных террас в районе пос. Раздольного и ниже по течению до моста через р. Авачу в городе Елизове в районе 34 километра.

Вызывает беспокойство предстоящая зимне-весенняя межень (март – май), при которой уровни в эксплуатационных скважинах водозабора снижаются (по результатам многолетних наблюдений) на 2–3 метра даже при наличии стока в протоках р. Авачи.

Поэтому при дальнейшей эксплуатации скважинного водозабора в условиях отсутствия поверхностного стока в ближайших протоках необходимо:

1. Рассредоточить нагрузку на эксплуатационные скважины равномерно по длине водозаборного ряда, не перегружать отдельные участки водозабора относительно других.
2. Вести постоянные наблюдения за уровнями воды в эксплуатационных и наблюдательных скважинах.

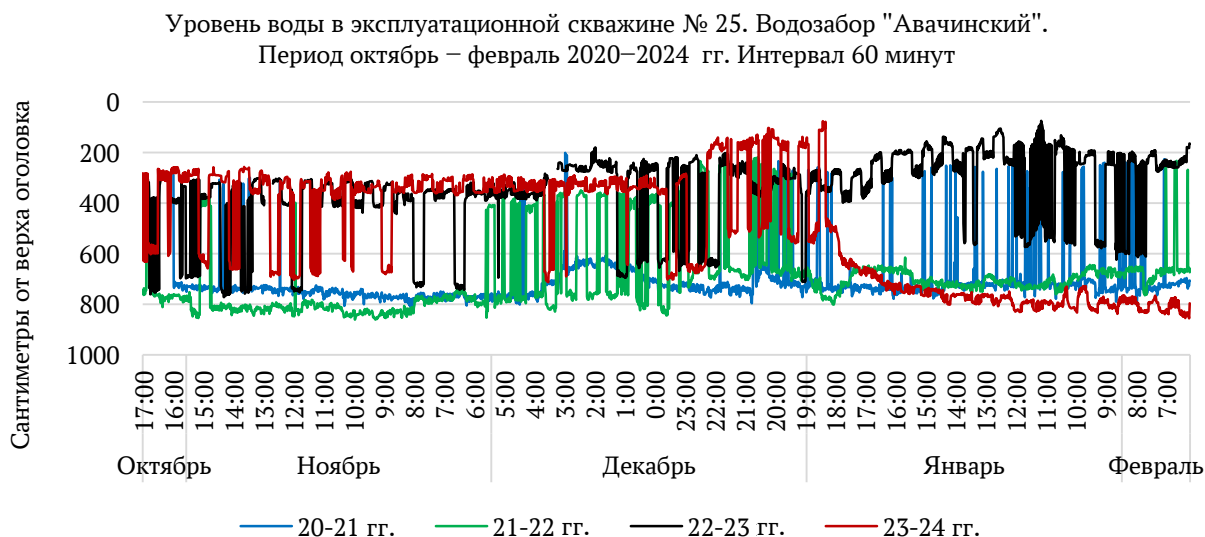


Рис. 3. График зарегистрированных уровней воды в скважине № 25

Учитывая исключительную значимость гидрологического режима проток реки Авачи в формировании эксплуатационных запасов Елизовского месторождения, необходимо:

1. Дооснастить шесть эксплуатационных скважин №№ 5; 8; 10; 12; 22; 24 автоматическими приборами – регистраторами уровня воды.
2. Разработать конструкцию водопоста для регистрации уровней воды в протоках в зимний период.
3. Расчистить ледяные заторы на р. Аваче выше участка водозабора, чтобы обеспечить приток воды в протоки вблизи водозабора.

Литература

1. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод: методические рекомендации / Сост. Б.В. Боровский, Л.С. Язвин, В.П. Закутин; АОЗТ «ГИДЭК». – М.: МПР РФ, 1998. – 80 с.
2. Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Влияние природных факторов на состояние водозабора «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 139-142.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Проведение мониторинга зоны санитарной охраны Авачинского водозабора и моделированию стока р. Авача для обоснования режима санитарной охраны Авачинского водосбора» / Отв. исп. С.Р. Чалов. – М.: ООО «Экспертная лаборатория гидроинформационные системы», 2016. – 102 стр.
4. Опрышко Б.А., Швецов В.А., Чернышев А.С. О результатах цифровизации мониторинга Елизовского месторождения питьевых подземных вод // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 135–138.
5. Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Унифицированный оголовок для наблюдательных скважин месторождений питьевых подземных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – М., 2022. – № 9. – С. 20–24.

УДК 551.509.68

Т.А. Штильникова, А.Е. Голованева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: stanuffka@gmail.com; golovaneva.an@yandex.ru*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И ДИНАМИКА ПОЖАРОВ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ

Леса являются важным природным ресурсом, они выполняют ряд экологических, экономических и социальных функций. Однако лесные пожары – одна из проблем лесопользования, которая является барьером в освоении лесных ресурсов. В работе представлены материалы о состоянии лесных ресурсов в Камчатском крае, а также динамика лесных пожаров в период с 2017 по 2023 гг. Анализ данных позволяет выделить районы Камчатского края в зависимости от интенсивности возникновения пожаров. Среди причин их появления отмечается как природное, так и антропогенное происхождение.

Ключевые слова: лесные ресурсы, лесной фонд Камчатского края, лесные пожары, лесопользование.

T.A. Shtilnikova, A.E. Golovanova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: stanuffka@gmail.com; golovaneva.an@yandex.ru*

ANALYSIS OF THE STATE OF FOREST RESOURCES AND FIRE DYNAMICS IN THE KAMCHATKA TERRITORY

Forests are an important natural resource, they perform a number of ecological, economic and social functions. However, forest fires are one of the problems of forest management, which is a barrier to the development of forest resources. The paper presents materials on the state of forest resources in the Kamchatka Territory, as well as the dynamics of forest fires in the period from 2017 to 2023. Data analysis allows us to identify areas of the Kamchatka Territory depending on the intensity of fires. Among the reasons for their appearance, both natural and anthropogenic origin is noted.

Key words: forest resources, forest fund of the Kamchatka Territory, forest fires, forest management.

Лесные ресурсы – это накапливающиеся и хранящиеся в лесном фонде почвенные, водные, растительные, животные источники удовлетворения потребностей человека [1].

Роль леса очень значима как в геосистемном масштабе, так и для жизни человечества в целом. Длительный исторический промежуток времени значение лесных ресурсов в общественном сознании было сведено к прямому получению древесины и ряда других биологических ресурсов. В современном мире данные рассматриваемые ресурсы относят к одному из факторов глобального масштаба, влияющих на обеспечение устойчивого развития человечества и его экологической безопасности.

Ценность лесных ресурсов заключается в их многоцелевом назначении. Они выполняют большое количество функций, оказывающих прямое влияние на экологическую устойчивость.

Лесная экосистема, осуществляющая обмен веществом и энергией, включает в себя разнообразные сообщества живых организмов. Данная биологическая система реализует ряд геосистемных функций, формируя климатические особенности местности, в том числе терморегулирующую. Благодаря лесу происходит аккумуляция осадков, а также почвообразовательные процессы.

Лесные насаждения оказывают важнейшую ландшафтообразующую функцию и предотвращают проявление эрозионных, дефляционных проявлений. Положительное экологическое значение лесов выражается также в почво- и гидромелиоративной деятельности.

Экологический блок функций леса включает в себя также биотообразующие – формирование фито-, зоо- и микробиоценозов и защитные (противоселевая, противолавинная, противооползневая) [2].

Лесные ресурсы являются значимым объектом в экономике, предоставляя различные материалы и услуги, необходимые для обеспечения общества.

Использование лесных ресурсов возможно для различных целей, в число которых согласно статьи 25 Лесного кодекса РФ включены как заготовка древесины, живицы, недревесных и ряда других лесных ресурсов, так и осуществление различной охотничьей деятельности, сельского хозяйства, научно-исследовательских работ для рекреационных целей и ряда других.

Лесной фонд Камчатского края. По данным государственного лесного реестра общая площадь лесов Камчатского края составляет 46 079,453 тыс. га, из них по целевому назначению выделяют резервные леса – 27 973,71 тыс. га; эксплуатационные – 3 946,814 тыс. га; защитные – 14 148,929 тыс. га (рис. 1).

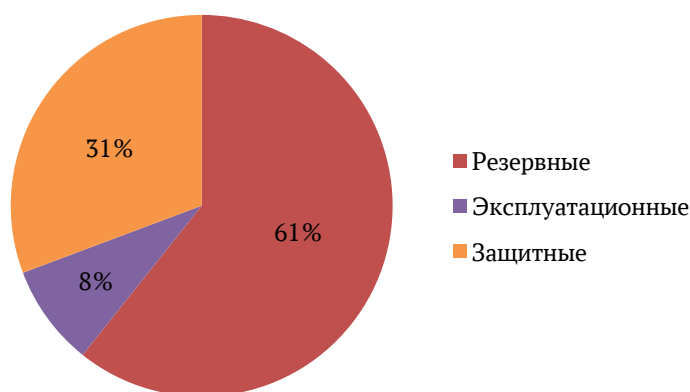


Рис. 1. Распределение лесов Камчатского края по назначению

К защитным лесам относятся те, которые подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями. Эксплуатационные подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций таких лесов.

Резервными лесами считаются те, в которых в течение двадцати лет не планируется осуществлять заготовку древесины [3].

Для поддержания благополучного состояния лесных ресурсов, контроля их функционирования в соответствии со статьей 23 ЛК РФ основными территориальными единицами управления в области их использования, охраны, защиты и воспроизводства являются лесничество, а также участковые лесничества, которые могут создаваться в составе лесничеств.

Они могут создаваться на землях: лесного фонда; обороны и безопасности, на которых расположены леса; населенных пунктов, на которых расположены леса; особо охраняемых природных территорий, на которых расположены леса.

Камчатский край располагает значительными запасами растительных ресурсов продовольственного, лекарственного и технического классов. Можно использовать 31 вид дикорастущих, а также 22 вида плодовых и ягодных растений; 137 видов растений сенокосов и пастбищ используется человеком и животными. Для технических целей можно использовать более 50 видов растений. Ресурсами производственного значения обладает 21 вид растений, в том числе восемь видов ягод. Из дикорастущих растений населением края ежегодно заготавливается: папоротник-орляк, черемша, березовый сок. В общей сложности 252 вида растений используются в народной медицине, 19 видов включены в Фармакопею Российской Федерации [4].

Основными лесообразующими породами являются: береза каменная и белая, кедровый и ольховый стланики, лиственница Каяндера, ель аянская [4].

Согласно данным государственного лесного реестра, Камчатский край территориально делится на семь лесничеств: Атласовское, Быстринское, Елизовское, Ключевское, Корякское, Мильковское, Усть-Большерецкое (табл. 1).

Наибольшим по площади является Корякское лесничество, которое расположено в зоне субарктического климата, где образованы притундровые леса и редкостойной тайги.

Леса Корякского лесничества в соответствии со статьей 10 Лесного Кодекса РФ по целевому назначению подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные.

В структуре земель Корякского лесничества лесные земли занимают – 37,8% от общей площади лесничества, из которых покрытые лесной растительностью земли – 34,4%, а не покрытые лесной растительностью – 3,4%. Нелесных земель – 62,2% от общей площади лесничества, большая часть которых приходится на пастбища – 31,2% и прочие земли – 23,7%.

Таблица 1

Распределение земель лесного фонда Камчатского края [4]

Наименование лесничества	Зона наземного обнаружения и тушения, га	Зона авиационного обнаружения и тушения, га	Зона космического мониторинга, га	ВСЕГО, га
Атласовское	54 858	856 144	-	911 002
Быстринское	3 675	2 328 792	-	2 332 467
Ключевское	114 221	2 390 922	1 482 473	3 987 616
Елизовское	50 587	2 731 793	-	2 782 380
Корякское	68 062	21 219	23 301 293	23 390 574
Мильковское	31 012	1 073 269	-	1 104 281
Усть-Большерецкое	11 557	1 245 265	2 606 967	3 863 789
<i>Всего</i>	<i>333 972</i>	<i>16 373 733</i>	<i>27 506 613</i>	<i>44 215 318</i>

Лесные пожары в Камчатском крае. Лесные пожары являются причиной негативного влияния на биологическую устойчивость лесов, влияют на их продуктивность, несут угрозу для животных, растений и людей. Отрицательная роль пожаров выражается в снижении качественного и количественного состава лесных ресурсов, нарушении экологических функций, трансформационном видоизменении лесных ландшафтов. Лесные пожары имеют серьезные экономические последствия, такие как уничтожение природных ресурсов, сокращение туристической деятельности, потери в сельском хозяйстве.

По данным отчетов Краевого государственного автономного учреждения «Охрана камчатских лесов», подавляющая площадь лесных пожаров в Камчатском крае приходится на Корякское лесничество (табл. 2). Это может быть обусловлено особенностью распределения земель лесного фонда Камчатского края (табл. 1). Большая площадь земель данного лесничества приходится на зону исключительного обнаружения с помощью космических средств и преимущественно авиационного тушения. Тушение земель, принадлежащих этой зоне, является обязательным при отсутствии угрозы населенным пунктам и объектам экономики и осуществляется по решению комиссии по чрезвычайным ситуациям.

Таблица 2

Площадь, пройденная лесными пожарами, по каждому лесничеству

Год	Площадь, пройденная лесными пожарами, га						
	Атласовское	Быстринское	Елизовское	Ключевское	Корякское	Мильковское	Усть-Большерецкое
2017	77,050	3,000	344,538	21,600	3 803,000	2,400	341,000
2018	193,900	0,000	1,349	0,000	2 663,015	2,990	11,300
2019	0,600	8,290	11,300	6,000	168 256,400	1,100	0,000
2020	1 630,000	1 396,430	431,120	115,490	215 539,000	246,330	0,000
2021	1,650	1 495,410	141,920	1 406,080	169 806,500	16,020	0,000
2022	3,500	0,000	68,790	99,520	8 882,700	5,620	0,000
2023	0,000	2 865,000	0,480	110,000	13 132,500	1,680	18,800
СР	272,386	824,019	142,785	251,241	83 154,731	39,449	53,014

Наименьшая же площадь, пройденная лесными пожарами, в течение семи лет зафиксирована в Мильковском и Усть-Большерецком лесничествах. Низкая горимость в Усть-Большерецком лесничестве основывается на особенностях ландшафта Усть-Большерецкого района: около трети территории занимает горный ландшафт. Низкая горимость на территории Мильковского лесничества обуславливается сравнительно небольшой площадью земель, находящихся в зоне контроля этим лесничеством, а также высокоэффективными противопожарными профилактическими мероприятиями.

Лесные пожары по происхождению можно разделить на природные и антропогенные. К природным пожарам относятся те, которые возникли в результате извержения вулканов, самовозгорания торфяника, сухих гроз и ударов молний. Антропогенные пожары возникают в результате несоблюдения правил пожарной безопасности, аварий, сжигания мусора и др.

По данным отчетов Краевого государственного автономного учреждения «Охрана камчатских лесов», лесные пожары в Камчатском крае возникают в результате природных явлений (табл. 3), таких как грозы, которые являются нехарактерным явлением для Камчатского края из-за климатических особенностей.

Таблица 3

Причины возникновения лесных пожаров в Камчатском крае

Год	Причины								Количество пожаров
	Местное население		Гроза		Линии электропередач		Причины не установлены		
	число	%	число	%	число	%	число	%	
2017	18	85,7	3	14,3	0	0,0	0	0,0	21
2018	7	41,2	3	17,6	1	5,9	6	35,3	17
2019	17	24,6	52	75,4	0	0,0	0	0,0	69
2020	23	14,6	134	84,8	1	0,6	0	0,0	158
2021	23	46,0	26	52,0	1	2,0	0	0,0	50
2022	32	88,9	4	11,1	0	0,0	0	0,0	36
2023	10	29,4	24	70,6	0	0,0	0	0,0	34
<i>Итого</i>	<i>130</i>	<i>33,8</i>	<i>246</i>	<i>63,9</i>	<i>3</i>	<i>0,8</i>	<i>6</i>	<i>1,6</i>	<i>385</i>

В 2019 и 2020 гг. было зафиксировано соответственно 52 и 134 лесных пожаров в результате гроз, чем можно объяснить повышение площади лесных пожаров в этих годах (табл. 4) [5].

Таблица 4

Динамика лесных пожаров в Камчатском крае 2017–2023 гг.

Площадь, пройденная лесными пожарами, га						
2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
4 592,588	2 872,554	168 283,690	219 358,770	172 867,580	9 060,130	16 128,460

Площадь, пройденная лесными пожарами, за последние шесть лет составила около 593 163,772 га. Примечательно, что основные причины возникновения лесных пожаров природного характера. Из этого можно сделать вывод об эффективности противопожарных профилактических мероприятиях, а также об экологической ответственности местного населения. Все же антропогенные пожары в Камчатском крае – нередкое явление, и за последние семь лет составили 34,6%.

Снижение риска появления лесных пожаров является основой, позволяющей ограничить их проявление. В число таких мер, как правило, входят создание различных барьеров, а также заповунов для распространения пожаров, зачастую искусственно сформированных. Снизить пожарную опасность в лесах возможно при посадке иных лесных культур, разряжая определенную площадь насаждений.

В качестве мер для оперативного реагирования и максимально возможного ограничения распространения пожаров необходимо обеспечение доступа к естественным водным объектам и создание искусственных резервуаров с водой, а также ряда инженерных решений, необходи-

мых для решения вопросов транспортной доступности для противопожарной техники в местах образования пожаров.

Для снижения антропогенной пожарной опасности возможно применение следующих мер, в виде комплексного подхода пропагандистских мероприятий; организации доступности, наглядности и соответствия пропагандистского материала выбранной форме пропаганды [6]. Организация лесной рекреации в целях сокращения неорганизованного притока людей, обеспечения пожарной безопасности в местах отдыха; контроль за соблюдением требований Правил пожарной безопасности в лесах, установление причин возникновения лесных пожаров, выявление нарушителей и виновников возникновения лесных пожаров – также являются необходимыми при профилактике пожаров в лесу.

Литература

1. *Моисеев Н.А.* Воспроизводство лесных ресурсов. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 264 с.
2. *Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н.* Лесоведение: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Уральский гос. лесотехн. ун-т, 2010. – 432 с.
3. *Бакшеева Е.О., Матвеева Т.А., Иванова Г.А.* Основы лесоводства: Учеб. пособие для студентов направления 38.03.02 «Менеджмент» профиля подготовки «Производственный менеджмент» очной формы обучения. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 355 с.
4. О делении территории лесного фонда Камчатского края по зонам мониторинга и контроля лесных пожаров: Приказ Агентства лесного хозяйства Камчатского края от 01.11.2022 № 904-пр.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2022 году / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2023. – 418 с.
6. Основы устойчивого лесопользования: Учеб. пособие для вузов / *М.Л. Карпачевский, В.К. Тепляков, Т.О. Яницкая, А.Ю. Ярошенко.* – М.: WWF России, 2014. – 266 с.

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК [639.64+582.272]:664.6

Р.С. Вопилин, А.А. Ефимов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОНИЖЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

В статье приведены результаты исследования влияния внесения добавки из бурой водоросли *Fucus distichus* в рецептурный состав хлебобулочных изделий пониженной влажности – сухарных изделий. Показано положительное влияние добавки на развитие процесса брожения и созревания теста, на его реологические свойства, обуславливающие в итоге потребительские характеристики готового продукта. По совокупности анализируемых показателей выбрано рациональное, по сравнению с другими исследуемыми вариантами, количество вносимого при замесе теста водорослевого порошка – 15% от общей массы муки. Показана целесообразность применения водоросли в технологии сухарных изделий.

Ключевые слова: сухарные изделия, тесто, брожение, кислотность, предельное напряжение сдвига, липкость.

R.S. Vopilin, A.A. Efimov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

THE USE OF BROWN ALGAE IN THE TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS WITH LOW HUMIDITY

The article presents the results of a study of the effect of adding an additive from brown algae *Fucus distichus* to the formulation of bakery products of low humidity – breadcrumbs. The positive effect of the additive on the development of the fermentation and maturation process of the dough, on its rheological properties, which ultimately determine the consumer characteristics of the finished product, is shown. According to the totality of the analyzed indicators, a rational amount of algae powder was selected, compared with other studied options, which is 15% of the total mass of flour. The expediency of using algae in the technology of breadcrumbs is shown.

Key words: breadcrumbs, dough, fermentation, acidity, shear stress limit, stickiness.

Хлебобулочные изделия пониженной влажности (до 19%), к которым относят сухари, бараночные изделия, гренки, хрустящие хлебцы, соломку, хлебные палочки [1], имеют свою историю. Теоретически любой хлеб, не употребленный в пищу непосредственно после выпечки, высушенный и, соответственно, сохранявшийся довольно длительное время (чего не могло не происходить со времен зарождения хлебопечения), можно рассматривать как изделие пониженной влажности. Такой хлеб брали с собой в походы воины, купцы, пилигримы. Популярностью сухари пользуются у туристов. В IV–VII вв. в Византии солдаты и монахи предпочитали хлеб *παξιμάκι*, который дважды пекли в печи до испарения всей влаги; хлеб был очень жестким, долго не плесневел [2]. Упоминаются сухари и баранки в художественных произведениях писателей XIX в. (Н.В. Гоголь «Мёртвые души», 1842 г., А.Ф. Писемский «Тысяча душ», 1858 г., П.И. Мельников-Печёрский «В лесах», 1874 г. и др.), в пословицах и поговорках.

Среди хлебобулочных изделий пониженной влажности особой популярностью у потребителей пользуются сухари, ассортимент которых в настоящее время насчитывает более 30 наименований.

В связи с низкой активностью воды – менее 0,91 [3] – сухари характеризуются длительными сроками годности, что обуславливает уникальность данного продукта. В то же время сухари обладают всем набором нутриентов, составляющих пищевую ценность хлеба. Выполняя основную функцию продукта длительного хранения, сухари в связи с развитием рынка снеков в последние десятилетия приобрели и принципиально новое качество – они стали лакомством.

Сухари различаются размерами, массой, формой и рецептурным составом. Так, например, в рецептуру молочных сухарей кроме жира, сахара и яиц входит сгущенное молоко, горчичных сухарей – горчичное масло, выпускают сухари с изюмом, с орехами, с маком [4–6].

Так как хлебобулочные изделия являются продуктами массового потребления, актуально использовать их в качестве хорошего «проводника» важных для организма человека ингредиентов. В последнее десятилетие российские производители осуществляют выпуск значительного количества хлебобулочных изделий нового ассортимента, содержащих муку из нетрадиционных культур (гречневую, овсяную, гороховую и др.), различные семена, фруктовые и овощные добавки, в том числе функциональные ингредиенты [7]. Все чаще в качестве источника функциональных ингредиентов стали использовать водорослевые добавки.

Целью проводимых нами исследований являлось обоснование технологии хлебобулочных изделий пониженной влажности – сухарных изделий – с добавлением бурой водоросли *Fucus distichus*.

По данным многих авторов, фукусковые водоросли являются источником физиологически функциональных ингредиентов – пищевых волокон, минеральных элементов, витаминов, биологически активных пигментов [8–10].

Фукусы широко реализуют в торговой сети, в том числе аптечной, как источник биологически активных веществ. В то же время *Fucus distichus*, широко распространенный вдоль западного и восточного побережий Камчатки [11], в настоящее время еще не нашел применения в промышленных масштабах, и его поправу можно рассматривать как перспективное сырье.

Для проведения исследований замешивали тесто опарным способом по рецептурам, приведенным в табл. 1. Контрольный образец готовили по рецептуре, принятой для сухарей армейских [6], без добавок. Экспериментальные образцы готовили с добавлением тонкодисперсного порошка из фукуса влажностью 6%. Добавку вносили на стадии просеивания муки при замесе теста на готовой опаре в количестве от 5 до 30% от общей массы муки [7].

Таблица 1

Рецептуры теста для приготовления образцов сухарных изделий

Наименование сырья	Расход сырья, кг						
	К (контрольный образец)	Э-5	Э-10	Э-15	Э-20	Э-25	Э-30
Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта	100	100	100	100	100	100	100
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль пищевая	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Порошок из фукуса	-	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Вода	По расчету для теста влажностью 39,5%						

Кислотность теста определяли после его замеса и на протяжении процесса брожения. Общая продолжительность брожения теста, включая стадию приготовления опары, составила в среднем 310 минут. Конечная кислотность теста – 3,5 град.

Тестовые заготовки массой 0,9–1,0 кг формовали вручную и проводили их расстойку на протяжении 50 минут. Выпечку осуществляли при температуре 250°C без увлажнения в течение 25–30 минут. После охлаждения и выдержки в течение 4 часов сухарные плиты нарезали на кубики размером 20×20×20 мм. Сушили сухарный полуфабрикат в хлебопекарной печи на металлических противнях при температуре 120°C до достижения хрупкости.

Отбор проб для определения качества сухарей проводили через 24 часа после изготовления. Органолептические, физические и физико-химические показатели образцов продукции определяли стандартными методами [12, 13].

Для исследования влияния разных факторов на продолжительность брожения и технологические свойства определяли подъемную силу дрожжей методом А.И. Островского [14], изменение кислотности, липкости, предельного напряжения сдвига теста.

Для обработки полученных данных применяли методы статистической обработки на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки и графоаналитической обработки с помощью программного пакета «Microsoft EXCEL–2019». Цифровые величины, указанные в таблицах, представляют собой арифметическое среднее с доверительным интервалом $\Delta \pm 10\%$ и надежностью $P = 0,95$.

Подъемную силу дрожжей определяли методом А.И. Островского [14], по времени всплывания шарика теста. Для этого замешивали тесто из муки, воды и дрожжей, тесту придавали форму шарика. Шарик теста опускали в стаканы емкостью 250 см³ с водой температурой 32°C и выдерживали в термостате при температуре 32–34°C до всплывания шариков на поверхность воды, засекая при этом время от погружения до всплывания. Результаты определения подъемной силы дрожжей в образцах теста с разным количеством водорослевой добавки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Изменение подъемной силы дрожжей в зависимости от содержания в тесте водорослевой добавки

Наименование показателя	Наименование образца						
	К (контрольный образец)	Э-5	Э-10	Э-15	Э-20	Э-25	Э-30
Содержание порошка из фукуса, % от массы муки	–	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Подъемная сила дрожжей, мин	7,0	6,5	6,5	6,0	5,5	8,5	10,0

Как видно из табл. 2, подъемная сила дрожжей оказалась выше у образцов теста, приготовленного с добавлением водорослевого порошка в количестве до 20,0% включительно – на всплывание шарика теста потребовалось меньше времени по сравнению с временем всплывания шарика из контрольного образца теста. Результаты исследования подтверждают известные данные [15] – водорастворимые соединения водорослей как обогащающие компоненты субстрата оказывают стимулирующее действие на рост дрожжевых клеток. В то же время избыток, вероятно, бактериостатических факторов фукуса, явно ингибировал процесс брожения.

В соответствии с указанным в технологической инструкции режимом, кислотность теста по окончании процесса брожения должна достигать 2,5–3,5 град. При исследовании времени, затраченного для достижения заданной кислотности в разных образцах теста, были получены результаты, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Зависимость времени, затраченного для достижения заданной кислотности 3,5 град в образцах теста, от содержания в тесте водорослевой добавки

Наименование показателя	Наименование образца						
	К (контрольный образец)	Э-5	Э-10	Э-15	Э-20	Э-25	Э-30
Содержание порошка из фукуса, % от массы муки	–	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Продолжительность брожения, мин	70	70	68	64	60	89	93

Как видно из табл. 3, достижение заданной кислотности 3,5 град при брожении происходило быстрее в образцах теста, приготовленного с добавлением водорослевого порошка в количестве от 10,0 до 20,0% – минимальное время, по сравнению с временем достижения необходимой кислотности контрольным образцом теста, наблюдалось у образца Э-20 с добавлением водорослевого порошка в количестве 20,0% от общей массы муки. Полученные результаты коррелируют с данными исследования подъемной силы дрожжей.

Аналогичную зависимость наблюдали при исследовании реологических показателей готового теста для приготовления сухарных изделий (табл. 4).

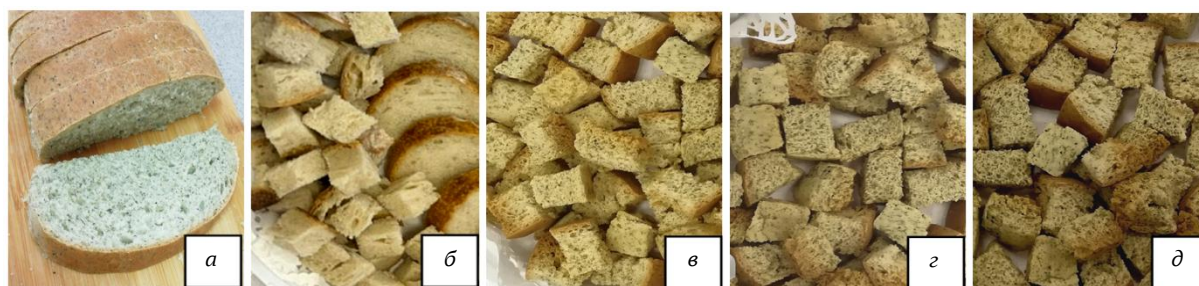
Зависимость предельного напряжения сдвига и липкости образцов теста от содержания в тесте водорослевой добавки

Наименование показателя	Наименование образца						
	К (контрольный образец)	Э-5	Э-10	Э-15	Э-20	Э-25	Э-30
Содержание порошка из фукуса, % от массы муки	–	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Предельное напряжение сдвига, Па	601	598	512	478	470	599	610
Липкость, Па	34	34	32	29	26	36	37

Как видно из табл. 4, наилучшие реологические показатели для сухарного теста были достигнуты при добавлении в его образцы 20,0% порошка из фукуса. Величина предельного напряжения сдвига оказалась на 21,8% ниже, а значение липкости – на 23,5% ниже соответствующих показателей контрольного образца теста без водорослевой добавки. Такие результаты объясняются накоплением в процессе брожения значительного количества пузырьков углекислого газа в объеме теста. Образцы теста Э-25 и Э-30 характеризовались как «тяжелые».

Таким образом, по результатам исследования свойств образцов теста для приготовления сухарных изделий в качестве рациональных были приняты образцы с добавлением водорослевого порошка в количестве от 10,0 до 20,0% от общей массы муки.

Внешний вид сухарной плиты и сухарных изделий, приготовленных из выбранных в качестве рациональных образцов теста, приведен на рисунке.



Внешний вид сухарного полуфабриката и сухарных изделий:

а – разрезанная сухарная плита; б – контрольный образец; в – образец Э-10 с добавлением фукуса 10,0%;
г – образец Э-15 с добавлением фукуса 15,0%; д – образец Э-20 с добавлением фукуса 20,0%

Органолептическая оценка качества образцов сухарных изделий установила соответствие внешнего вида, состояния поверхности, цвета, вкуса и запаха требованиям ГОСТ Р 54645–2011 [13]. В то же время наиболее приемлемая характеристика вкуса и запаха – умеренность привкуса и аромата водорослей – была отмечена у образца сухарных изделий Э-15 с добавлением порошка из фукуса в количестве 15,0% от общей массы муки. Для образца Э-10 проявление вкусоароматического оттенка водорослей было определено как недостаточное, а для образца Э-20 – как чрезмерное. По результатам органолептической оценки в качестве рационального, по сравнению с другими образцами, был принят образец сухарных изделий с добавлением водорослевого порошка в количестве 15,0%.

Исследования физических и физико-химических показателей качества выбранного образца сухарных изделий установили их соответствие требованиям ГОСТ Р 54645–2011 [13]: продолжительность полной набухаемости 1 минута 20 секунд (рекомендуется не более 2 минут), массовая доля влаги 10,6% (не более 12), кислотность 3,6 град (не более 4,0).

Результаты исследований, направленных на обоснование технологии хлебобулочных изделий пониженной влажности – сухарных изделий – с добавлением бурой водоросли *Fucus distichus*, позволили заключить нижеследующее.

Внесение водорослевой добавки в рецептурный состав теста для приготовления сухарных изделий в количестве до 20,0% от общей массы муки способствовало увеличению подъемной силы дрожжей, что говорит о положительном влиянии водорастворимых соединений фукуса на

метаболизм дрожжевых клеток. Стимулирование протекания метаболических процессов в дрожжах, в свою очередь, способствовало ускорению роста значения общей кислотности до заданного значения, то есть интенсифицировался процесс созревания теста. В результате активизации спиртового брожения, сухарное тесто больше насыщалось углекислым газом, и улучшались реологические показатели теста, оказывая позитивное влияние на показатели пористости, набухаемости и хрупкости готовых сухарных изделий.

Таким образом, можно заключить, что добавление в рецептурный состав сухарных изделий водоросли *Fucus distichus*, являющейся, по данным многих исследователей, источником функциональных ингредиентов, целесообразно и представляет собой одно из направлений использования фукусовых водорослей как ценного сырья в технологии пищевых продуктов.

Литература

1. Изделия хлебобулочные. Термины и определения. ГОСТ 32677-2014. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
2. Культура Византии: IV – первая половина VII в. / Ред. З.В. Удальцов – М.: Наука, 1984. – 728 с.
3. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Хлебобулочные и кондитерские изделия. – СПб.: Профессия, 2012. – 444 с.
4. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
5. Пучкова Л.И. Хлебобулочные изделия. – М.: МГУПП, 2000. – 60 с.
6. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.
7. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
8. Барашков В.Г. Химия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1963. – 143 с.
9. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
10. Морские водоросли фукус. – URL: <http://tsamax.su/komponents/morskie-vodorosli-fukus.html> (дата обращения: 23.02.2024).
11. Клочкова Н.Г., Королёва Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 218 с.
12. Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий. ГОСТ 5667-2022. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. – 12 с.
13. Изделия хлебобулочные сухарные. Общие технические условия. ГОСТ Р 54645-2011. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
14. Ковалёва И.П., Титова И.М., Чернега О.П. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания. – СПб.: Проспект Науки, 2012. – 152 с.
15. Салтанова Н.С., Мищенко О.В. Влияние водорослевого геля на хлебопекарные свойства пшеничной муки и технологические свойства дрожжевого теста // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 223–227.

УДК 664.959:597.555.5

Е.Е. Гавва, М.Ю. Бобров

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Egorgavva6@gmail.com*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ СНЕКОВ НА ОСНОВЕ ФАРША МИНТАЯ

В статье обосновываются перспективы производства высокобелковых снеков из фарша минтая. Приводятся результаты социологического опроса, целью которого было выявление востребованности молодежи, в том числе занимающейся спортом, высокобелковых снеков. Показан высокий интерес к подобной продукции, что говорит о целесообразности разработки технологий ее производства.

Ключевые слова: снеки, минтай, полноценный белок, питание спортсменов, социологический опрос, высокобелковые продукты.

E.E. Gavva, M.Yu. Bobrov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Egorgavva6@gmail.com*

PROSPECTS FOR THE PRODUCTION OF HIGH-PROTEIN SNACKS BASED ON MINCED POLLOCK

The article substantiates the prospects for the production of high-protein snacks from minced pollock. The results of a sociological survey are presented, the purpose of which was to identify the demand for high-protein snacks by young people, including those who are doing sports. A high interest in such products is shown, which indicates the expediency of developing technologies for its production.

Key words: snacks, pollock, high-grade protein, nutrition of athletes, sociological survey, high-protein products.

В структуре питания населения Российской Федерации существуют значительные отклонения от рекомендуемых норм потребления белка. Белок – необходимая часть пищевого рациона, потребность в нем составляет от 60 до 114 г сутки. При повышенных физических нагрузках, в частности при занятиях спортом, особенно важно наличие в рационе полноценного белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Известно, что фактор правильного питания является одной из важнейших составляющих восстановления организма после тяжелых тренировок и в конечном итоге в высоких достижениях спортсменов [1].

Согласно существующим на настоящий момент научным рекомендациям содержание белка в питании спортсменов может достигать 1,8 г на 1 кг массы тела в сутки. При нарушении сбалансированности рациона спортсменов по белку вероятны процессы мышечного истощения, понижения иммунитета, что может приводить к снижению массы тела, мышечному истощению и травмам. В связи этим важным направлением исследований является разработка вкусных и полезных высокобелковых продуктов, позволяющих составить правильную стратегию питания.

Наиболее соответствующим идеальному белку признан животный белок, в особенности входящий в состав рыбы и морепродуктов. Усвояемость животного белка достигает 96%. Немаловажным является наличие в рыбном белке полного комплекса незаменимых аминокислот в необходимых человеку соотношениях. Минтай – рыба, полностью соответствующая понятию диетического продукта – его мясо практически не содержит липидов и отличается высоким содержанием полноценного белка – свыше 15% [2]. Перспективны разработки, направленные на создание новых высокобелковых видов продуктов из мяса минтая.

Одним из наиболее перспективных продуктов, пользующихся повышенным спросом у молодежи, являются снеки. На настоящий момент в России отмечается значительный рост производства и потребления снеков, это один из наиболее быстро растущих рынков, далекий от своего насыщения. Ниша высокобелковых снеков еще ждет своего насыщения.

Задачами исследования является обоснование перспектив производства высокобелковых снеков из фарша минтая.

Минтай является важнейшим объектом вылова камчатских рыбаков. Химический состав мяса минтая представлен в таблице. Помимо высокого содержания белка необходимо отметить их сбалансированный аминокислотный состав.

Химический состав мяса минтая [2]

Компонент	Массовая доля, %
Белки	15,9
Минеральные вещества	1,3
Липиды	0,9

С целью выявления востребованности молодежью, в том числе занимающейся спортом, высокобелковых снеков из минтая в феврале 2024 г. был проведен социологический опрос, результаты которого представлены на рис. 1–5. Опрос проведен среди выборки в 50 человек в возрасте до 30 лет.

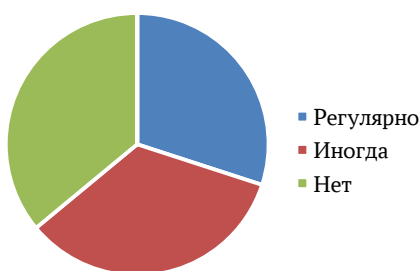


Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Занимаетесь ли вы спортом?»

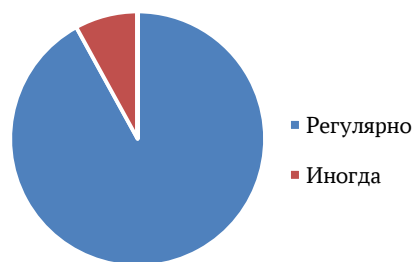


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Перекусываете ли вы в течение дня?»

Большинство респондентов отметили, что занимаются спортом, 30% – регулярно. Все участники опроса отметили, что перекусывают в течение дня, из них 92% – регулярно.

На вопрос, считают ли они снеки вредной едой, 76% ответили отрицательно. При опросе респондентов, занимающихся спортом, на вопрос «Занимаетесь ли вы построением оптимального рациона питания?» положительно ответили только 12%.

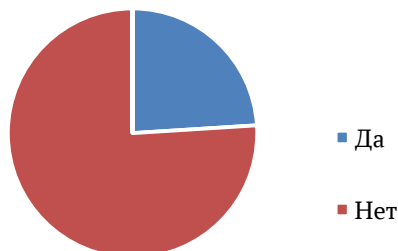


Рис. 3. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Считаете ли вы снеки вредной едой?»

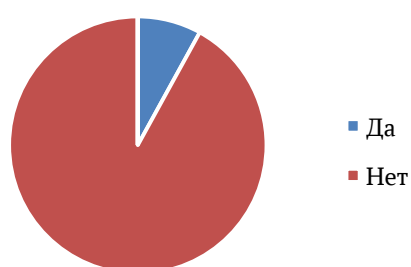


Рис. 4. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Занимаетесь ли вы построением оптимального рациона питания?»

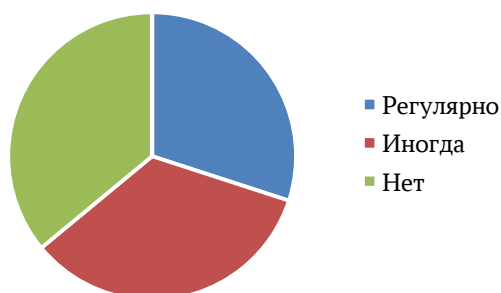


Рис. 5. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Готовы ли вы покупать высокобелковые снеки из минтая?»

При ответе на вопрос, «Готовы ли вы покупать высокобелковые снеки из минтая?», большинство ответили положительно, в том числе среди занимающихся спортом – 100%.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Важной задачей является разработка вкусных и полезных высокобелковых продуктов, позволяющих составить правильную стратегию питания, в частности, для питания спортсменов.
2. Перспективно использовать минтай для создания новых высокобелковых видов продуктов, что связано с его химическим составом, отличающимся значительным содержанием полноценного легкоусвояемого белка.
3. Показано, что при внедрении в производство и появлении на рынке высокобелковых снеков из минтая, такая продукция, безусловно, будет востребована молодежью, в том числе занимающейся спортом.

Литература

1. Зилова И.С., Трушина Э.Н. Белок в рационе спортсменов: обоснование уровней потребления при различной интенсивности тренировок для поддержания мышечной массы тела (краткий обзор) // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – С. 114–124.
2. Минтай тихоокеанский – перспективный сырьевой объект рыбной отрасли России / М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, В.М. Мустафаева, Б.А. Чмыхалов // Вестник КамчатГТУ. – 2022. – № 62. – С. 18–35.

УДК [639.64+582.272.46]:663.86

М.А. Григорьев¹, И.А. Русских¹, М.В. Благонравова²

¹ *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Москва, 125080;*

² *Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: irus65@list.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТАЦИИ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ РОДА LAMINARIA ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Статья посвящена исследованиям возможности использования морских водорослей – ламинарии в качестве исходного сырья для производства функциональных безалкогольных напитков. В статье рассмотрен способ улучшения органолептических показателей продуктов, приготовленных из морской капусты, методом микробной ферментации. Изучены основные направления биотехнологии производства основы функционального напитка. В заключение дан анализ полученных результатов и обоснована возможность применения данной биотехнологии.

Ключевые слова: ламинария, микробная ферментация, напитки на основе водорослей, конструирование функциональных напитков, здоровьесберегающие технологии.

M.A. Grigoriev¹, I.A. Russkih¹, M.V. Blagonravova²

¹ *Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH),
Moscow, 125080;*

² *Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: irus65@list.ru*

PROSPECTS FOR USING FERMENTATION OF MARINE ALGAE OF THE GENUS LAMINARIA TO CREATE FUNCTIONAL SOFT DRINKS

The article is devoted to research on the possibility of using kelp algae as a feedstock for the production of functional soft drinks. The article considers a method for improving the organoleptic characteristics of products made from seaweed by microbial fermentation. The main directions of biotechnology for producing the basis of a functional drink have been studied. In conclusion, an analysis of the results obtained is given and the possibility of using this biotechnology is substantiated.

Key words: kelp, microbial fermentation, algae-based beverages, functional beverage design, health-saving technologies.

Одним из природных богатств Дальнего Востока России являются возобновляемые биологические морские ресурсы. К большому сожалению, в настоящее время в России наименее востребованной и развитой является добыча и переработка морских водорослей. Однако использование в пищевом рационе человека водорослей активно развито в соседних странах Тихоокеанского региона – Японии, Кореи и Китая. Для этих стран основой многих пищевых продуктов являются бурые водоросли рода *Laminaria*. Из них готовят первые и вторые блюда, различные соусы и приправы, а также используют в производстве мороженого, йогуртов, разного вида кондитерских изделий, напитков.

Исследования, проводимые в ФГУП ВО «РОСБИОТЕХ», показали, что нетрадиционные виды растительного сырья могут быть активно применены для производства функциональных и спортивных напитков. Перспективным направлением исследований является создание/конст-

руирование напитков с заданными физико-химическими и органолептическими свойствами с извлечением полезных химических соединений из растительного сырья [1, 2].

Морские бурые водоросли характеризуются уникальным составом природных биоактивных соединений. Наиболее ценными из ламинариевых водорослей в промышленном отношении является сахарина японская (*Saccharina japonica*), которая уже много столетий используется для приготовления продуктов, входящих в ежедневный рацион населения стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Общее содержание углеводов в сахарине японской достигает 70% от сухой массы, из них наибольшую ценность представляет альгиновая кислота (до 30%) и фукоидан (до 20%). Содержание белка достигает 12%, при этом преобладающими аминокислотами являются аспарагиновая кислота, аланин и пролин (до 1000 мг/100 г), также установлены значительные количества лизина, валина, лейцина и др. [3].

Содержание минеральных веществ в сахарине японской представлено практически всеми существующими химическими элементами и составляет от 30 до 50%, из них особое значение для организма человека имеют железо, калий, магний. Известно, что ламинариевые водоросли являются ценным источником йода, основная его часть водорастворима, легко извлекается из водорослей вместе с другими биогенными элементами, полисахаридами, аминокислотами. Экстракты из ламинарии можно рекомендовать в качестве средства противозобной профилактики. Водоросли характеризуется сбалансированным соотношением жиро- и водорастворимых витаминов: РР, биотина, фолиевой кислоты, аскорбиновой кислоты и витаминов групп А, Е, D, В [4]. Таким образом, ламинария является ценнейшим источником необходимых человеку микро- и макронутриентов.

Необходимо отметить, что основным критерием, определяющим возможность промышленного использования морских водорослей в качестве растительного сырья, являются их органолептические показатели. Надо отметить, что ламинария характеризуется специфическим вкусом и запахом, требующими корректировки. Органолептические показатели ламинариевых водорослей являются одним из основных ограничительных факторов их массового применения.

В настоящее время в России налажен выпуск замороженной продукции из водорослей рода *Laminaria*. Промышленная переработка включает процессы промывки и заморозки, которые хоть частично и влияют на органолептические показатели морской капусты, но необходима дальнейшая технологическая обработка продукции с целью улучшения (исправления) органолептических показателей при сохранении полезных химических соединений.

Проведенные ранее исследования по возможности дополнительной обработки мороженой морской капусты (использовали вымачивание, температурное воздействие (кипячение) и сушку) показали незначительное влияние этих процессов на вкусо-ароматические свойства исходного сырья. Вероятно, скорректировать органолептические показатели при создании функциональных напитков из водорослевого сырья возможно путем использования биотехнологических методов, в частности способа твердофазовой микробной ферментации (в массе измельченного влажного сырья) [5].

Целью проведенного исследования явилось изучение возможности коррекции органолептических показателей ламинариевых водорослей при помощи микробной ферментации продуцентом *Lactococcus lactis*. Исходным сырьем в проведенных исследованиях послужили водоросли *Saccharina japonica*, соответствующие требованиям ГОСТ 31583-2012 «Капуста морская мороженая. Технические условия». В качестве микроорганизма, участвующего в процессе ферментации, была выбрана культура *Lactococcus lactis*, молочнокислая бактерия, широко используемая в молочной промышленности.

Морскую капусту промывали от песка, отсортировывали от других морских водорослей, шинковали и замораживали. Перед началом исследований материал проходил дефростацию в течение суток при температуре 3-4°C, далее измельчался до однородной массы. Для придания микробной чистоты сырье подвергалось автоклавированию, стерилизация проводилась при температуре 115°C в течение 30 минут. После температурной обработки образцы ламинарии охлаждались до 20-25°C, вносилась культура *Lactococcus lactis*, рост микроорганизмов происходил на влажном сырье. После внесения посевного материала проводилась ферментация при температуре 23-25°C. По истечении двух недель ферментации на образцах были заметны белые образования, в запахе ощущался характерный молочный оттенок. Далее образцы сушились при температуре 40°C в течение 12 часов, после чего готовился напиток.

Был составлен купаж безалкогольного напитка, в качестве вкусового наполнителя купажа был внесен сухой лист кипрея (в пропорции 1 : 10). Для приготовления напитка готовые образцы сушеных ферментированных водорослей заливали водой температурой 90°C и выдерживали в течение 10 минут. Принципиальная технологическая схема производства безалкогольного напитка на основе водорослевого сырья представлена на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства безалкогольного напитка на основе водорослевого сырья

На рис. 2 представлена профилограмма органолептической оценки образца купажированно-го напитка, прошедшего микробную ферментацию молочнокислыми бактериями.

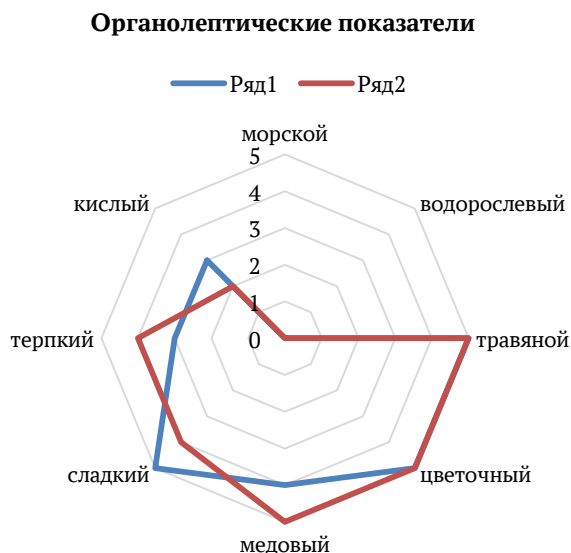


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей готового образца (ряд № 1 – запах; № 2 – вкус)

Из рис. 2 видно, что микробная ферментация существенно изменила органолептические показатели исходного сырья – морской капусты – и сделала основу будущего функционального напитка более приятной на вкус. Отмечается, что в напитке полностью отсутствуют запах и вкус ламинарии, появляются привычные показатели травяного чая.

Таким образом, проведенные нами исследования показали возможность использования микробной ферментации морских бурых водорослей вида *Saccharina japonica* для производства функциональной основы для безалкогольных напитков.

По результатам проведенных исследований установлено следующее:

1. Показана возможность применения для производства безалкогольных напитков нетрадиционного вида сырья – ламинариевых водорослей – как ценного источника микро- и микронутриентов и важного источника йода.

2. Проведены исследования по коррекции органолептических показателей водорослей при помощи микробной ферментации продуцентом *Lactococcus lactis*.

3. Разработана принципиальная технологическая схема производства сухой основы безалкогольных напитков.

4. Обоснована возможность выработки нового вида продукта (полуфабриката) из морской капусты, что позволит расширить ассортимент функциональных напитков и напитков специального назначения, а также увеличить объемы переработки водорослевого сырья в тихоокеанском регионе.

Литература

1. Григорьев М.А., Ставцев А.И. Разработка технологии производства экстрактов для безалкогольной отрасли из нетрадиционного сырья на примере цветков липы // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2023. – С. 34–38.

2. Конструирование спортивных напитков быстрого приготовления / А.Д. Мелихова, Е.А. Бетева, А.Н. Кречетникова, М.А. Григорьев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 3. – С. 55–61.

3. Состав йодсодержащих экстрактов из ламинарии японской / Н.М. Аминина, Т.И. Вишневецкая, Т.А. Саяпина, Л.Т. Ковековдева, А.В. Подкорытова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 24–27.

4. Барашков Г.К. Химия водорослей / Акад. наук СССР. Мурман. морской биол. ин-т Кольского филиала им. С.М. Кирова АН СССР. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1963. – 143 с.

5. Кулишов Б.А., Ле Ань Туан. Применение технологий твердофазовой ферментации в производстве биопродуктов [Электронный ресурс] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-tverdofaznoy-fermentatsii-v-proizvodstve-bioproduktov> (дата обращения: 25.10.2023).

УДК 664.959:[582.272+597.552.511]

А.А. Ефимов, С.Ю. Чугунков, Б.А. Чмыхалов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ НЕРКИ

Снековая продукция достаточно давно пользуется устойчивым спросом потребителей, особенно молодежи и подростков. В статье представлены результаты исследований, направленных на обоснование возможности расширения ассортимента рыбных снеков за счет применения в качестве основного сырья рыбы средней жирности – нерки – и экстракта ламинарии. Предложено производить посол полуфабриката в растворе пищевой соли в водорослевом экстракте. Также предложено в солевой раствор добавлять измельченные водоросли для придания готовому продукту привлекательных потребительских характеристик – внешнего вида, вкуса и запаха. Результаты проведенных исследований позволили судить о целесообразности применения предложенной технологии для приготовления снековой продукции нового ассортимента.

Ключевые слова: снеки, нерка, ламинария, экстракт, водоросли, посол, сушка.

A.A. Efimov, S.Yu. Chugunkov, B.A. Chmykhalov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

THE USE OF PLANT EXTRACTS IN THE TECHNOLOGY OF SOCKEYE SALMON SNACK PRODUCTS

Snack products have been in steady demand by consumers especially young people and teenagers for a long time. The article presents the results of research aimed at substantiating the possibility of expanding the range of fish snacks by using medium-fat fish – sockeye salmon – and kelp extract as the main raw material. It is proposed to produce a semi-finished product in a solution of edible salt in an algae extract. It is also proposed to add crushed algae to the salt solution to give the finished product attractive consumer characteristics – appearance, taste and smell. The results of the conducted research allowed us to judge the expediency of using the proposed technology for the preparation of snack products of a new range.

Key words: snacks, sockeye salmon, kelp, extract, algae, salting, drying.

Современные потребители предъявляют высокие требования к ассортименту представленной в торговой сети пищевой продукции, ее качеству и безопасности, удобству в приготовлении. Среди других факторов на потребительские предпочтения все чаще оказывают влияние здоровье и благополучие.

Введение в состав рыбных продуктов ингредиентов растительного происхождения дает возможность не только создавать биологически ценные комплексы, но и позволяет оказывать значительное влияние на органолептические показатели, структурно-механические свойства продукции, ее сохраняемость.

Популярностью среди потребителей всех возрастных групп, и особенно среди молодежи и подростков, пользуются снеки, в том числе рыбные. К особенностям снековой продукции можно отнести простоту и удобство употребления, полную кулинарную готовность, наличие потребительской упаковки, довольно длительный срок годности, небольшую массу порции [1].

Появление снековой продукции относят к 1937 г. Это событие связывают с ассоциацией производителей, в которую входили такие крупные компании, как «Frito-Lay» и «Procter & Gamble».

В России же понятие «снек» вошло в оборот лишь в середине 90-х годов прошлого века. Но в последние десятилетия потребление таких продуктов значительно возросло, и на рынке снеков появились отечественные производители, что связано с высокой прибыльностью снекового бизнеса [2].

Все снеки можно разделить на натуральные и классические. К натуральным относят, например, орехи и семечки, к классическим – продукты с различными добавками, приготовленные по разным технологиям. Снеки бывают сладкие – кукурузные палочки, хлопья и другие с добавлением сахара – и несладкие. В несладкие часто добавляют соль, разные приправы. К так называемым морским снекам относят сушеную продукцию из кальмара, рыбную соломку, мелкую сушеную рыбу и пр.

Морские снеки с растительными добавками в настоящее время в ассортименте представлены в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского – соломка рыбная с перцем и кунжутом, соломка рыбная с красным перцем, треска солено-сушеная с кунжутом, филе камбалы вяленой с укропом и др. Следует отметить, что такая продукция производится с добавлением значительного количества соли, и ее употребление способствует задержке в организме человека жидкости, что, в свою очередь, может провоцировать повышение артериального давления. Актуальна разработка технологий снеков с пониженным содержанием хлорида натрия.

Целью проводимого исследования являлось обоснование возможности применения растительных экстрактов в технологии снеков из тихоокеанской нерки для расширения ассортимента снековой продукции и повышения ее сохраняемости.

Основным объектом исследований в работе являлась технология снеков из нерки с применением растительных экстрактов.

Нерка – наиболее ценный вид тихоокеанских лососей, уступающий по уловам только горбуше и кете. Имеет красивый ярко-красный цвет мышечной ткани, что обеспечивает привлекательный товарный вид готовой деликатесной продукции. В составе белков мяса нерки присутствуют 17 аминокислот, в том числе все незаменимые [3, 4]. Содержатся витамины групп А, Д, В. Минеральный состав включает калий, магний, фосфор, кальций, железо, йод, марганец, медь, бром, цинк [5]. По значению белково-водного коэффициента нерка относится к высокобелковым рыбам (0,26–0,37), по содержанию жира – к рыбам средней жирности (4–8%).

Экстракты готовили из морских бурых водорослей рода *Laminaria*. Интерес к данному растительному объекту вызван необходимостью обеспечения населения ценными компонентами, входящими в состав морских водорослей, за счет создания продукции нового ассортимента.

Бурые водоросли характеризуются богатством химического состава, а также высокой биологической ценностью и функциональностью многих соединений. Массовая доля углеводов в бурых водорослях достигает 73–74% [6] от сухого вещества. Представители рода *Laminaria* считаются наиболее ценным источником D-маннита, так как способны накапливать его до 28%. Многие полисахариды водорослей относят к пищевым волокнам, действие которых на организм человека отличается функциональной направленностью, – альгиновые кислоты (10–35% сухого вещества [7]), альгулеза (до 6%). Содержание белков колеблется от 5 до 15% сухого вещества, липидов – от 1 до 3% [6]. Пигменты хлорофиллы, каротиноиды обладают биологически активными свойствами [8]. Для бурых водорослей характерно избыточное содержание калия, магния, серы и хлора [6, 7]. Содержание йода в среднем до 1,5% [6]. В составе аскорбиновая кислота до 500 мг%, витамины групп В, А и незначительное количество витаминов Е и D₃ [6, 7].

Для оценки показателей качества сырья и продукции применяли стандартные методы. Определение органолептических показателей осуществляли в соответствии с ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [9]. При оценке физико-химических показателей руководствовались требованиями ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [10].

Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически подсчетом средних значений величин и стандартной средней ошибки. Систематизировали и обобщали данные с помощью программы операционной системы Astra Linux. Численные данные, указанные в графиках, представляют собой арифметическое среднее с доверительным интервалом $\Delta \pm 10\%$ и надежностью $P 0,95$.

Для приготовления образцов снековой продукции в качестве сырья использовали филе нерки штучной заморозки, которое предварительно размораживали на воздухе до температуры в толще минус 5 – минус 3°С. Посол филе при изготовлении экспериментальных образцов снеков осуществляли в 20%-ном растворе пищевой соли в экстракте ламинарии. Для посола контрольного образца (К) применяли раствор соли такой же концентрации в питьевой воде.

Для приготовления водорослевого экстракта размороженную ламинарию измельчали в блендере и подвергали четырехкратному замораживанию-размораживанию для обеспечения механической деструкции клеточных стенок водоросли. Затем полученную массу заливали питьевой водой из расчета 50 г сухого вещества ламинарии на 1 дм³ воды, нагревали до температуры 90°С и выдерживали при этой температуре в течение 4 часов при постоянном перемешивании. Экстракт отфильтровывали, охлаждали, растворяли в нем пищевую соль, а плотную часть разрыхляли, раскладывали на сетке сушилки ЭСБИК-1,25/220 «Икар» и сушили при температуре 45–50°С до содержания воды 3% для повышения хрупкости при измельчении (рис. 1, а). Водоросли измельчали до порошкообразного состояния (рис. 1, б) в кофемолке, после чего добавляли в порции солевого раствора в соответствии с рецептурой, приведенной в таблице, и выдерживали до применения для гидратации водорослевых частиц (рис. 1, в).

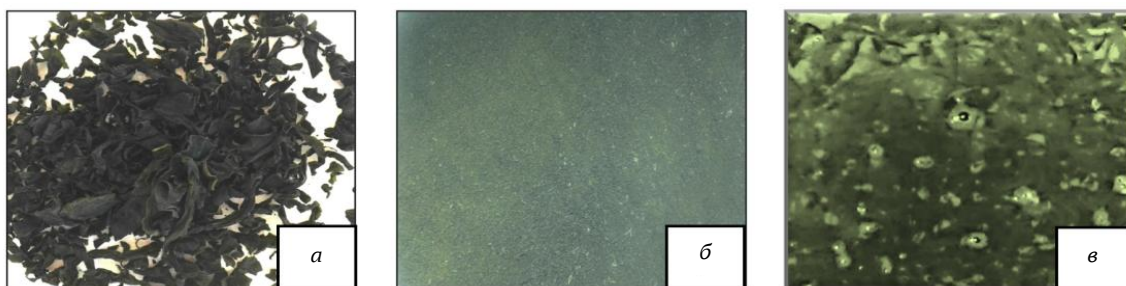


Рис. 1. Ламинария: а – измельченная в блендере и высушенная в инфракрасной сушилке; б – измельченная в кофемолке до порошкообразного состояния; в – гидратированные частицы порошка ламинарии в солевом растворе

Таблица

Рецептуры смеси для посола экспериментальных образцов филе нерки

Наименование ингредиента	Рецептура			
	ЛЭ	Л10	Л15	Л20
Раствор пищевой соли в экстракте ламинарии, см ³	1 000	1 000	1 000	1 000
Порошок ламинарии, г	–	10	15	20

Размороженное филе нерки нарезают на полоски длиной 100–150 мм шириной 10–12 мм и погружали на 4 минуты, соответственно, в солевой раствор для приготовления контрольного образца и в смесь солевого раствора в экстракте ламинарии с добавлением порошка ламинарии для приготовления экспериментальных образцов. Продолжительность посола была установлена экспериментально. Массовая доля хлорида натрия в полуфабрикате при указанной продолжительности посола составляла 1,1–1,3%.



Рис. 2. Выравнивание влажности в полуфабрикате снеков из нерки (образец ЛЭ)

После посола и стекания полоски филе раскладывали на сетки электросушилки и сушили при температуре 25–30°С, отключая сушилку через каждые 2 часа для перераспределения влаги в полуфабрикате в течение часа при температуре помещения (рис. 2). Сушку продолжали до достижения массовой доли воды в продукте 20–25%. Соленость сушеных снеков из нерки составила 3,9–4,5%, что значительно ниже содержания соли в сушеной рыбопродукции, приготовленной по традиционной технологии – 6–10%.

Результаты органолептической оценки вкуса образцов снеков из нерки представлены на профилограммах (рис. 3).

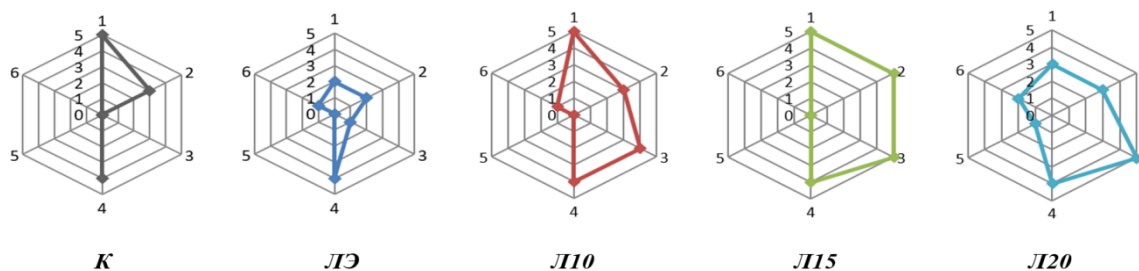


Рис. 3. Профилограммы вкуса образцов снеков из нерки.

Шкалы оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство ощущается в норме; 5 – свойство сильно выражено. Наименование шкал: 1 – общее впечатление; 2 – гармоничность; 3 – вкус растительной добавки; 4 – соленый вкус; 5 – окисленный вкус; 6 – неприятный вкус

Как видно из рис. 3, наиболее высокие вкусовые показатели были установлены у образца снеков Л15, приготовленного с добавлением в солевой раствор порошка ламинарии в количестве 15 г. По поверхности снеков частички водоросли были распределены достаточно равномерно, снеки имели плотную консистенцию, свойственный нерке запах с выраженным чистым оттенком аромата водорослей. Образец снеков из нерки Л15, приготовленный с применением экстракта ламинарии с добавлением водоросли, был принят как рациональный.

Пищевую ценность образцов снеков рассчитывали на основе данных, полученных при определении общего химического состава продукта. Для образца Л15 (по сравнению с контрольным образцом К) пищевая ценность на 100 г продукта составила: белков 50,9% (54,1), жиров 6,1% (7,8), углеводов 5,2% (0,0). Энергетическая ценность порции продукта 249 ккал. При употреблении 100 г снеков степень удовлетворения в основных веществах и энергии составила: в белке – 67,0%, в липидах – 11,1%, в углеводах – 1,4%, в энергетической ценности – 10,0%.

С целью установления срока годности снеков, упакованных в пленочные пакеты, при прогнозируемом сроке 90 суток исследовали изменение органолептических и физико-химических показателей в процессе хранения в течение 108 суток с учетом коэффициента резерва 1,2 [11]. Хранили образцы при температуре не выше 10°C и относительной влажности воздуха не более 75%. На протяжении указанного периода времени органолептические показатели снеков соответствовали доброкачественному продукту. Результаты оценки изменения физико-химических показателей качества снеков при хранении представлены на рис. 4 и 5.

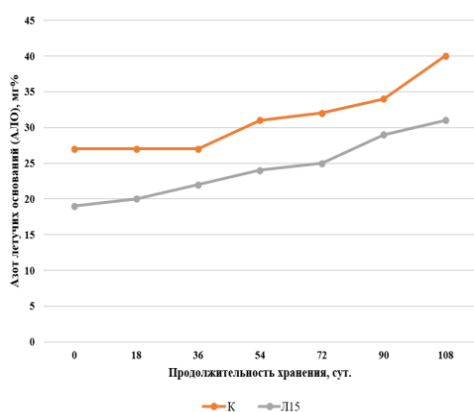


Рис. 4. Изменение содержания азота летучих оснований в образцах снеков в процессе хранения

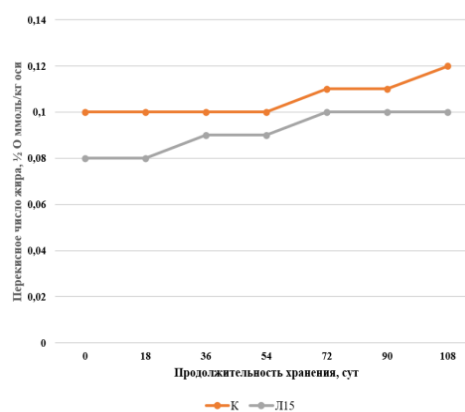


Рис. 5. Изменение перекисного числа жира образцов снеков в процессе хранения

Как видно из рис. 4 и 5, показатели распада белковых веществ – содержание азота летучих оснований (АЛО) и окислительной порчи (перекисное число жира) в процессе хранения образцов снеков из нерки изменились незначительно по сравнению с фоновыми величинами. В то же время уже фоновые значения этих показателей у экспериментального образца были ниже, чем у контрольного. Это, вероятно, связано с барьерными свойствами экстракта ламинарии,

в состав которого вошли соединения, обладающие бактериостатическим, антиокислительным и ингибиторным действием.

Исходя из данных органолептических и физико-химических исследований в течение 108 суток, был принят рекомендуемый срок годности снеков из нерки, обработанных экстрактом ламинарии, не более 90 суток при температуре хранения не выше 10°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

Результаты исследований, направленных на обоснование применения экстракта ламинарии в технологии снековой продукции из тихоокеанской нерки, позволили обосновать целесообразность добавления измельченной водоросли в раствор пищевой соли в экстракте ламинарии для посола филе нерки. Применение водорослевого экстракта обусловило замедление процессов распада белков и окислительной порчи липидов продукта при хранении. Частицы измельченной ламинарии на поверхности снеков обусловили образование специфического «букета» продукции – легкого приятного вкуса и аромата водорослей.

С учетом того, что нерка является рыбой средней жирности, нами предложен режим хранения снеков при температуре не выше 10°C. При такой температуре срок годности продукции, по результатам анализов органолептических и физико-химических показателей, составил 90 суток. Возможность увеличения срока годности в дальнейшем будет оценена на основании исследования изменения микробиологических показателей снеков в процессе их хранения.

Литература

1. Чмыхалов Б.А. Возможность применения высокоминерализованных отходов рыбной промышленности для производства снеков // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2018. – С. 174–177.
2. Классификация снеков [Электронный ресурс]. – URL: <https://znaytovar.ru/new344.html> (дата обращения: 26.02.2024).
3. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 422 с.
4. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
5. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.
6. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
7. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
8. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
9. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.
10. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636–85. – М.: Стандартиформ, 2010. – 124 с.
11. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: МУК 4.2.1847. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.955

Д.В. Колесников, А.Е. Румянцев, С.Ю. Чугунков

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: danilkolesnikov14032004@gmail.com*

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИМИ РАСТВОРАМИ И ЭТАНОЛОМ НА ПРОЧНОСТЬ ИКРИНКИ

Одной из основных проблем потери качества зернистой лососевой икры является слабое зерно, что, в свою очередь, провоцирует разрушение оболочки икринок при механическом воздействии в ходе технологической обработки и при хранении икры и, соответственно, вытекание желточной массы с образованием отстоя. В статье представлены результаты исследований, направленных на поиск факторов повышения механической прочности икринок. На данном этапе изучали влияние кальцийсодержащих щелочных растворов и этанола на прочностные характеристики оболочки. Полученные результаты однозначно указывали на повышение прочности при обработке икры этанолом. В то же время экспериментальные данные воздействия на икру щелочными растворами, содержащими ионы Ca^{2+} , определили необходимость дальнейших исследований с применением растворов водорастворимых солей кальция разной концентрации.

Ключевые слова: икра лососевая зернистая, механическая прочность, ионы кальция, этиловый спирт.

D.V. Kolesnikov, A.E. Rumyantsev, S.Yu. Chugunkov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: danilkolesnikov14032004@gmail.com*

THE EFFECT OF PROCESSING SALMON CAVIAR WITH CALCIUM-CONTAINING SOLUTIONS AND ETHANOL ON THE STRENGTH OF EGGS

One of the main problems of loss of quality of granular salmon caviar is a weak grain. In turn, it provokes the destruction of the shell of eggs under mechanical action during processing and storage of caviar and, accordingly, the outflow of yolk mass with the formation of sediment. The article presents the results of research aimed at finding factors to increase the mechanical strength of eggs. At this stage, the effect of calcium-containing alkaline solutions and ethanol on the strength characteristics of the shell was studied. The obtained results clearly indicated an increase in strength when processing caviar with ethanol. At the same time, experimental data on the effect of alkaline solutions containing Ca^{2+} ions on caviar have determined the need for further research using solutions of water-soluble calcium salts of different concentrations.

Key words: granular salmon roe, mechanical strength, calcium ions, ethyl alcohol.

Исследованию способов повышения механической прочности икры рыб как одного из путей повышения ее хранимостпособности посвящено немало работ отечественных и зарубежных ученых. Прочность икринок у свежевывловленных тихоокеанских лососевых рыб в среднем достигает 0,2 Н, у доброкачественной соленой зернистой икры – до 0,5 Н [1]. В процессе хранения лососевой зернистой икры ее консистенция постепенно размягчается и даже может разжижаться. Последнее объясняется ослабеванием оболочек икринок, потерей икринками упругости, разрушением оболочек (лопанец). В первую очередь это явление обусловлено активностью ферментных систем самой икры и жизнедеятельностью микроорганизмов, способных активно разлагать белки и липиды и вызывать глубокое изменение и порчу икры с течением времени. При этом вкус, запах и внешний вид икры постепенно изменяются, проявляются такие дефекты, как острота и горечь, кисловатый либо затхлый запах.

Ослабевание и разрушение оболочек икринок также может происходить при замораживании икры с последующим размораживанием в результате изменения физического состояния воды желточной массы. Наличие лопанца может быть связано с биологической стадией зрелости икры на момент вылова и разделки рыбы – у незрелой или перезревшей икры лопанец более выражен. Также причиной лопанца может являться чрезмерное механическое воздействие на икру при проведении технологических операций ее обработки [2, 3]. Лопанец, в свою очередь, обуславливает непривлекательный внешний вид готовой продукции – икра выглядит помятой – и значительные потери при обработке икры, вызванные вытеканием из лопнувших икринок желточной массы.

Для предотвращения микробной порчи икры применяют антисептики. На протяжении истории технологии зернистой лососевой икры неоднократно наблюдалась смена одних антисептиков другими, что, как правило, было связано с обнаружением канцерогенного воздействия некоторых консервантов на организм человека. Так, применение в качестве икорного антисептика тетраборнокислого натрия и борной кислоты было запрещено еще в 70-е годы прошлого века. В 2008 г. был введен запрет на использование в икорном производстве гексаметилентетрамина (уротропина). В настоящее время достаточно широко не только в икорных технологиях, но и в производстве многих других продуктов (колбас, рыбных пресервов, хлебобулочных и кондитерских изделий, соусов, газированных и слабоалкогольных напитков и др.) применяют бензойнокислый натрий (БКН). В организме человека БКН образует бензол, проявляющий канцерогенное действие [4].

На рис. 1 отображена динамика выявления злокачественных образований в России в 2011–2021 гг. [5].



Рис. 1. Динамика выявления злокачественных образований в России в 2011–2021 гг.

Приведенная на рис. 1 динамика, разумеется, не означает, что причиной всех выявленных новообразований или любых нарушений в работе организма человека являются антисептики, но несомненно то, что антисептики в числе других факторов оказывают негативное влияние на функционирование систем человеческого организма и имеют накопительный эффект.

Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является разработка икорных технологий, направленных на повышение сохраняемости продукта за счет блокирования разных факторов, вызывающих потерю качества икры.

Проводимые нами на данном этапе исследования были направлены на обоснование способов повышения прочности икорной оболочки, а именно возможности и целесообразности применения соединений кальция и этилового спирта для закрепления зерна, так как известно, что на прочность оболочки икринки влияют, в числе прочих показателей, содержащиеся в ней ионы Ca^{2+} [6, 7], а этанол вызывает уплотнение оболочки за счет денатурирующего воздействия на ее белки. Увеличение прочности икорной оболочки является одним из путей решения задачи снижения количества лопанца и, соответственно, икорного отстоя.

Работу проводили на базе научной лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Сырьем для приготовления контрольного и экспериментальных образцов зернистой икры являлась икра кеты ястычная мороженая. Зернистую икру готовили в соответствии с действующей технологической инструкцией [8] после размораживания ястыков.

Измерение величины прочности икринок осуществляли на устройстве Валента и выражали как нагрузку в граммах, необходимую для разрушения икорной оболочки. Для каждого замера брали пять икринок.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически подсчетом средних значений величин и стандартной средней ошибки. Систематизировали и обобщали данные с помощью программы операционной системы Astra Linux.

Влияние обработки икры кальцийсодержащими растворами на прочность икринок. Известно, что щелочные растворы вызывают денатурацию белка [9]. При воздействии на белки растворов, содержащих ионы металлов, наблюдается ослабление силы электростатического отталкивания за счет нейтрализации ионизируемых групп, что вызывает сближение цепей белковых молекул. Это приводит к повышению механической прочности белковых структур с одновременным уменьшением водоудерживающей способности [10].

В процессе проводимого исследования изучали влияние ионов кальция в разных pH-средах на величину прочности оболочки зернистой лососевой икры.

Контрольный образец не подвергали воздействию кальций-ионов, экспериментальные образцы икры обрабатывали растворами с разной pH-характеристикой, содержащими ионы Ca^{2+} .

Для проведения экспериментальных исследований приготавливали растворы гидроксида кальция $Ca(OH)_2$. В качестве базовой среды сравнения был принят сильнощелочной раствор с pH 13. На основе этого раствора готовили производные среды с pH 8, pH 7 и pH 6 – от щелочной до слабокислой. В процессе подготовки сред для понижения щелочности применяли лимонную кислоту $C_6H_8O_7$, результатом реакции нейтрализации с которой являлись цитрат кальция $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$ и вода.

Икру кеты зернистую обрабатывали в приготовленных растворах путем выдерживания в них в течение 10 минут (рис. 2).

Измерение величины прочности икринок осуществляли на устройстве Валента (рис. 3). Результаты определения – средние значения прочности икринок образцов продукта представлены в табл. 1.

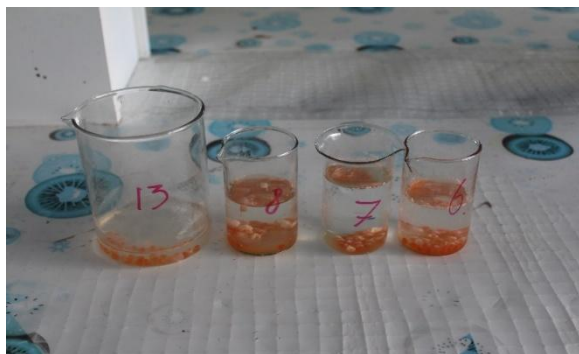


Рис. 2. Обработка икры лососевой зернистой в Ca^{2+} -содержащих растворах с разным pH



Рис. 3. Измерение прочности икринок на устройстве Валента

Таблица 1

Прочность икринок образцов зернистой икры кеты, обработанных кальцийсодержащими растворами, г

Наименование образца икры				
Контрольный образец	Экспериментальный образец			
	pH 13	pH 8	pH 7	pH 6
177	90	67	73	113

Как видно из данных табл. 1, прочность икринок образцов зернистой икры кеты, выдержанной в кальцийсодержащих растворах, оказалась значительно ниже прочности икринок контрольного образца, не подвергавшегося воздействию кальций-ионов. Более того, не прослеживается

зависимость прочности икринок экспериментальных образцов продукта от величины рН. В то же время прочность икринок образцов, обработанных в слабокислой среде (рН 6), была на 23–40 г выше прочности икринок других экспериментальных образцов икры, выдержанных в нейтральном (рН 7) и щелочных (рН 8, рН 13) растворах.

Данные, полученные при исследовании влияния кальцийсодержащих растворов на оболочку икринки, в условиях проводимого эксперимента не показали повышения прочности икры. Более того, уменьшение прочности икринки, по сравнению с икрой, не подвергавшейся воздействию ионов Ca^{2+} , в данном случае может свидетельствовать об ослаблении оболочки за счет перехода в раствор щелочерастворимых белков, по своим свойствам близких к кератину [11]. В кислой среде, вероятно, за счет частичной дегидратации белков оболочки, прочность оказалась выше оболочки икринок, обработанных щелочными растворами.

Влияние обработки икры этиловым спиртом на прочность икринки. В процессе проводимого исследования изучали влияние воздействия этиловым спиртом на величину прочности оболочки зернистой лососевой икры. Выбор этанола в качестве агента, способствующего уплотнению икорной оболочки, был связан с известной его способностью оказывать денатурирующее действие на белки.

Контрольный образец не подвергали воздействию этилового спирта, экспериментальные образцы икры обрабатывали 96%-ным водным раствором этанола (рис. 4) с экспозицией 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60 и 120 секунд.

Измерение величины прочности икринок после обработки этанолом осуществляли на устройстве Валента. Результаты определения – средние значения прочности икринок образцов продукта представлены в табл. 2.



Рис. 4. Обработка икры лососевой зернистой в 96%-ном водном растворе этилового спирта

Таблица 2

Прочность икринок образцов зернистой икры кеты, обработанных этиловым спиртом, г

Контрольный образец	Наименование образца икры							
	Экспериментальный образец							
	5 с	10 с	15 с	20 с	25 с	30 с	60 с	120 с
88,33	100,00	106,67	118,33	125,00	150,00	171,67	177,33	190,00

Как видно из данных табл. 2, прочность икринок образцов зернистой икры кеты, выдержанных в 96%-ном водном растворе этилового спирта, оказалась значительно выше прочности икринок контрольного образца, не подвергавшегося воздействию этанола. Прослеживается четкая зависимость изменения прочности икринок экспериментальных образцов продукта от продолжительности обработки этиловым спиртом. Это подтверждает данные об уплотнении белковых структур за счет денатурирующего воздействия на них спиртов.

Результаты исследований, направленных на оценку воздействия кальцийсодержащих растворов и этилового спирта на механическую прочность икринок лососевой зернистой икры, позволили заключить следующее.

Обработка лососевой зернистой икры 96%-ным раствором этанола приводит к уплотнению оболочки икринок и повышению их прочности за счет известного денатурирующего эффекта, оказываемого спиртами на белки.

Результаты, полученные при исследовании влияния кальцийсодержащих растворов на оболочку икринки, в условиях проводимого нами эксперимента явно противоречили данным других авторов. Повышения прочности икринок не наблюдалось. С учетом особенностей фракционного состава белков икорной оболочки, а именно значительного содержания щелочерастворимых

белков, можно предположить, что снижение механической прочности икры происходило в результате их щелочного гидролиза. Для дальнейших исследований влияния ионов кальция на механические свойства оболочки икринок будут применяться растворы водорастворимых солей кальция разной концентрации.

Литература

1. Дегтярёв В.Н. Прочность зерна икры лососевых рыб // Рациональное использование морских биоресурсов: Материалы конференции (25–28 марта 2002 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2002. – С. 42–47.
2. Никитин Б.П. Повышение качества рыбных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 368 с.
3. Никитин Б.П. Предупреждение и устранение пороков рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 264 с.
4. Бензол как канцерогенный загрязнитель воздуха (обзор) [Электронный ресурс] / Е.В. Печенникова, В.В. Вашкова, Е.А. Можжаев и др. – 1997. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/benzol-kak-kantserogennyy-zagryaznitel-vozduha-obzor> (дата обращения: 18.02.2024).
5. Злокачественные новообразования в России в 2021 году (заболеваемость и смертность) / А.О. Шахзадова, Н.А. Школяр, М.Ю. Простов и др. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2022. – 252 с.
6. Купина Н.М., Стародубцева Н.Б., Долматов И.Ю. Микроструктура и физико-химические свойства икры лососевой при ферментации, посоле и хранении // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 2–3. – С. 58–60.
7. Биохимические основания создания защитных мембран на примере икры рыб [Электронный ресурс] / А.В. Строшкова, Н.А. Рачкова, Е.С. Вайнерман и др. // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2018. – Т. 4, № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-osnovaniya-sozdaniya-zaschitnyh> (дата обращения: 23.02.2024).
8. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – М.: КолосС, 2003. – Т. 2. – С. 379–391.
9. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
10. Химия и химическая технология [Электронный ресурс] // Справочник химика 21. – URL: <https://www.chem21.info/page/150145151046206177201188083058123201130233207088/> (дата обращения: 26.02.2024).
11. Технология обработки водного сырья / В.П. Зайцев, И.В. Кизеветтер, Л.Л. Лагунов и др. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 696 с.

УДК 664.8:582.272

А.П. Лутова, В.М. Елина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: veronika_mus@list.ru*

**ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СПРОСА
НА КОНСЕРВИРОВАННЫЕ ПЕРВЫЕ БЛЮДА С БУРОЙ ВОДОРОСЛЮ
UNDARIA PINNATIFIDA НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

В статье обоснована целесообразность формирования спроса на консервированные первые блюда с бурой водорослью *Undaria pinnatifida* на пищевом рынке России и азиатских стран. Приведены обзор и теоретический анализ химического состава водорослей *Undaria pinnatifida* и направления использования бурых водорослей как источника ценных питательных веществ в технологиях супов.

Ключевые слова: технология консервированных супов, бурые водоросли, ундария перистая.

A.P. Lutova, V.M. Elina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: veronika_mus@list.ru*

**RATIONALE FOR THE EXECUTIONALITY OF DEMAND FORMATION
FOR CANNED FIRST COURSES WITH ALGAE
UNDARIA PINNATIFIDA ON THE RUSSIAN MARKET**

The article substantiates the feasibility of creating demand for canned first courses with brown algae *Undaria pinnatifida* in the food market of Russia and Asian countries. A review and theoretical analysis of the chemical composition of the algae *Undaria pinnatifida* and the direction of using brown algae as a source of valuable nutrients in soup technologies are provided.

Key words: canned soup technology, brown seaweed, *Undaria pinnatifida*.

Актуальность необходимости решения проблемы рационального и комплексного использования водных биологических ресурсов, несомненно, является неоспоримой. Количество технологий, которые применяются для переработки объектов водного промысла, постоянно расширяется. В данный момент одним из наиболее перспективных направлений является создание продуктов питания, содержащих гидробионты. Основное назначение гидробионтов при этом – обеспечение продуктов жизненно важными нутриентами.

Цель нашего исследования – изучение особенностей применения бурых водорослей рода *Undaria* в технологиях консервированных супов, а также возможности их реализации на пищевом рынке России.

Для достижения данной цели были определены следующие задачи:

- провести анализ применения водорослей в пищевых технологиях, в том числе при производстве консервированных супов;
- обосновать целесообразность реализации консервированных супов с водорослями вакамэ на пищевом рынке России.

Для решения поставленных задач использовали информационные источники и нормативную документацию, находящуюся в открытом доступе, а также такие методы научного познания, как описание, анализ, обобщение.

Вакамэ (ундария перистая от лат. *Undaria pinnatifida*) – бурая водоросль рода *Undaria* семейства Alariaceae. Ундарию можно встретить у дальневосточных берегов, в том числе у берегов

Японии, Китая и Кореи. Пищевая ценность и богатый химический состав *Undaria pinnatifida* приведен в табл. 1 [1].

Таблица 1

Химический состав водоросли *Undaria pinnatifida*, на 100 г съедобной части

Нутриент	Содержание	Нутриент	Содержание
Пищевая ценность		Витамины	
Белки	3,0 г	Витамин А, РЭ	0,018 мг
Жиры	0,6 г	Витамин В1, тиамин	0,060 мг
Углеводы	8,6 г	Витамин В2, рибофлавин	0,230 мг
Зола	7,2 г	Витамин В4, холин	13,900 мг
Пищевые волокна	0,5 г	Витамин В5, пантотеновая	0,697 мг
Вода	80,0 г	Витамин В6, пиридоксин	0,002 мг
Энергетическая ценность	45 ккал	Витамин В9, фолаты	0,196 мг
-	-	Витамин С, аскорбиновая	3,000 мг
-	-	Витамин Е, альфа-токоферол	1,000 мг
-	-	Витамин К, филлохинон	0,0053 мг
-	-	Витамин РР, никотиновая кислота	1,600 мг
Макроэлементы		Микроэлементы	
Калий, К	50,0 мг	Железо, Fe	2,18 мг
Кальций, Са	150,0 мг	Марганец, Mn	1,40 мг
Магний, Mg	107,0 мг	Медь, Cu	284,0 мкг
Натрий, Na	872,0 мг	Селен, Se	0,7 мкг
Сера, S	30,3 мг	Цинк, Zn	0,38 мг
Фосфор, P	80,0 мг	-	-
Незаменимые аминокислоты		Заменимые аминокислоты	
Аргинин	0,092 г	Аланин	0,136 г
Валин	0,209 г	Аспарагиновая кислота	0,179 г
Гистидин	0,015 г	Глицин	0,112 г
Изолейцин	0,087 г	Глутаминовая кислота	0,199 г
Лейцин	0,257 г	Пролин	0,092 г
Лизин	0,112 г	Серин	0,078 г
Метионин	0,063 г	Тирозин	0,049 г
Треонин	0,165 г	Цистеин	0,028 г
Триптофан	0,035 г	-	-
Фенилаланин	0,112 г	-	-
Жирные кислоты			
Омега-3 жирные кислоты	0,188 г	Насыщенные жирные кислоты:	0,130 г
Омега-6 жирные кислоты	0,031 г	14:0 Миристиновая	0,007 г
Полиненасыщенные жирные кислоты:	0,218 г	16:0 Пальмитиновая	0,117 г
18:2 Линолевая (ud)	0,010 г	18:0 Стеариновая	0,006 г
18:3 Линоленовая (ud)	0,002 г	Мононенасыщенные жирные кислоты:	0,058 г
20:4 Арахидоновая (ud)	0,021 г	16:1 Пальмитолеиновая (ud)	0,019 г
20:5 Омега-3 эйкозапентаеновая (ЭПК)	0,186 г	18:1 Олеиновая (ud)	0,02 г

По литературным данным, основным компонентом клеток *Undaria pinnatifida* является вода, сухие вещества включают органические и минеральные составляющие. Полисахариды представлены альгиновой кислотой, фукоиданом и маннитом. Моносахаридный состав фукозосодержащих полисахаридов представлен маннозой, фукозой, галактозой, ксилозой и глюкозой. Особенностью моносахаридного состава фукозосодержащих полисахаридов *Undaria pinnatifida* является отсутствие рамнозы [2]. Стоит отметить широкий набор витаминов и минеральных элементов [3]. Особенности химического состава обеспечивают свойства ундарии нормализовать пищеварение, обеспечить здоровую кожу, усилить иммунную систему человека. Благодаря низкой калорийности вакамэ блюда из данной водоросли считаются диетическими.

В результате анализа информационных источников было установлено, что на пищевом рынке азиатских стран пользуется популярностью традиционный корейский суп из сушеной ундарии миёккук. Миёккук женщины традиционно едят в течение нескольких месяцев после родов [3], данная традиция восходит к династии Коре и началась вследствие того, что люди обратили внимание на китов, поедающих морские водоросли после родов (рис. 1) [4]. В сложный для женщины послеродовой период специалисты рекомендуют полноценное питание. Однако зачас-

тую молодые матери сталкиваются с трудностями в быту, в том числе с невозможностью приготовления полноценной пищи для себя, так как все силы уходят на заботу о ребенке. В корейской литературе, восходящей к началу правления династии Тан, говорится, что самки китов питаются морскими водорослями, чтобы залечить послеродовые раны. Кроме этого, в эпоху Чосон была опубликована книга ученого Ли Кю-кюна «Акушерство и гинекология», в которой он указал, что водоросли помогают самкам китов очищать загустевшую кровь.

Хорошо известны преимущества употребления морских водорослей после родов, такие как гемостаз, профилактика анемии и сокращения мышц стенок матки, улучшение обмена веществ и т. д. Это происходит благодаря тому, что морские водоросли богаты макро- и микроэлементами.

Кальций способствует гемостазу и сокращению мышц, железо и фолиевая кислота играют важную роль в предотвращении анемии, для увеличения скорости метаболизма требуется йод. Кроме того, фукоидан (расщепляется в желудке до фукозы) предотвращает образование тромбов и очищает кровь [5].

Таким образом, ввод на пищевой рынок первых блюд из водорослей может стать одной из составляющих решения данной проблемы. Для того чтобы у молодых матерей уходило меньше сил и времени на приготовление, оптимален будет выпуск супа в консервированном виде.

В Южной Корее традиционно суп миёккук (рис. 2) готовят на день рождения. Он считается одним из ярких представителей домашней кухни в Корее, из-за этого его рецептура сильно меняется даже в зависимости от семьи. Неизменными ингредиентами остаются морские сушеные водоросли в листах и кунжутное масло.

Примерная рецептура супа миёккук представлена в табл. 2 [6, 7].



Рис. 1. Кит, поедающий водоросли [5]



Рис. 2. Суп миёккук [6]

Таблица 2

Примерная рецептура супа миёккук

Наименование ингредиента	Количество	Единица измерения
Говядина	200	г
Морские сушеные водоросли в листах	1	лист
Кунжутное масло	1	столовая ложка
Вода	1,5	л
Чеснок	1	зубчик
Соевый соус	25	г
Специи (соль и черный перец)	по вкусу	-

Для приготовления супа миёккук по представленной рецептуре предварительно подготавливают водоросли вакамэ путем замачивания в холодной воде до тех пор, пока они не станут мягкими, а затем нарезают их на кусочки размером примерно 2×4 см. Говядину нарезают ломтиками с последующим обжариванием на среднем огне в кастрюле с чесноком, соевым соусом, помешивая около 2 минут. В кастрюлю с обжаренной говядиной вносят нарезанные водоросли и мешают еще 3 минуты, затем наливают воду, доводят до кипения и варят в течение 20 минут.

Как можно заметить, приготовление такого супа не является трудоемким процессом, однако производители пошли дальше, и таким образом появились супы быстрого приготовления марок «Furmi» (рис. 3, а) и «ВкусВилл» (рис. 3, б). Но дальше супов быстрого приготовления производители не зашли – на данный момент в России готовых супов с водорослями в жестяной или стеклянной таре нет, присутствуют лишь сублимированные супы в пачках.



Рис. 3. Примеры сублимированных супов в пачках на российском рынке:

а – «Суп корейский с морскими водорослями» от фирмы ВкусВилл [8]; б – «Корейский суп из морских водорослей Миёккук с минтаем» от фирмы «Fitni» [9]



Рис. 4. Супы в жестяной потребительской таре фирмы «ОБЕДУ ЧАС» [14]

Производитель утверждает, что его консервированные супы не нуждаются в дополнительной готовке – их нужно всего лишь разогреть, при этом продукт сохраняет множество полезных компонентов. Отзывы потребителей подтверждают вышеупомянутые утверждения производителя. Помимо этого, покупатели отмечают насыщенный вкус продукции и натуральность состава, что является несомненным преимуществом [12]. Некоторые потребители отмечают и недостатки: несбалансированность состава, неприятный вид [13].

Линейка супов в стеклянной потребительской таре фирмы «Obilie» (рис. 5) является еще одним представителем консервированных супов на пищевом рынке. Потребители отмечают отсутствие ароматизаторов, консервантов, красителей в составе продукта как преимущество, а также выгодную цену и удобство применения [15]. Из недостатков отмечены разочаровывающее отсутствие мясных компонентов в составе и отталкивающий внешний вид [16].

Тем не менее консервированных супов с водорослями, идентичными по рецептуре с миёккук, производимыми крупными фирмами, нет. Следовательно, производство консервированных супов с водорослями является рациональным направлением расширения ассортимента первых блюд, готовых к употреблению.



Рис. 5. Супы в стеклянной потребительской таре фирмы «Obilie» [17]

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ввод на пищевой рынок консервированных первых блюд с водорослями представляет собой одно из направлений рациональной переработки *Undaria pinnatifida* как сырья с уникальным химическим составом. Данный продукт может пользоваться спросом не только у молодых матерей, но и у потребителей других возрастных групп России и азиатских стран.

Литература

1. USDA – U.S. Department of Agriculture [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.usda.gov> (дата обращения: 03.03.2024).
2. Каленик Т.К., Табакаева О.В., Семилетова Е.В. Фитохимический и углеводный состав бурых водорослей дальневосточного региона *Undaria pinnatifida* и *Costaria costata* // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 3(57). – С. 28–29.
3. Почему в Южной Корее принято есть суп из водорослей на день рождения? [Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/YPmHPAkvoQPmsPI-> (дата обращения: 03.03.2024).
4. Почему корейцы едят суп из морских водорослей в свои дни рождения? Ответ ‘кит’ вас удивит [Электронный ресурс]. – URL: <https://nextshark.com/miyeokguk-tradition-and-where-its-from> (дата обращения: 03.03.2024).
5. История о матери-китихе, поедающей морские водоросли [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gjdaily.net/news/articleView.html?idxno=29926> (дата обращения: 03.03.2024).
6. Miyeok-Guk (Korean Seaweed and Brisket Soup) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.seriousseats.com/miyeok-guk-korean-seaweed-and-brisket-soup> (дата обращения: 03.03.2024).
7. Суп «Миёккук» – пошаговый рецепт с фото на Повар.ру [Электронный ресурс]. – URL: https://povar.ru/recipes/sup_miyokkuk-85951.html (дата обращения: 03.03.2024).
8. ВкусВилл Суп корейский с морскими водорослями [Электронный ресурс]. – URL: <https://vkusvill.ru/goods/sup-koreyskiy-s-morskimi-vodoroslyami-10-g-28663.html> (дата обращения: 03.03.2024).
9. Суп быстрого приготовления Миёккук с минтаем, купить в интернет-магазине Wildberries «Furmi» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wildberries.ru/catalog/132745773/detail.aspx> (дата обращения: 03.03.2024).
10. Панчишина Е.М., Краценко В.В. Технология консервов «супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2013. – № 30. – С. 130–136.
11. Супы «Обеду час» [Электронный ресурс]. – URL: <https://kspzapad.tilda.ws> (дата обращения: 03.03.2024).
12. Отзывы на Консервы стерилизованные. Суп «Харчо» Обеду час от покупателей OZON [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ozon.ru/reviews/624008795/?reviewsVariantMode=2&reviewPuuid=01839500-bae1-2953-ab04-f3cac10bf4e8&itemId=62400879524> (дата обращения: 03.03.2024).
13. Отзыв на консервы стерилизованные. Суп «Гороховый с копченостями» Обеду час от покупателей OZON [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ozon.ru/product/konservy-sterilizovannye-sup-gorohovyy-s-kopchenostyami-obedu-chas-624023445/reviews/21> (дата обращения: 03.03.2024).
14. Консервированный борщ [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «Консервсушпрод». – URL: <https://ksprod.ru/production/konservy/konservirovannye-pervye-obedennye-blyuda/borshch> (дата обращения: 03.03.2024).
15. Отзыв о Рассольник с овощами Obilie // Дешево, удобно, вкусно и быстро. – URL: https://otzovik.com/review_5362317.html (дата обращения: 03.03.2024).
16. Борщ со свежей капустой «Obilie» 520г – информация и оценки [Электронный ресурс]. – URL: <https://ratengoods.com/goods/32063753/4672138980873/borshch-so-svezhey-kapustoy-obilie-520g/?tab=reviews> (дата обращения: 03.03.2024).
17. Супы, консервированные купить на Тузлист [Электронный ресурс]. – URL: https://s.tuzlist.ru/files/images/product/large_image/50/497978/supikonservirovannye_591867fc43112.jpg (дата обращения: 03.03.2024).

УДК 664.68:633(571.66)

В.Б. Чмыхалова, И.Н. Пивоварова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ КАМЧАТСКИХ ДИКОРОСОВ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Отмечена значимость обогащения мучных кондитерских изделий добавками растительного и животного происхождения для повышения пищевой ценности и снижения калорийности. Рассмотрено обогащение кексов камчатскими дикоросами – рябиной, жимолостью, брусникой. Определена дозировка дикоросов в рецептуре кексов. В ходе исследования доказано, что для повышения качества, продления сроков годности и расширения ассортимента кексов целесообразно использовать ягодное пюре в дозировках: 25% для жимолостного пюре, 20% – для рябинового и брусничного. Установлено, что с внесением ягодного пюре увеличивалась сохраняемость изделий (по состоянию мякиша) на четверо суток.

Ключевые слова: кондитерские изделия, дикоросы, обогащение, рябина, жимолость, брусника, показатели качества.

V.B. Chmykhalova, I.N. Pivovarova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

THE USE OF KAMCHATKA WILD PLANTS IN THE TECHNOLOGY OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

The importance of enriching flour confectionery products with additives of vegetable and animal origin to increase nutritional value and reduce calorie content was noted. The enrichment of cupcakes with Kamchatka wild plants is considered – rowan, honeysuckle, lingonberries. The dosage of wild plants in the cupcake recipe has been determined. The study proved that in order to improve the quality, prolong the shelf life of freshness and expand the range of cupcakes, it is advisable to use berry puree in dosages: 25% for honeysuckle puree, 20% for rowan and lingonberry. It was found that with the introduction of berry puree, the duration of storage of products (according to the condition of the crumb) increased by 4 days.

Key words: confectionery, wild plants, enrichment, rowan, honeysuckle, lingonberry, quality indicators.

Мучные кондитерские изделия имеют многовековую историю. Несмотря на это, принципы их производства, базовые способы приготовления и основные ингредиенты рецептур мало изменились. Новыми стали технологические добавки, вносимые с различными целями в продукт, способы соединения компонентов. Расширились варианты режимов и способов термической обработки [1, 2].

В современном производстве актуальным направлением считается введение пищевых добавок в мучные кондитерские изделия. Некоторые добавки вводят с целью корректировки технологических параметров (для отбеливания муки, улучшения пористости изделий, увеличения объема продукта, обогащающие добавки и пр.) По литературным данным, в качестве обогащающих добавок применяются как природные (плоды, ягоды, фрукты, сухофрукты, соки, сиропы, семена), так и искусственно произведенные компоненты (белковые добавки растительного или животного происхождения, клетчатка, витаминно-минеральные премиксы) [3–9]. Для потребителя интересны продукты, приготовленные с использованием натуральных ингредиентов. Особый интерес вызывают добавки, способные, кроме обогатительной функции, дополнить вкус продукта, придать оригинальный вкусовой оттенок [5, 6, 10–18].

Кондитерские изделия популярны у населения всех возрастных групп. Их потребление с каждым годом возрастает. Появляются новые оригинальные решения производства традиционных изделий. Но все они имеют существенный недостаток – обладая высокой калорийностью, обусловленной значительным содержанием углеводов, они не несут витаминной, минеральной и белковой «нагрузки», не играют роли в обеспечении организма человека «полезной» пищей [18].

Задачей современного специалиста-технолога является создание низкокалорийных кондитерских изделий, которые позволят внести в рацион потребителя дефицитные витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, полезные бактерии, которые улучшат функционирование и будут способствовать экскреции нежелательных компонентов из организма человека [11, 17, 19].

В повышении биологической и пищевой ценности продукта участвуют компоненты как животного, так и растительного происхождения [5, 6, 8, 9, 14, 18]. Для правильной организации процесса обогащения необходимо ориентироваться на химический состав обогащаемого продукта и состав добавки, соотношение их гранулометрического состава, комбинаторность компонентов, наличие и интенсивность тепловой и механической обработки, глубину происходящих в продукте биохимических процессов. Если для обогащения применяется нетрадиционный компонент, необходимо учитывать его особенности [18].

Одним из рациональных, эффективных и доступных способов обогащения мучных кондитерских изделий является внесение в их рецептуру сухих порошков дикоросов. Являясь природным материалом, дикоросы обеспечат присутствие в готовом продукте комплекса витаминов, минералов, пищевых волокон. Они придадут продукту приятный вкус, интересный цветовой оттенок [17, 18].

Многие группы кондитерских изделий пользуются большим спросом у потребителя. Одной из таких групп являются кексы. Промышленность выпускает кексы разнообразного состава, в их рецептуру включают шоколадную крошку, сухофрукты, орехи, фрукты, отруби. Значительна доля кексов, выпускаемых с добавлением сгущенного молока, повидла, джемов. Такие добавки вносят за счет снижения в рецептуре высококалорийных компонентов. Пищевые волокна в составе продукта обогащают его эссенциальными микронутриентами, снижают калорийность.

Целью наших исследований была разработка технологии кексов с полифункциональными добавками – дикоросами Камчатки.

В качестве дикоросов использовали ягоды брусники, жимолости и рябины, которые вносили в рецептурную композицию в виде пюре. В процессе приготовления из рецептуры исключали часть жира и сахара и вместо этого количества вносили ягодное пюре. Был подготовлен ряд образцов, дозировка компонентов в которых составила от 5 до 30% с ягодами каждого вида.

Для выбора оптимальной дозировки и окончательного установления рецептуры были определены органолептические и физико-химические показатели теста и готовых изделий. Из органолептических показателей мы посчитали рациональным определить характер поверхности изделий, сохранность формы, запах, пористость, цвет. Для мякиша изделий были установлены величины его пластичности, упругости и деформации. Эти определения проводили на приборе «Структурометр СТ-1М».

Предсказуемым фактом стал рост влагосодержания теста. Это объяснимо, так как менее влажные компоненты сахар и жир были заменены на пюре, влажность которого составляет 90–94%. В результате такой замены и приготовления образцов с дозировкой ягодного пюре от 5 до 30% характер изменения влажности теста был следующим: при добавлении пюре брусники влажность теста увеличилась на 0,1–13,3%, при добавлении пюре рябины – на 1,2–8,9%, при добавлении пюре жимолости – на 0,8–8,2%. Также была отмечена тенденция роста влажности готового продукта при увеличении количества вносимой добавки.

В ходе исследований мы проследили динамику изменения удельного объема готовых изделий. Максимальное снижение удельного объема наблюдалось в образцах изделий с количеством вносимой добавки 25 и 30%. Так, при указанной дозировке добавки удельный объем изделий с добавлением пюре жимолости уменьшился на 1,2–3,0%, при добавлении пюре рябины – на 6,1–12,1%, при добавлении пюре брусники – на 1,27–1,28%.

Внесенные добавки обусловили увеличение пористости готовых изделий. Так, максимально пористость увеличилась при внесении в состав продукта пюре рябины в количестве 30%, при этом пористость возросла на 7,4%, при добавлении пюре брусники при такой же дозировке пористость возросла на 3,1%, пюре жимолости – на 3,8% по сравнению с контрольным образцом.

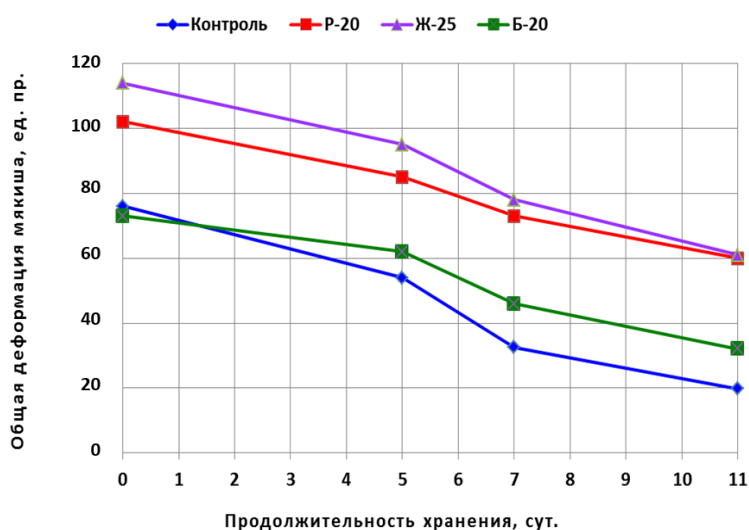
Изменение рецептуры привело к увеличению деформации мякиша. Если при внесении добавки в количестве 5,0–15,0% увеличение деформации было несущественным и составило у изделий со всеми перечисленными добавками не более 15%, то при больших дозировках ягодного пюре этот показатель достигал 71,0% по сравнению с контрольным образцом.

Результаты дегустации и определения органолептических показателей привели к выделению образцов с добавкой пюре рябины в количестве 20%, образцов с добавками пюре брусники и жимолости 25%. Изделия, изготовленные с добавками в указанном количестве, имели правильную форму, приятный, ярко выраженный аромат и вкус, равномерную пористость, красивый цвет от терракотового до светло-коричневого.

Готовое свежеспеčenное изделие имеет неоднородную влажность. Корочка у кексов сухая, так как в процессе выпечки она прогревается до максимальных температур. Мякиш более влажный. В процессе хранения происходит миграция влаги из глубинных слоев к поверхности, в результате чего корочка сорбирует влагу, размягчается. При этом пропадает ощущение свежести изделия.

К другим нежелательным процессам, происходящим в продукте при хранении, относят очерствение. При этом возрастает крошливость изделия, происходит затвердевание мякиша. Максимально интенсивно этот процесс протекает при температурах от 15 до 25°C [20].

Устанавливая сроки годности продукта, мы выбрали прогнозируемый срок годности – 7 суток. Это стандартное время хранения мучного кондитерского изделия, приготовленного на химических разрыхлителях. При установлении срока годности ориентировались на изменения, происходящие в структуре мякиша, как на индикаторы степени очерствения. Хранили изделия без упаковки при температуре 18°C и относительной влажности воздуха 70% в течение 11 суток в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [21]. Результаты наблюдений, приведенные на рисунке, свидетельствуют о возросшей сохраняемости изделий, приготовленных с добавлением ягодного пюре, на четверо суток.



Изменение общей деформации сжатия мякиша кексов с добавлением ягодного пюре в процессе хранения

Оценивая причину увеличения срока годности, мы считаем, что основная роль в этом процессе принадлежит полисахаридам, содержащимся в пюре из ягод. Они работают как влагосвя-зывающие и влагоудерживающие агенты на всех этапах технологического процесса приготовления кексов. В результате в набухших зернах крахмала не происходит десорбция влаги, крахмал не кристаллизуется, и скорость очерствения замедляется на 40%.

Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о том, что использование в рецептуре кексов пюре ягод жимолости, брусники и рябины обеспечивает сохранность свойств мякиша, характерных для свежего изделия. Оптимальная дозировка пюре брусники 20%, жимолости 20% и рябины 25%.

Литература

1. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
2. Малакян Т.Р., Чмыхалова В.Б. Характеристика мучных кондитерских изделий и направления расширения их ассортимента // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2014. – С. 109–116.
3. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Приготовление мучных кондитерских изделий. – М.: Академия, 2001. – 302 с.
4. Герасимова И.В. Сырье и материалы кондитерского производства. – М.: Пищевая промышленность, 1997. – 207 с.
5. Григоренко Е.И. Улучшение качества мучных кондитерских изделий за счет использования нетрадиционного растительного сырья // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2011. – № 23. – С. 152–155.
6. Перфилова О.В., Митрохин М.А. Использование порошков из плодоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 48–50.
7. Резниченко И.Ю., Гурьянов Ю.Г., Лобач Е.Ю. Разработка рецептур, технологии производства, оценка качества функциональных кондитерских изделий // Новые технологии. – 2011. – № 1. – С. 25–29.
8. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в кондитерской промышленности. – СПб.: Профессия, 2005. – 304 с.
9. Хитозансодержащие биологически активные добавки к пище в рационализации питания населения / А.И. Албулов, М.А. Фролова, О.В. Буханцев, В.М. Быкова, С.В. Немцев, Б.А. Комаров // Рыбная промышленность. – 2010. – № 2. – С. 25–28.
10. Кутина Е.Н., Маточкин С.В. Производство кондитерских изделий функционального назначения // Известия УрГЭУ. – 2008. – № 1. – С. 158–162.
11. Леонов Д.В., Муратова Е.И., Дворецкий С.И. Системный подход к разработке кондитерских изделий функционального назначения // Вестник ТГТУ. – 2011. – № 4. – С. 979–990.
12. Лурье И.С. Технология кондитерского производства. – М.: Агропромиздат, 1992. – 399 с.
13. Платова Л.П. Применение пищевых волокон в различных группах продуктов // Бизнес пищевых ингредиентов. – 2008. – № 6. – С. 18–20.
14. Производство мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности / Л.И. Агзамова, З.Ш. Мингалеева, С.В. Борисова, О.В. Старовойтова, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 264–268.
15. Руднева А.И. Использование ароматизированной ламинарии в технологии плавленых сыров // Рыбная промышленность. – 2007. – № 4. – С. 23–25.
16. Стриженко А.В., Першакова Т.В., Тимофеев Т.И. Перспективы расширения ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения // Новые технологии. – 2011. – № 4. – С. 83–87.
17. Струпан Е.А., Типсина Н.Н. Основные направления повышения пищевой ценности кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 271–275.
18. Типсина Н.Н., Присухина Н.В. Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 166–171.
19. Функциональные продукты питания на основе рыбных фаршей / К.Г. Тимофеева, Е.Э. Куприна, В.А. Скоробогатых, Н.В. Модестова // Рыбная промышленность. – 2007. – № 4. – С. 47–49.
20. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Хлебобулочные и кондитерские изделия. – СПб.: Профессия, 2012. – 444 с.
21. МУК 4.2.1847–04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.951

В.Б. Чмыхалова, Д.И. Трофимова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ БАРЬЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДОВ В ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОЙ РЫБОПРОДУКЦИИ

Отмечена значимость нанесения барьерных пленок на основе полисахаридов на поверхность мороженой рыбной продукции для пролонгирования сроков годности. На примере обработки филе трески, мороженого раствором агара, установлена возможность продления сроков годности за счет улучшения физико-химических и санитарно-микробиологических показателей обработанного продукта.

Ключевые слова: барьерные пленки, филе трески, агар, показатели качества, пролонгирование срока годности.

V.B. Chmykhalova, D.I. Trofimova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

THE USE OF BARRIER FILMS BASED ON POLYSACCHARIDES IN THE TECHNOLOGY OF FROZEN FISH PRODUCTS

The importance of applying barrier films based on polysaccharides to the surface of frozen fish products for prolongation of shelf life is noted. Using the example of processing cod fillets of ice cream with an agar solution, the possibility of extending the shelf life by improving the physico-chemical and sanitary-microbiological parameters of the processed product has been established.

Key words: barrier films, cod fillets, agar, quality indicators, prolongation of shelf life.

Мороженая рыба занимает значительную долю в структуре товарной рыбной продукции, выпускаемой в России [1]. Применение криоанабиоза – наиболее рациональный способ консервирования, обеспечивающий максимальную сохранность первоначальных свойств сырьевого объекта. Достоинствами мороженой продукции являются возможность ее переработки в любой другой вид продукции, приемлемая стоимость консервирования холодом, возможность единовременной обработки большого количества сырья, в том числе, как на берегу, так и в условиях моря [2].

Основными трудностями при сохранении качества мороженой рыбопродукции являются риски возникновения таких дефектов, как усушка и окисление жира. Вероятность появления этих пороков зависит от наличия контакта поверхности продукта с кислородом воздуха. Другие нежелательные изменения, наблюдаемые при длительном хранении мороженой рыбной продукции, – гидролиз белка и, как следствие, его переход из водорастворимой и солерастворимой фракции в щелочерастворимую. Результатом описанных процессов является снижение пищевой ценности продукта, что служит основанием для значительного ограничения его срока годности. Для стабилизации свойств при хранении мороженую рыбу покрывают водной глазурью или упаковывают в полимерные пленки с вакуумированием [3].

Использование в производстве пленкообразующих покрытий на основе полисахаридов позволит избежать основных дефектов мороженой рыбной продукции за счет предупреждения контакта с кислородом, не приведет к утяжелению продукта за счет малой толщины пленки полисахарида, окажет дополнительное антисептическое действие на поверхность. Полисахаридная

пленка обладает эластичностью, что предупредит ее механическое разрушение при транспортировании продукции. Пленка полностью натуральна – это исключает присутствие в ее составе органических соединений, составляющих основу применяемых в настоящее время полимерных покрытий. Пленка на основе полисахаридов является биоразлагаемой, что исключает вредное воздействие от ее использования на окружающую среду при обеспечении сохранности ценных нутриентов и вододерживающей способности тканей рыбы на высоком уровне. Пленочное покрытие обеспечит стабильность продукции в хранении, что позволит увеличить срок ее годности [4, 5].

Таким образом, разработка технологии мороженой рыбной продукции с применением гидроколлоидных покрытий на основе полисахаридов является актуальным направлением исследования.

Целью проводимой работы являлось обоснование возможности применения агара в качестве пленкообразующего покрытия, способствующего пролонгированию срока годности мороженого филе трески тихоокеанской.

Для проведения исследований использовали филе трески блочной заморозки, качество которого соответствовало требованиям ГОСТ 3948–2016 «Филе рыбы мороженое. Технические условия» [6]. Блок филе обрабатывали путем двукратного погружения в раствор агара с экспозицией между погружениями 20–30 минут для подсушки образовавшейся пленки. Параллельно исследовали контрольный образец, который не обрабатывали раствором агара.

Изменения в контрольном и экспериментальных образцах филе трески наблюдали в течение 6 месяцев при хранении их в морозильной камере при температуре минус 18°C.

Сравнительный анализ проводили после определения показателей качества исходного сырья, контрольного образца и экспериментальных образцов филе трески мороженого. Для оценки показателей качества образцов руководствовались указаниями ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [7].

Проведенные исследования показали, что при хранении образцов мороженого филе трески в течение шести месяцев потеря влаги была незначительной и не превысила 1,13%, и это не повлияло на органолептические показатели продукта, его пищевую и биологическую ценность. Потеря воды привела к увеличению содержания белка в образцах, хранившихся шесть месяцев.

Изменения, происходящие в белках, были связаны с переходом белкового азота в небелковый, причем у контрольного образца филе этот показатель оказался в 2,2 раза выше, чем у образцов, обработанных раствором агара. Это позволило заключить, что барьерная пленка на основе раствора агара оказывала при хранении защитное действие, а значит, продукт будет иметь более высокий уровень безопасности по сравнению с образцом без барьерного покрытия.

Жиры рыбы при хранении подверглись частичному гидролизу и окислению. По показателям кислотного и перекисного чисел было отмечено, что в образцах филе с барьерным покрытием степень гидролиза жира и степень его окисления была ниже в 1,4 и 1,7 раза соответственно.

Нежелательным изменением при хранении мороженой рыбопродукции может стать переход миофибриллярных белков, ответственных за сохранение структуры мышечной ткани, в денатурированное состояние, в связи с чем связь белков с водой нарушается, после размораживания наблюдается выраженная дегидратация мышечной ткани рыбы, и продукт приобретает сухую и жесткую консистенцию. В результате проведенных исследований было отмечено, что при равных условиях хранения в течение шести месяцев в контрольном образце мороженого филе трески доля денатурированных белков составила более 47,0%, в то время как в экспериментальных образцах с барьерным покрытием на основе раствора агара она не превысила 40,0%, что находится в пределах нормы.

В нашей работе процесс порчи образцов филе мороженого фиксировали по изменению микробиологических характеристик [8]. Было отмечено, что показатель КМАФАнМ, значение которого, в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [9], не должно превышать 1×10^5 КОЕ/г. Примечательно, что, несмотря на относительную стабильность этого показателя у всех образцов филе мороженого при хранении, образцы с барьерным покрытием на основе раствора агара имели значения КМАФАнМ на 12,5% ниже, чем контрольный образец. Это подтверждает защитные свойства применяемого покрытия.

Так как проведение эксперимента было ограничено временем, продолжить испытания не было возможности. Поэтому срок годности филе трески мороженого, обработанного раствором агара, установили восемь месяцев.

Исследования, проводимые в течение отмеченного периода, показали, что барьерное покрытие является рациональным способом пролонгирования сроков годности мороженой рыбопродукции.

Литература

1. Лиценко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960–2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.
2. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки. – СПб.: Профессия, 2011. – 404 с.
3. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун [и др.]; под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
4. Петров Н. Современные виды упаковки для рыбной продукции // Рыбные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 26–27.
5. Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: Учеб. пособие / Н.В. Долганова, С.А. Мижужева, С.О. Газиева, Е.В. Першина. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
6. ГОСТ 3948–2016. Филе рыбы мороженое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 14 с.
7. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 123 с.
8. Килкаст Д., Субраманиами П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
9. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016): Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 года № 162 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения: 14.02.2024).

УДК 604.6:664

В.Б. Чмыхалова, С.М. Чугункова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО СЫРЬЯ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В работе обсуждается использование генетически модифицированного сырья (ГМС) в производстве пищевых продуктов. Отмечены достоинства ГМС как доступного и перспективного материала при производстве пищевых продуктов, выделены недостатки использования трансгенного сырья, показана опасность его применения для человека. Авторы останавливаются на необходимости проведения дополнительных исследований безопасности продукции, изготовленной из ГМС.

Ключевые слова: генетически модифицированное сырье, трансгенные культуры, безопасность.

V.B. Chmykhalova, S.M. Chugunkova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

THE RISKS OF USING GENETICALLY MODIFIED RAW MATERIALS IN FOOD TECHNOLOGIES

The paper discusses the use of genetically modified raw materials in food production. The advantages of genetically modified raw materials as an affordable and promising material in food production are noted, the disadvantages of using transgenic raw materials are highlighted, and the danger to humans when using it is shown. The authors focus on the need for additional research on the safety of products made from genetically modified raw materials.

Key words: genetically modified raw materials, transgenic crops, safety.

Значительными достижениями ушедшего XX в. были интересные разработки в области IT-технологий, физики, медицины, в сельском хозяйстве. Определенным «прорывом» в науке стало развитие геной инженерии. Геной инженерия является частью биотехнологии, она открывает человеку возможности выращивания растений и животных, обладающих определенными характеристиками. Продукты геной инженерии появились в результате вмешательства в генетическую информацию организма за счет внедрения или удаления некоторых генов с использованием методов молекулярной биологии.

По определению академика А.А. Баева, суть геной инженерии – создание «искусственных генетических программ». Такие программы стали возможными благодаря внедрению в генетический аппарат объекта фрагментов рекомбинантных ДНК, благодаря чему объект будет иметь заранее заданные параметры.

Задачей современной биотехнологии в области создания новых организмов с запланированными свойствами является ускорение процесса традиционной селекции организмов. Ранее известные ученые, занимающиеся селекцией организмов, выводили нужный сорт растения или вид животного за длительный период, поскольку множество сочетаний генов, из которых складывается необходимая комбинация, формируются в течение продолжительного времени, зачастую в течение всего вегетационного периода объекта. Благодаря методам геной инженерии процесс селекции ускорен, так как нужный ген или группу генов вводят непосредственно в генетический аппарат объекта, и в результате период достижения заданного результата значительно сокращается.

Генетически модифицированным организмом называется любой объект, способный передать наследственную информацию путем передачи гена и способный к воспроизводству, который содержит отдельный ген, комбинацию генов или их фрагменты, вырезанные из молекулы ДНК и внедренные в генетический аппарат объекта. Таким образом можно получить объект с заданными свойствами и многократно его копировать.

Организмы, которые подверглись генетической трансформации, называют трансгенными. Ими может быть объект растительного происхождения, животное, вирус.

Вопросам безопасности полученных объектов в последние годы уделяется много внимания. Большинство потребителей не беспокоит проблема замены традиционной селекции на технологию рекомбинантной ДНК, они готовы покупать генномодифицированные продукты. Часть потребителей обеспокоена появлением таких продуктов, считает это недопустимым и морально неприемлемым. В целом технологию рекомбинантной ДНК поддерживают 60% американцев и только 30% европейцев [1].

3 июля 2016 г. в России был принят закон № 358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генноинженерной деятельности», согласно которому запрещено выращивание и разведение генетически модифицированных растений и животных на территории страны. Обоснованием является тот факт, что они используются для проведения экспертиз и научно-исследовательских работ. Также запрещен ввоз ГМС и семян, его содержащих [2].

Подобные запреты существуют во многих странах. Например, во Франции запрещен ряд сортов генетически модифицированной кукурузы, во многих европейских странах запрещено выращивание и продажа генетически модифицированных продуктов [3].

Тем не менее споры о вреде и безопасности ГМС продолжают развиваться. Ряд ученых считает, что никто из них никогда не проверял влияние ГМС на животных или человека. Экспериментально было показано, что ГМС приводит к патологии внутренних органов, аллергии, онкологии и, что самое страшное, к бесплодию.

Причины опасности генетически модифицированных культур представлены на рисунке.



Потенциальная опасность генетически модифицированных культур [1]

К положительным сторонам использования генетически модифицированных организмов можно отнести следующие:

- ускорение темпов селекции объекта нового вида;
- резистентность к вредителям, к неблагоприятным факторам окружающей среды, к болезням;

- улучшение химического состава сырья, повышение пищевой и энергетической ценности готового продукта, улучшение органолептических характеристик продукта;
- дешевизна исходного сырья за счет сокращенных сроков селекции;
- получение материала с заданными свойствами.

Перечисленные положительные аспекты производства и использования генетически модифицированных культур не исключают их потенциальной опасности [4]. Необходим строгий контроль над производством и использованием ГМС, необходимо ужесточение правил маркировки продукции, содержащей ГМС, полное информирование потребителя о происхождении компонентов продукта. Также целесообразно проведение дополнительных испытаний по вредному воздействию ГМС на организм человека с целью недопущения возможных рисков при использовании такой продукции, а также градации рисков для различных групп населения.

Литература

1. Донченко Л.В., Надькта В.Д. Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 539 с.
2. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности. от 03.07.2016 г. № 358-ФЗ 3.2. Введен 03.07.16 г.
3. Обзор исследований по влиянию генномодифицированных продуктов на организм человека [Электронный ресурс] / Д.В. Рудой, А.В. Ольшевская, Е.В. Красавин, Т.А. Мальцева, С.А. Золотов, Т.С. Онойко. – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1710304818&tld=ru&lang=ru&name=139-141.pdf&text1> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Ермакова И.В. ГМО приводят к патологии внутренних органов, аллергии, онкологии и бесплодию [Электронный ресурс]. – URL: <https://realnoevremya.ru/articles/55968-uchenyu-biolog-irina-ermakova-o-vrede-gmo-i-biooruzhii> (дата обращения: 12.03.2024).

Секция 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 004.9

В.Р. Архипов, И.Г. Проценко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: vlad05slava03@gmail.com*

РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СВТУ ФАР

Данная статья посвящена разработке картографического модуля, предназначенного для интеграции в информационные системы СВТУ ФАР. В статье представлено описание архитектуры модуля и его функциональных возможностей и перспективы развития картографического интерфейса в задачах управления рыболовством.

Ключевые слова: геоинформационная система, ГИС, картографический модуль, API Yandex Maps.

V.R. Arkhipov, I.G. Protsenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: vlad05slava03@gmail.com*

DEVELOPMENT OF A CARTOGRAPHIC MODULE FOR THE INFORMATION SYSTEMS OF THE NORTHEAST TERRITORIAL ADMINISTRATION OF RUSSIAN FEDERAL FISHERIES AGENCY

This article is devoted to the development of a cartographic module designed for integration into the information systems of the Northeast Territorial Administration of Russian Federal Fisheries Agency. The article describes the architecture of the module and its functionality and prospects for the development of the cartographic interface in fisheries management tasks.

Key words: geoinformation system, GIS, cartographic module, API Yandex Maps.

В современном информационном обществе, где данные играют ключевую роль в принятии решений и организации процессов, геоинформационные системы (ГИС) становятся неотъемлемой частью многих приложений и сервисов. Однако разработка и интеграция картографических модулей в различные информационные системы часто сталкиваются с проблемами сложности внедрения и высокими затратами на разработку.

В данной статье представлена разработка картографического модуля, который может быть легко интегрирован в различные информационные системы. *Основная цель исследования* – обеспечить простоту и эффективность внедрения геоинформационных возможностей в различные web-приложения, минимизируя трудозатраты.

В рамках данной работы будет рассмотрена архитектура разработанного модуля и описаны функциональные возможности. Также будут представлены возможные пути его улучшения и расширения.

Что такое геоинформационные системы и преимущества их использования. Геоинформационные системы (ГИС) – это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенных для сбора, хранения, анализа, отображения и управления географической информацией. Географическая информация включает в себя данные о местоположении объектов на Земле, их атрибуты и взаимосвязи.

Преимущества использования геоинформационных систем включают в себя:

1. *Визуализацию данных:* ГИС предоставляют возможность визуализировать данные на карте, что делает информацию более понятной и удобной для анализа.

2. *Пространственный анализ:* с помощью ГИС можно проводить пространственный анализ данных, выявлять закономерности и взаимосвязи, которые могут оставаться незамеченными при обычном анализе.

3. *Оптимизацию процессов:* ГИС позволяют оптимизировать процессы путем управления ресурсами, планирования маршрутов, распределения задач и т. д.

4. *Совместную работу:* ГИС обеспечивают возможность совместной работы над данными путем передачи сложной информации о пространственных сведениях другим людям, в том числе тем, кто не является специалистом в области анализа данных, что повышает эффективность командной работы.

5. *Интеграцию данных:* ГИС позволяют интегрировать данные из различных источников, что помогает создать единое информационное пространство и улучшить качество анализа данных.

В целом геоинформационные системы представляют собой мощный инструмент для работы с пространственной информацией, который находит широкое применение в различных областях, включая географию, экологию, сельское хозяйство, транспорт, оборону и многое другое [1].

API Yandex Maps как основа модуля. При выборе программного интерфейса было решено остановиться на API Yandex Maps по следующим причинам:

1. *Простота внедрения:* API Yandex Maps предоставляет простой и интуитивно понятный интерфейс программирования приложений, что делает его легко внедряемым даже для разработчиков с небольшим опытом.

2. *Богатый набор функций:* API Yandex Maps обладает широким спектром функций для работы с картами, включая возможности отображения объектов, настройки внешнего вида карты, построения маршрутов, геокодирования и геопривязки.

3. *Высокая производительность:* серверы Yandex Maps обеспечивают высокую производительность и доступность, что позволяет обрабатывать запросы быстро и эффективно, даже при больших нагрузках.

4. *Поддержка мобильных устройств:* API Yandex Maps имеет хорошую поддержку мобильных устройств и мобильных приложений, что позволяет создавать картографические приложения и сервисы для широкой аудитории пользователей.

5. *Бесплатное использование с ограничениями:* Базовая версия API Yandex Maps доступна для бесплатного использования с некоторыми ограничениями по количеству запросов в месяц, что делает его доступным для широкого круга разработчиков и проектов.

6. *Широкое распространение в России:* с Yandex Maps знакомо большое количество россиян, а также данные о территории РФ более достоверны в сравнении с другими сервисами.

В целом API Yandex Maps представляет собой мощный инструмент для работы с картографическими данными, который обеспечивает простоту внедрения, высокую производительность и богатый набор функций для создания разнообразных картографических приложений и сервисов [2].

Функции картографического модуля. Разрабатываемый картографический модуль предполагает наличие следующих функциональных возможностей:

1. Просмотр на карте определенного картографического объекта по его идентификатору.
2. Изменение масштаба и положения карты.
3. Выбор отображаемых слоев на карте.
4. Отображение всех объектов в области, видимой в данный момент пользователю.
5. Добавление на карту собственных геообъектов и их редактирование.
6. Создание новых и применение существующих стилей отображения геообъектов на карте, которые привязаны к каждому отдельному объекту.

Данный список представленных возможностей планируется расширять в будущем, но на данный момент он ограничен только этими функциями. Пример отображения геообъектов на карте представлен на рис. 1.

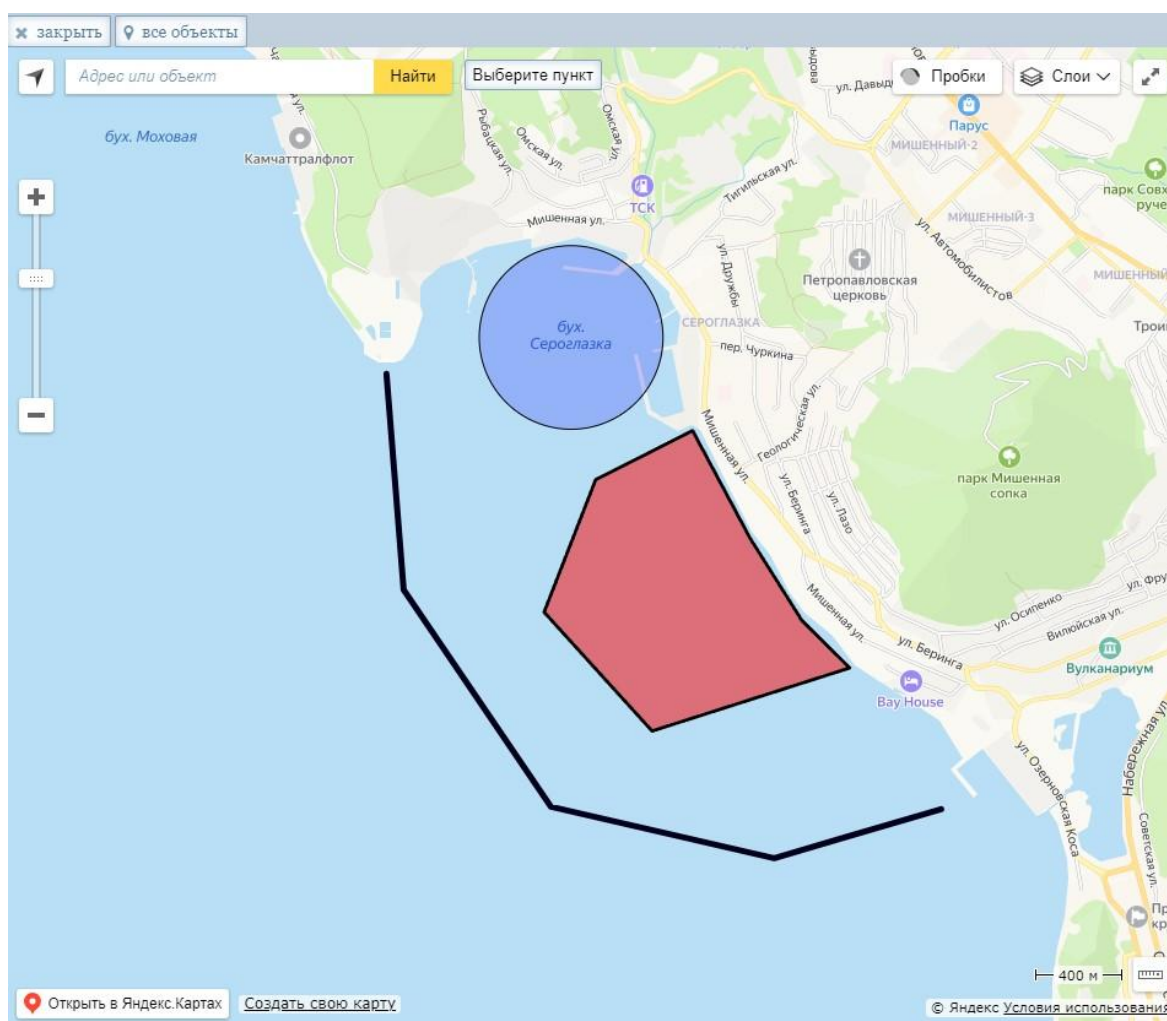


Рис. 1. Пример отображения геообъектов с разными стилями на карте

Структура базы данных. Для реализации данных функциональных возможностей было решено использовать две сущности:

1. «Геообъект» – сущность, в которой хранится основная информация о геообъекте. Атрибуты:
 - 1) «Идентификатор геообъекта» содержит идентификатор геообъекта;
 - 2) «Идентификатор опций» определяет, какой стиль использовать при отображении геообъекта;
 - 3) «Имя геообъекта» содержит имя геообъекта;
 - 4) «Геометрия» содержит информацию о типе геообъекта и его координатах;
 - 5) «Радиус» содержит радиус, используется только для геометрии круга.

2. «Стиль» – сущность, в которой хранится информация о настройках визуального отображения геообъекта. Атрибуты:

- 1) «Идентификатор стиля» содержит идентификатор стиля;
- 2) «Цвет заливки» содержит hex-номер цвета заливки, начинается с символа «#»;
- 3) «Прозрачность заливки» содержит значение прозрачности заливки от 0 до 1;
- 4) «Цвет обводки» содержит hex-номер цвета обводки, начинается с символа «#»;
- 5) «Прозрачность обводки» содержит значение прозрачности обводки от 0 до 1;
- 6) «Толщина обводки» содержит значение толщины обводки.

ER-диаграмма данных сущностей в нотации Питера Чена представлена на рис. 2.

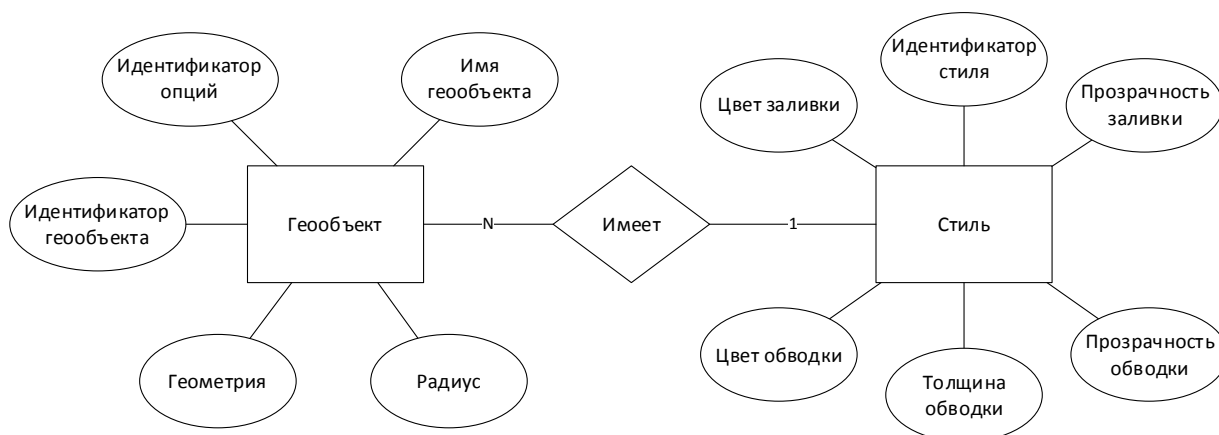


Рис. 2. ER-диаграмма сущностей «Геообъект» и «Стиль»

Для реализации данных сущностей использовалась СУБД MySQL из-за ее легкости, быстродействия и бесплатной модели распространения. Структуры данных сущностей «Геообъект» и «Стиль» представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

Имя	Тип	NULL	По умолчанию	Дополнительно
Индексы (2)				
Primary In...	id_map			unique
id_options	id_options			
Поля (5)				
id_map	smallint(5) unsigned	Нет	<auto_increment>	
id_options	smallint(5) unsigned	Да	<NULL>	
name_map	varchar(255)	Да	<NULL>	
geometry	geometry	Нет		
R	mediumint(9) unsigned	Да	<NULL>	

Рис. 3. Таблица «map_lm»

Имя	Тип	NULL	По умолчанию	Дополнительно
Индексы (1)				
Primary In...	id			unique
Поля (6)				
id	smallint(5) unsigned	Нет	<auto_increment>	
fillColor	varchar(7)	Да	<NULL>	
fillOpacity	float(4,2) unsigned	Да	<NULL>	
strokeColor	varchar(7)	Да	<NULL>	
strokeOpacity	float(4,2) unsigned	Да	<NULL>	
strokeWidth	float(4,2) unsigned	Да	<NULL>	

Рис. 4. Таблица «map_options»

Перспективы расширения картографического модуля. Предполагаемые функциональные возможности, которые могут быть реализованы в ходе дальнейшей разработки данного картографического модуля:

1. Пользовательские маркеры и области интереса: модуль может позволять пользователям добавлять свои собственные маркеры и области интереса на карту для обозначения конкретных мест или объектов, видимые только данному пользователю.

2. Дополнительные интерактивные элементы: возможности модуля могут быть расширены интерактивными элементами управления, такими как кнопки для изменения цветовой палитры карты, инструменты настройки степени детализации карты (ландшафт, дороги, здания и т. д.), а также для работы с отдельными объектами на карте.

3. Поддержка мобильных устройств: разработка специальных версий модуля для работы с картами на мобильных устройствах, с учетом особенностей и ограничений мобильных платформ.

Практическая значимость. Данный картографический модуль позволит упростить процесс внедрения ГИС в уже существующие информационные системы, что увеличит эффективность и качество работы пользователей ИС.

Литература

1. Геоинформационные системы: основные принципы и применение в современном мире // Научные Статьи.Ру – портал для студентов и аспирантов. – Дата последнего обновления статьи: 12.10.2023. – URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/geoinformacionnye-sistemy/> (дата обращения: 14.02.2024).

2. API Яндекс Карты. – URL: <https://yandex.ru/maps-api/> (дата обращения: 16.02.2024).

УДК 378

Д.А. Белозор¹, А.А. Стойко¹, О.А. Белых²

¹ Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,
Калининград, 236029;

² Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: olga.belykh@klgtu.ru

ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ

Выявлено, что с переходом к дистанционным образовательным технологиям возросла потребность в дидактических материалах по химии. Использование дополнительного образовательного контента по химии в мобильном приложении показало положительное влияние на качество знаний, учащихся по предмету. За время эксперимента повысилась познавательная активность и успеваемость по химии. Полученные результаты позволили обосновать повышение успеваемости и преодоление химиофобии у первокурсников. Организация дополнительного дидактического контента через мобильное приложение в доступной игровой форме (вопросы, тесты, задания с примерами решений) может служить фактором повышения эффективности образовательного ресурса.

Ключевые слова: учебный контент, дистанционные технологии, педагогический эксперимент, мобильное приложение.

D. Belozor¹, A. Stoyko¹, O. Belykh²

¹ Baltic State Academy of Fishing Fleet,
Kaliningrad, 236029;

² Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: olga.belykh@klgtu.ru

INTEGRATION OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN NATURAL SCIENCE TRAINING OF CADETS

It was revealed that the transition to distance educational technologies has increased the need for didactic materials in chemistry. The use of additional educational content in chemistry in a mobile application has shown a positive impact on the quality of knowledge of students in the subject. During the experiment, cognitive activity and performance in chemistry increased. The results obtained made it possible to substantiate the increase in academic performance and overcoming chemophobia in first-year students. Organizing additional didactic content through a mobile application in an accessible game form (questions, tests, assignments with example solutions) can serve as a factor in increasing the effectiveness of the educational resource.

Key words: educational content, distance technologies, pedagogical experiment, mobile application.

Предмет химия введен в программу обучения на первом курсе морского института, так как этот предмет помогает понять структуру и свойства веществ, процессы и законы, лежащие в основе многих явлений природы. Знание химии позволяет понимать, как происходят химические реакции, какие вещества являются опасными или безопасными для судовождения, пассажиров и окружающей среды. Знание химии необходимо для работы с различными видами техники и оборудования, включая приборы и устройства, необходимые для управления судном. Таким образом, изучение химии играет важную роль в формировании естественнонаучной картины мира курсантов судоводов, электромехаников и техносферной безопасности.

Цель исследования – рассмотреть эффективность размещения учебного контента по химии в мобильном приложении (МП) «Химия».

Педагогический эксперимент по химии с размещением дополнительного образовательного контента был проведен в несколько этапов.

1. Планирование эксперимента: определение целей, задач, выбор контентов и методик обучения, создание расписания и программы проведения эксперимента.

2. Организация образовательного контента: разработка учебных материалов, видеоуроков, интерактивных заданий, тестирований и прочих образовательных ресурсов по химии для дополнительного обучения.

3. Проведение эксперимента: осуществление уроков, занятий, лабораторных работ с использованием дополнительного образовательного контента.

4. Мониторинг и анализ результатов: сбор данных, оценка эффективности методики, анализ отзывов и результатов тестирования, корректировка методики при необходимости.

Для проведения эксперимента можно использовать различные методики обучения, такие как проблемно-ориентированное обучение, проектная деятельность, дистанционное обучение с использованием онлайн-платформ и т. д. Важно также учитывать индивидуальные потребности обучающихся и обеспечивать доступность образовательного контента для всех участников эксперимента [1].

В работе использовался метод фокус-группы, значение которого состоит в эффекте, создаваемом ситуацией группового обсуждения [2]. Для регистрации полученного мнения при апробации мобильного приложения была разработана анкета из 10 вопросов. При проведении индивидуального интервью посредством анкетирования курсантов было учтено разграничение на тьютора и интервьюируемого, что внесло свой вклад в качество и глубину получаемой информации.

Дифференциально-диагностический опросник содержал следующие вопросы:

1. Насколько хорошо вы оцените свои познания в химии?
а) ниже среднего; б) средний уровень; в) продвинутый уровень.
2. Нужна ли вам помощь в изучении предмета?
а) да; б) нет.
3. Как много времени вы можете уделять изучению предмета?
а) от 15–30 минут; б) 30 минут – 1 час; в) больше 1 часа в день.
4. Как вы думаете, изучать химию сложно?
а) да; б) нет.
5. Вы хотели бы иметь своего электронного помощника по этому предмету?
а) да, он бы сильно помог мне; б) я подумаю; в) сомневаюсь, нет.
6. Что бы вы хотели увидеть в приложении?
а) удобство, легкодоступность; б) интерактивность; в) совместное обучение с другими учениками.
7. Удобно ли проверять себя, проходя различные тесты?
а) да, так можно быстро проверить себя; б) нет, я думаю, что лучше давать полные ответы к вопросам.
8. Нравится ли вам нынешний функционал помощника?
а) да, меня это устраивает; б) я бы хотел увидеть больше; в) меня ничего не устраивает.
- 9) Вы нашли что-то новое для себя в химии благодаря этому приложению?
а) да; б) нет.
- 10) Ваша оценка приложению?
а) 10–7 (рекомендую друзьям), б) 6–4 (неплохое приложение, помогает с учебой), в) 3–1 (к сожалению, не понравилось).

Результаты опроса выявили следующую картину: по первому вопросу «Насколько хорошо вы знаете химию?», т. е. оценки собственных знаний по предмету, 58% опрошенных указали, что ниже среднего; 38% – средний и 4% – продвинутый уровень. В сопоставлении с оценкой в аттестате результаты оценки выглядели лучше: 34,04% – тройка, 61,7% – четверка, 4,2% – отлично. Таким образом, фиксируем, что самооценка знаний по химии у курсантов занижена, что вполне согласуется с литературными данными [3].

На последующий ряд вопросов – со 2-го по 5-й – интервьюируемые ответили практически единодушно, что изучать химию сложно, и они готовы уделять данному предмету не более 30 минут в день – 39% и не более 1 часа – 46%. Вопросы с 6-го по 10-й касались непосредственно

функционала мобильного приложения. 76% опрошенных курсантов готовы были увидеть в МП такие качества, как удобство, доступность, интерактивность, а вот сравнить свои результаты с группой пользователей согласились только 17% учащихся. Это еще раз свидетельствует о невысокой самооценке своих знаний. Оценка МП по совокупности критериев: удобство, доступность, интерактивность, получение новых знаний, возможность прохождения тестов или решения уравнений и задач, 50% готовы рекомендовать друзьям, 35% отметили, что МП помогает с учебой, и 15% дали низкую оценку, им МП не понравилось.

Анализ данных показал (рис. 1), что 20% опрошенных не определились с ответом на вопрос «Нужно ли вам мобильное приложение по химии?»; 40% ответили, что приложение актуально; для 60% удобное; 80% помогло в обучении; 90% испытывают трудности, но приложение помогло в обучении.



Рис. 1. Показатели активности ответов курсантов, в процентах

Качество знаний курсантов в ходе эксперимента оценивается в сравнении первого контрольного периода обучения без МП по химии (сентябрь – октябрь) с вторым формирующим этапом (ноябрь – декабрь). Курсанты продемонстрировали глубокое понимание темы эксперимента и успешно применили полученные знания на практике. Их способность к анализу, критическому мышлению и решению проблем была также достаточно высока. Общий уровень подготовки и понимания материала на втором этапе с использованием тестов, заданий в МП заслуживает высокой оценки.

Результативность использования дидактических материалов в МП учащихся всех групп оценивали по итогам контрольного среза. Доля обучающихся, получивших «4» и «5», – 60,8 и 67,3%. Таким образом, эти учащиеся вошли во вторую категорию (3 балла).

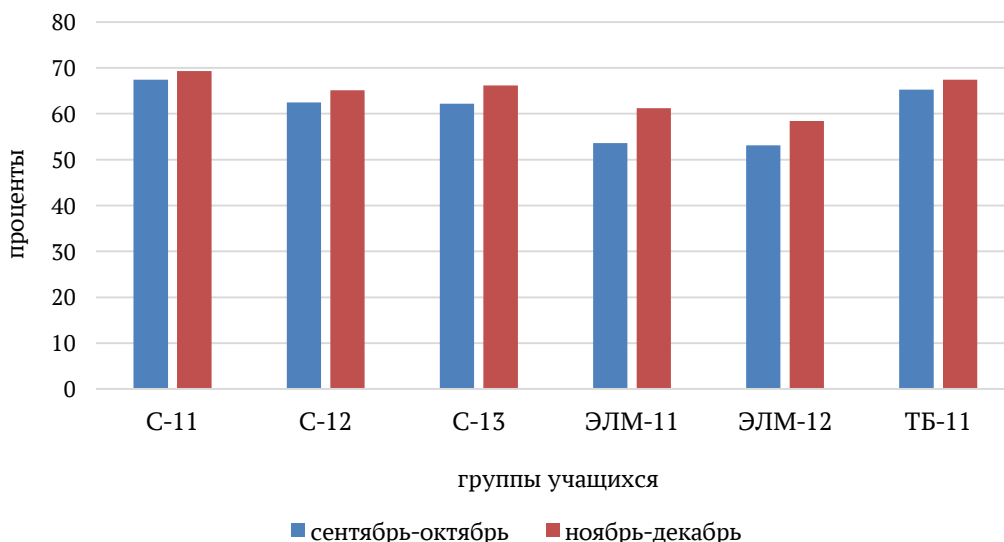


Рис. 2. Визуализация динамики качества знаний с интеграцией МП

Достижение учащимися более высоких показателей качества в сравнении с предыдущим периодом отмечено во всех группах. Прирост качества знаний за месяц в среднем составил 3,8% соответственно. Мы оцениваем это как хороший результат [5, 6].

Использование мобильных приложений по химии имеет высокую актуальность в настоящее время из-за ряда преимуществ, которые они предлагают. В частности, мобильные приложения обеспечивают доступ к информации о химических элементах, соединениях, реакциях, их свойствах, структурах и применении в любом месте и в любое время.

Кроме того, многие приложения предлагают удобные инструменты для выполнения расчетов, конвертации единиц, построения молекулярных структур, и даже проведения виртуальных экспериментов. Такие приложения могут быть полезны как для студентов и преподавателей, так и для профессионалов в области химии.

Более того, развитие технологий и сетей обеспечивает все больший доступ к мобильным устройствам, что делает использование мобильных приложений по химии более удобным и практичным способом получения необходимой информации.

Таким образом, можно утверждать, что использование мобильных приложений по химии является весьма актуальным и имеет большое значение для образования, науки и практического применения в различных сферах мореходной практики.

Литература

1. Педагогическая психология. Хрестоматия: Учеб. пособие для студентов. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2009. – 374 с.
2. Подласый И.П. Педагогика: 100 вопросов – 100 ответов: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004. – 365 с.
3. Белых О.А. Образовательный контент мессенджера «Telegram» как инструмент повышения результативности образовательного процесса [Электронный ресурс] // Педагогический ИМИДЖ. – 2021. – Т. 15, № 3(52). – С. 284–292. – DOI 10.32343/2409-5052-2021-15-3-284-292.
4. Белых О.А. Современные ресурсы компетентностно-ориентированного профессионального образования в подготовке специалистов экономической безопасности // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения: Материалы Первой всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – 2016. – С. 98–102.
5. Фотиева И.В., Кирилин К.А. Медиаобразование как форма «цифрового образования»: проблемы и тенденции // Мир науки, культуры, образования. – 2019. – № 2 (75). – С. 266–268.
6. Павлова Т.Б., Яковлева О.В., Устюгова Т.А. Развитие медиакомпетентности будущих педагогов: роль и место интеллектуальных технологий [Электронный ресурс] // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 488–498. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.

УДК 004.652.8:004.652.6

А.Н. Бурнаев, Е.А. Малова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kv4drokopter@gmail.com*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ИС «КАФЕДРА»

Статья посвящена проектированию базы данных подсистемы компьютерного тестирования (КТест) информационной системы кафедры (ИСК) КамчатГТУ. Представлены функциональные задачи КТест, этапы проектирования базы данных, детально рассмотрены сущности и связи, включая инфологическое и даталогическое моделирование.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, проектирование баз данных, ER-модель, даталогическая модель.

A.N. Burnaev, E.A. Malova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: kv4drokopter@gmail.com*

DESIGNING THE DATABASE OF THE COMPUTER TESTING SUBSYSTEM IN THE INFORMATION SYSTEM «DEPARTMENT»

The article is devoted to the design of the database of the computer testing subsystem (CTest) by the information system "Department" (ISD) of Kamchatka State Technical University. The functional tasks of CTest, the stages of database design are presented, the entities and relationships, including infological and datalogical modeling, are considered in detail.

Key words: computer testing, database design, ER-model, datalogical model.

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ) готовит специалистов для рыбной отрасли и поэтому является важной составляющей рыбохозяйственного комплекса, для которого внедрение информационных систем и технологий, автоматизация и управление на их основе является важнейшей задачей.

В КамчатГТУ на кафедре информационных систем ведется разработка информационной системы кафедры (ИСК), в состав которой должна быть включена система компьютерного тестирования (КТест) [1] в качестве подсистемы, но уже выполненная на основе веб-технологии с применением соответствующей библиотеки.

Необходимость внедрения предлагаемой системы в учебный процесс университета заключается в том, что существующие аналоги зачастую являются платными и требуют покупки лицензии, либо не позволяют гибко настраивать уже сформированные тесты под каждую конкретную группу, например, не позволяют указывать сложность назначенного теста, которая зависит от уровня сложности каждого вопроса, включенного в тест. КТест уровень сложности у вопросов формируется на основе фактических результатов прохождения тестов, что позволяет преподавателям определять темы и концепции, вызывающие у студентов наибольшие затруднения, а следовательно, способствует более тщательной проработке или доработке учебного материала.

Процесс тестирования является одним из способов оценивания полученных знаний учащихся и широко применяется как в образовательной, так и в профессиональной сферах, где тестирование служит инструментом повышения квалификации и переподготовки. Стремление к макси-

мизации положительного воздействия поднимает фундаментальный вопрос: как оптимально организовать процесс тестирования?

Центральным элементом любой информационной системы является ее база данных, и подсистема КТест не составляет исключения. Эффективная организация данных играет решающую роль в обеспечении успешного функционирования КТест. Процесс анализа предметной области и составления модели данных в целях создания наиболее эффективной базы данных известен как проектирование, которое включает в себя такие ключевые этапы, как *инфологическое моделирование*, которое предполагает частично формализованное описание объектов предметной области с использованием определенной смысловой модели, *даталогическое моделирование*, которое описывает структуру данных в рамках выбранной модели данных и отображает логические взаимосвязи между элементами данных, независимо от их содержания и физической организации, *физическое проектирование* базы данных, которое включает выбор наиболее эффективного расположения элементов базы данных на внешних носителях [2, 3].

Этапы проектирования базы данных представляют собой комплексный процесс, который требует тщательного анализа, понимания предметной области и правильного выбора методов моделирования для обеспечения оптимальной функциональности и эффективности информационной системы.

Функции КТест

КТест является подсистемой информационной системы кафедры (ИСК) и создан для того, чтобы на базе единого информационного ресурса обеспечить КамчатГТУ качественный контроль знаний и возможность эффективного обучения студентов. Следовательно, база данных КТест не представляет собой отдельную единицу, а является комплексом таблиц, интегрированных в базу данных ИСК и тесно взаимодействующих с другими ее таблицами.

Состав функциональных задач КТест определяется содержанием конкретных функций управления и информационными потребностями преподавателей и студентов (тестируемых) КамчатГТУ. К числу этих функций и потребностей относятся:

- создание и редактирование тестовых заданий (вопросов);
- формирование тестов из уже имеющихся в базе данных вопросов;
- назначение тестов конкретным учебным группам с возможностью указания сложности и режима прохождения (обучающий, контрольный) назначенного теста;
- прохождение тестов в двух режимах: контрольный и обучающий;
- просмотр результатов тестирования с возможностью комбинированного поиска по различным параметрам, таким как группа, студент, преподаватель и конкретный тест;
- формирование выходных xls-форм тестов в виде: списка вопросов, списка вопросов с вариантами ответов;
- внесение нового теста и соответствующих тестовых заданий (в случае их отсутствия в БД) в базу данных с использованием xls-форм заданного формата с вопросами и ответами.

Анализ вышеприведенных функций позволяет выделить ключевые сущности в информационной системе тестирования, необходимые для обеспечения ее корректного и эффективного функционирования.

Описание сущностей

Для описания объектов предметной области используются *сущности* как некоторые абстракции реальных объектов и процессов, информацию о которых требуется хранить в базе данных. Сущности КТест подразделяются на уже существующие в ИСК сущности и новые, необходимые для решения задачи тестирования:

1. Сущность «**Преподаватель**» обозначает преподавателя.
2. Сущность «**Студент**» обозначает студента.
3. Сущность «**Группа**» обозначает учебную группу.
4. Сущность «**Дисциплина**» обозначает учебную дисциплину.
5. Сущность «**Вопрос**» обозначает вопрос (тестовое задание).
6. Сущность «**Ответы**» обозначает ответы на вопрос.
7. Сущность «**Тест**» обозначает тест, который представляет собой набор вопросов.
8. Сущность «**Назначение**» обозначает назначение тестов. Назначение – это тест с задаваемым преподавателем уровнем сложности, количеством вопросов и временем прохождения,

сформированный для определенной группы и доступный для прохождения в установленном временном промежутке.

9. Сущность «**Результаты теста**» обозначает результаты пройденного назначенного теста.

10. Сущность «**Результаты вопроса**» обозначает результаты по конкретным вопросам пройденного назначенного теста.

ER-диаграмма

На основе выделенных сущностей была разработана ER-диаграмма, представленная в нотации Питера Чена (рис. 1).

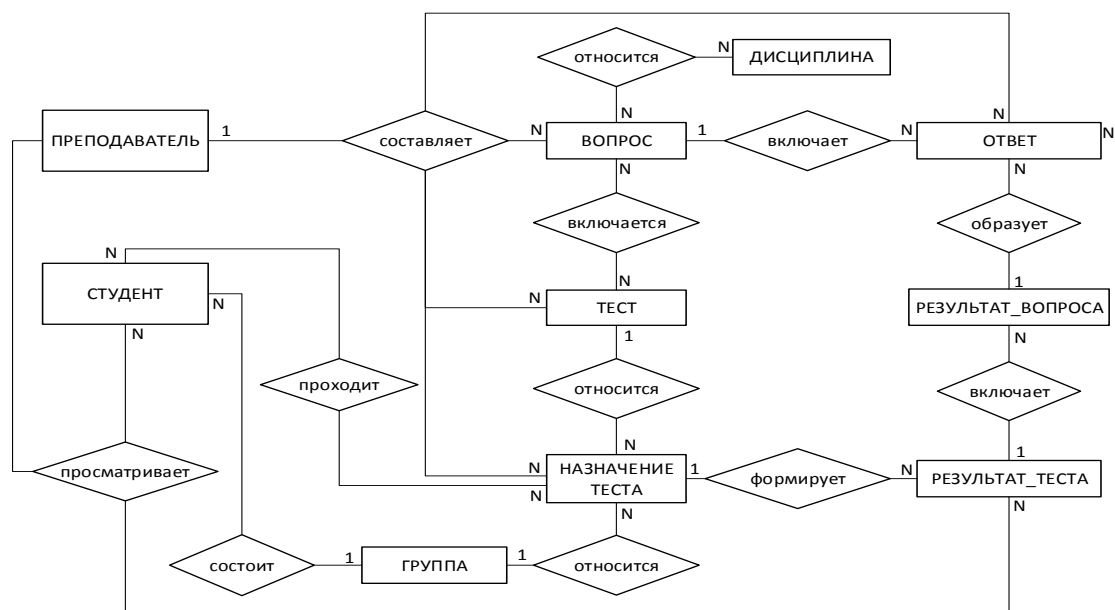


Рис. 1. ER-диаграмма базы данных КТест

Даталогическая модель

На основе инфологической модели была построена даталогическая модель фрагмента базы данных ИСК (рис. 2), которая позволит реализовать основные функции информационной подсистемы КТест. Даталогическая модель включает в себя конкретные таблицы, атрибуты (поля) и связи между ними. В процессе построения даталогической модели учитывались требования предметной области, а также оптимальность и эффективность хранения и обработки данных.

Практически в каждую таблицу были включены поля *id_user* и *timestamp* для контроля корректировок данных таблиц: *id_user* – идентификационный код и внешний ключ, по которому можно определить пользователя, изменившего данные; *timestamp* – дата и время внесения изменений.

Помимо преподавателей и студентов в системе могут быть другие категории пользователей, например, администраторы, составители расписания, декан факультета, поэтому необходима таблица с пользователями. Однако в силу существенных различий в характеристиках между преподавателями и студентами представляется нецелесообразным объединение их данных в единую таблицу пользователей, поскольку это приведет к избыточности полей. Например, атрибуты, связанные с должностью, учеными степенями и званиями преподавателей, отсутствуют у студентов, в то время как атрибуты, такие как группа, форма зачисления, номер студенческой книжки, допуск к сессии, характерны исключительно для студентов. В связи с этим предпочтительным решением является разделение пользователей системы на три отдельные таблицы (пользователи, студенты, преподаватели), причем таблицы *students* и *teachers* имеют связь один-к-одному с таблицей *users*. Такой подход позволяет избежать избыточности данных в каждой записи и обеспечивает более эффективное хранение и обработку информации. И в связи с тем, что каждый студент и преподаватель является также и пользователем, в подсистеме КТест было принято решение использовать только таблицу *users*. Таблица *students* задействована в подсистеме исключительно для определения принадлежности студента к той или иной группе.

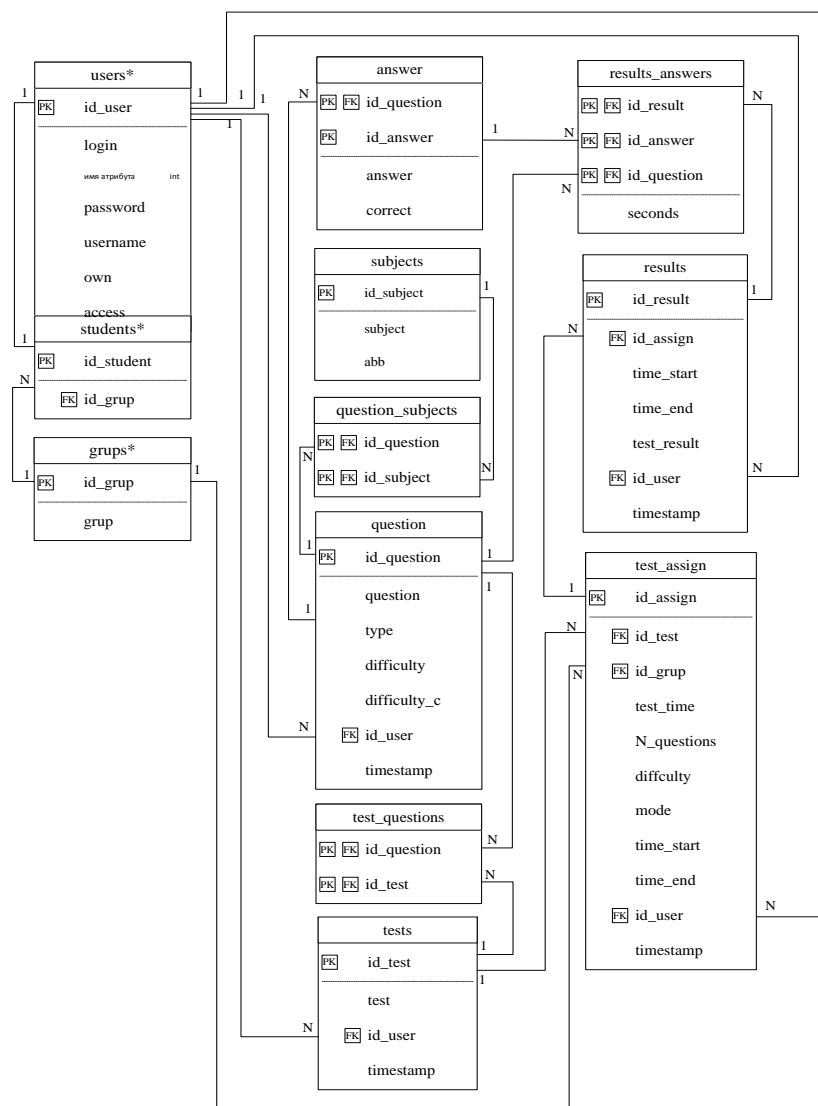


Рис. 2. Фрагмент даталогической модели базы данных ИСК*

Рассмотрим связи между таблицами КТест более подробно.

Таблица *users* (Преподаватель и Студент) имеет связь один-ко-многим (1-N) с *questions* (Вопросы), *tests* (Тесты), *test_assign* (Назначение), *results* (Результаты), так как один преподаватель может формировать множество вопросов, тестов и множество раз назначать тесты, а у одного студента может быть множество результатов (пройденных тестов).

Поскольку вопрос может иметь несколько вариантов ответов, таблица *questions* (Вопросы) имеет связь один-ко-многим (1-N) с таблицей *answers* (Ответы). Также вопрос может принадлежать множеству дисциплин и множеству тестов, но и тестам, и дисциплинам может принадлежать множество вопросов. В таком случае таблица *questions* имеет связь многий-ко-многим (N-N) с *subjects* (Дисциплины), *tests* (Тесты). Реализуется данная связь с помощью добавления специальной таблицы связи: таблица *test_questions* – для таблиц *questions* и *tests*, таблица *question_subjects* – для таблиц *questions* и *subjects*.

Таблица *tests* (Тесты) имеет связь один-ко-многим (1-N) с *test_assign* (Назначения), так как один тест может назначаться множество раз, в то время как у одного назначения может быть только один тест. Также у одной группы может быть множество назначенных тестов, следовательно, между таблицами *grups* (Группы) и *test_assign* (Назначение) связь один-ко-многим (1-N).

* На данном фрагменте дат. модели в таблицах со звездочкой приведены только те поля, которые используются в подсистеме компьютерного тестирования КТест.

У одного назначенного теста может быть множество результатов, так как тест назначается группе, в которой находятся множество студентов, следовательно, таблица *test_assign* (Назначения) имеет связь один-ко-многим (1-N) с таблицей *results* (Результаты тестов).

Таблицы: *results*, *questions*, *answers* имеют связь один-ко-многим (1-N) с *results_answers* (Результаты вопросов), в данной таблице хранится информация об ответах на каждый конкретный вопрос каждого конкретного прохождения назначенного теста.

В результате инфологического и даталогического моделирования удалось обосновать структуру фрагмента базы данных ИСК, отвечающего за реализацию функций компьютерного тестирования подсистемы КТест. Дальнейший переход к физической модели и созданию таблиц в выбранной СУБД обеспечит соответствие максимуму требований надежности, непротиворечивости и эффективности БД ИСК.

Литература

1. *Бурнаев А.Н.* Автоматизированная информационная система компьютерного тестирования КТест // Е-POSTULAT.RU: Электрон. науч. журнал. – 2023. – URL: <https://www.e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/5119>
2. *Махмутова М.В.* Теория и практика разработки баз данных: Учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – 2023. – 185 с.
3. *Карпова Т.С.* Базы данных: модели, разработка, реализация: Учеб. пособие. – 2-е изд. – 2016. – 403 с.

УДК 004.652.4

А.Н. Бурнаев, И.Г. Проценко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kv4drokopter@gmail.com*

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И НОРМАЛИЗАЦИЯ БД ИСК (КТЕСТ)

Статья посвящена реализации физической модели базы данных подсистемы компьютерного тестирования (КТест) информационной системы кафедры (ИСК) КамчатГТУ. Приведено подробное описание таблиц фрагмента БД ИСК, связанного с КТест, и дан анализ соответствия таблиц нормальным формам с учетом особенностей СУБД MySQL.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, проектирование баз данных, физическая модель БД, нормализация таблиц БД.

A.N. Burnaev, I.G. Protsenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: kv4drokopter@gmail.com*

PHYSICAL MODEL AND NORMALIZATION OF THE INFORMATION SYSTEM “DEPARTMENT” DATABASE (CTEST)

The article is devoted to the implementation of the physical database model of the computer testing subsystem (CTest) of the information system “Department” (ISD) of Kamchatka State Technical University. A detailed description of the tables of the ISD database fragment associated with CTest is given, and an analysis of the correspondence of the tables to normal forms is given, taking into account the features of the MySQL database.

Key words: computer testing, database design, physical database model, normalization of database tables.

В контексте того, что Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ) играет существенную роль в подготовке специалистов для рыбной отрасли внедрение информационных систем и технологий, а также автоматизация и эффективное управление на их основе предстают в качестве примордиальных задач. Неотъемлемым методом оценки усвоенных знаний как в сфере образования, так и в профессиональной практике является процесс тестирования, оптимальная организация которого представляет собой комплексную задачу, заключающуюся в максимизации положительного воздействия прохождения тестов. В связи с этим в рамках работы на кафедре информационных систем КамчатГТУ в настоящее время ведется разработка информационной системы кафедры (ИСК). В ее состав планируется включить систему компьютерного тестирования (КТест) [1] в качестве одной из подсистем, которая должна быть реализована на основе веб-технологий с использованием соответствующей библиотеки.

Ключевым аспектом функционирования любой информационной системы, включая подсистему КТест, является организация ее базы данных. Оптимальное хранение и управление данными выступает важным фактором, обеспечивающим эффективное функционирование КТест. Процесс проектирования базы данных представляет собой систематический подход к анализу предметной области и созданию соответствующей модели данных. Данный процесс включает в себя:

- *инфологическое моделирование*, предполагающее частично формализованное описание объектов предметной области [2];
- *даталогическое моделирование*, которое учитывает структуру данных и их логические взаимосвязи в рамках выбранной модели [2];

• *физическое проектирование*, включающее выбор оптимальной организации данных на внешних носителях [2].

Описываемая подсистема представляет собой массивы данных, отражающих активность студентов и преподавателей, связанную с процессом тестирования, и хранящихся на сервере КамчатГТУ. Информация КТест, представленная в электронном формате, включает в себя несколько видов массивов данных:

- Вопросы (тестовые задания).
- Правильные и неправильные ответы на вопросы.
- Тесты, состоящие из набора вопросов.
- Назначения тестов.
- Результаты проведенных тестирований.

Функциональные задачи подсистемы, базирующиеся на представленных данных и включающие создание вопросов/тестов, назначение/прохождение тестов и просмотр результатов, обеспечивают эффективное управление тестированием и удовлетворяют потребностям пользователей. Однако для полноценной реализации функциональности системы необходимо разработать соответствующую физическую модель базы данных и провести анализ оптимальности хранения данных.

Физическая модель. Для описания наименования таблиц, столбцов, типов данных, определения первичных, внешних ключей для системы была использована физическая модель данных (табл. 1–12).

Таблица 1

Физическая модель таблицы «users»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_user	Идентификатор пользователя	*	smallint (5)
username	Фамилия, имя, отчество пользователя		varchar (255)
login	Логин пользователя		varchar (20)
password	Пароль пользователя		varchar (32)
access	Уровень доступа к системе		char (3)
own	Статус пользователя		tinyint (1)

Таблица 2

Физическая модель таблицы «questions»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_question	Идентификатор вопроса	*	mediumint (6)
question	Текст вопроса		varchar (255)
type	Тип вопроса		enum ('обычный', 'соответствие', 'последовательность')
difficulty	Экспертная сложность		tinyint (3)
difficulty_c	Статистическая сложность		tinyint (3)
id_user	Идентификатор автора вопроса		smallint (5)
timestamp	Дата-время корректировки вопроса		timestamp

Таблица 3

Физическая модель таблицы «answers»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_answer	Идентификатор ответа	*	tinyint (2)
id_question	Идентификатор вопроса	*	mediumint (6)
answer	Текст ответа		varchar (255)
correct	Правильность ответа		enum ('true', 'false')

Таблица 4

Физическая модель таблицы «tests»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_test	Идентификатор теста	*	smallint (5)
test	Название теста		varchar (255)
id_user	Идентификатор автора теста		smallint (5)
timestamp	Дата-время корректировки		timestamp

Таблица 5

Физическая модель таблицы «subjects»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_subject	Идентификатор дисциплины	*	smallint (4)
subject	Название дисциплины		varchar (255)
abb	Аббревиатура дисциплины		varchar (25)

Таблица 6

Физическая модель таблицы «test_questions»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_test	Идентификатор теста	*	smallint (5)
id_question	Идентификатор вопроса		mediumint (6)

Таблица 7

Физическая модель таблицы «question_subjects»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_question	Идентификатор вопроса	*	mediumint (6)
id_subject	Идентификатор дисциплины		smallint (4)

Таблица 8

Физическая модель таблицы «grups»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_grup	Идентификатор учебной группы	*	smallint (3)
grup	Название группы		char (20)

Таблица 9

Физическая модель таблицы «students»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_student	Идентификатор пользователя	*	smallint (5)
id_grup	Фамилия, имя, отчество пользователя		smallint (3)

Таблица 10

Физическая модель таблицы «test_assign»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_assign	Идентификатор назначения	*	mediumint (6)
id_test	Идентификатор теста		smallint (5)
id_grup	Идентификатор группы		smallint (3)
test_time	Время прохождения		tinyint (3)
N_questions	Количество вопросов в тесте		tinyint (3)
difficulty	Уровень сложности теста		tinyint (3)
mode	Режим прохождения теста		enum ('контрольный', 'обучающий')
attempts	Количество попыток		char (1)
time_start	Дата-время начала тестирования		datetime
time_end	Дата-время окончания тестирования		datetime
id_user	Идентификатор пользователя		smallint (5)
timestamp	Дата-время назначения теста		timestamp

Таблица 11

Физическая модель таблицы «results»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_result	Идентификатор результата	*	mediumint (6)
id_assign	Идентификатор назначения		mediumint (8)
time_start	Дата-время начала тестирования		datetime
time_end	Дата-время окончания тестирования		datetime
id_user	Идентификатор пользователя		smallint (5)
timestamp	Дата-время корректировки		timestamp

Физическая модель таблицы «results_answers»

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
id_result	Идентификатор результата	*	mediumint (6)
id_question	Идентификатор вопроса	*	mediumint (6)
id_answer	Идентификатор ответа	*	tinyint (2)
seconds	Количество секунд, затраченных на ответ		datetime

Нормализация. Проектируемая база данных является реляционной, процесс нормализации для такой базы данных представляет преобразования отношений с целью оптимизации логической структуры отношений для устранения нежелательных свойств. Процесс проходит без потери информации исходного отношения.

В теории нормализации существует семь нормальных форм (НФ), однако только первые четыре используются в 80% практических задач по разработке базы данных.

Нормальная форма определяется как совокупность требований, которым должно удовлетворять отношение. То есть НФ – требование, предъявляемое к структуре таблиц в теории реляционных баз данных для устранения из базы избыточных функциональных зависимостей между атрибутами (полями таблиц).

Устроены НФ, можно сказать, по принципу матрешки. Третья форма включает в себя вторую, вторая в свою очередь включает в себя первую.

1 НФ (первая нормальная форма): в каждом поле таблицы хранится атомарное значение (одно несоставное значение).

2 НФ (вторая нормальная форма): таблица должна иметь первичный ключ; все неключевые поля таблицы должны зависеть от полного ключа (в случае если ключ составной).

3 НФ (третья нормальная форма): все неключевые поля зависят только от первичного ключа, а не от других неключевых полей. Приводя таблицу к 3 НФ, избавляются от транзитивности. Транзитивная зависимость – зависимость, при которой неключевые атрибуты (они же поля) зависят от значений других неключевых полей.

База данных считается нормализованной, если соответствует минимум 3 форме. Следовательно, необходимо проверить базу данных системы КТест на соответствие всем трем нормальным формам.

Все таблицы приведены к первой нормальной форме, так как каждое поле каждой таблицы содержит атомарное значение, и ко второй нормальной форме, так как все таблицы:

1) имеют первичный ключ, а именно:

- таблица "questions" - id_question,
- таблица "tests" - id_test,
- таблица "test_assign" - id_assign,
- таблица "results" - id_result,
- таблица "answers" - id_question, id_answer,
- таблица "results_answers" - id_result, id_question, id_answer.

2) в случаях если ключ составной, неключевые поля таблиц зависят от полного ключа, а именно:

- в таблице "answers" неключевые поля текст и правильность ответа относятся как к самому ответу, так и к вопросу,

- в таблице "results_answers" лишь одно неключевое поле, а именно время ответа на вопрос, которое относится к конкретному результату, вопросу и ответу.

Анализ каждой таблицы базы данных системы КТест подтвердил, что они соответствуют всем требованиям трех нормальных форм, являющихся основополагающими принципами в теории реляционных баз данных, что подтверждает высокий уровень структурированности, эффективности и оптимальности организации данных и является важным аспектом в обеспечении надежности и производительности базы данных.

Обоснование соответствия таблиц БД третьей нормальной форме (3 НФ)

Таблица БД	Обоснование соответствия третьей нормальной форме (3 НФ)
<i>questions</i>	Каждое неключевое поле в данной таблице должно относиться только к вопросу. Текст, тип, сложность и автор вопроса относятся непосредственно к самому вопросу и не зависят друг от друга, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (<i>id_question</i>), а не от других неключевых полей.
<i>answers</i>	Неключевым полями являются текст и правильность ответа. Правильность ответа не относится непосредственно к тексту ответа, так как пользователь правильным может выбрать ответ с любым текстом, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (<i>id_question, id_answer</i>).
<i>tests</i>	Неключевые поля текст и автор теста относятся только к самому тесту, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (<i>id_test</i>), а не от других неключевых полей.
<i>test_assign</i>	Каждое неключевое поле в данной таблице должно относиться только к назначению (назначенному тесту). Тест, группа, время прохождения, количество вопросов, сложность теста, режим прохождения, количество попыток, дата начала тестирования, дата окончания тестирования и автор назначения не зависят друг от друга и относятся непосредственно к самому назначению, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (<i>id_assign</i>), а не от других неключевых полей.
<i>results</i>	Назначение, дата начала тестирования, дата окончания тестирования и пользователь (прошедший тест) относятся только к результату теста, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (<i>id_result</i>), а не от других неключевых полей.
<i>results_answers</i>	Так как таблица содержит лишь одно неключевое поле, оно не может иметь транзитивных зависимостей, следовательно, таблица " <i>results_answers</i> " считается нормализованной до 3 НФ.

В результате физического проектирования и процесса нормализации фрагмента базы данных ИСК, отвечающего за реализацию функций компьютерного тестирования подсистемы КТест, удалось обеспечить соответствие максимуму требований надежности, непротиворечивости и эффективности БД ИСК.

Литература

1. Бурнаев А.Н. Автоматизированная информационная система компьютерного тестирования КТест // E-POSTULAT.RU: Электрон. науч. журнал. – 2023. – URL: <https://www.e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/5119>
2. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация: Учеб. пособие. – 2008. – 122 с.

УДК 621.865.8

Р.А. Гараев, А.О. Рогожников

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: yesproinpast@gmail.com*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ РЫБОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Производственные мощности рыбодобывающих предприятий Камчатского края постоянно растут, поскольку технологии не стоят на месте, а также появляются все более совершенные способы добычи и переработки рыбы, для улучшения эффективности которых требуется более комплексный подход. Увеличение объемов производства и повышение удельной производительности труда на предприятии является одной из ключевых задач по развитию российской промышленности. Разработка и последующая эксплуатация промышленных роботов-манипуляторов поможет решить эту непростую задачу.

Ключевые слова: манипулятор, робот, автоматизация, промышленность, производство.

R.A. Garaev, A.O. Rogozhnikov

*Kamchatka State Technical University
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: yesproinpast@gmail.com*

THE RELEVANCE OF USING A ROBOT-MANIPULATOR TO INCREASE THE PRODUCTION CAPACITY OF FISH PROCESSING ENTERPRISES

The production capacity of Kamchatka Krai fishing enterprises is constantly growing, since technology is not standing still and more and more advanced methods for extracting and processing fish are appearing, the study of the effectiveness of which requires a more comprehensive approach. Increasing production volume and increasing specific labor productivity at the enterprise is one of the key tasks for the development of Russian industry. The development and subsequent operation of industrial robotic manipulators will help solve this difficult problem.

Key words: manipulator, robot, automation, industry, production.

Полуостров Камчатка с западного и восточного побережья омывается морями и океаном, в связи с чем состояние водной биосферы играет ключевую роль в целостном и непрерывном развитии данного края [1]. Рыбохозяйственный комплекс является основной отраслью экономики Камчатского края, поскольку регион обладает богатой флорой и фауной. На долю Камчатки приходится до 75% вылова по всему Дальневосточному бассейну. Однако, несмотря на богатые запасы водных биологических ресурсов, рыбодобывающие и рыбоперерабатывающих предприятия, к сожалению, нередко сталкиваются с рядом различных проблем, которые могут существенно снизить их производственную мощность и повлиять на конечное качество продукции. Одной из таких проблем является низкий уровень автоматизации производства и нехватка квалифицированных специалистов, способных выполнять сложные технологические операции.

На данный момент в большинстве компаний преобладает высокий удельный вес ручного труда, в результате чего все основные технологические операции выполняются вручную, что требует больших трудовых ресурсов и территорий, а также в негативном ключе влияет на скорость производства и качество продукции. В ряде случаев ситуация доходит до того, что лишь ограниченный круг лиц имеет необходимые компетенции для обработки и дальнейшего изготовления определенного водного биоресурса. Для поддержания конкурентоспособности и увеличения как производственных мощностей, так и экономического эффекта от производства опреде-

ленных товаров, предприятие постоянно должно совершенствовать свое технологическое оборудование и производственные процессы. Именно в этом контексте актуальным становится применение различных роботов-манипуляторов, нацеленных на создание полностью автономного конвейерного производства с минимальным количеством вовлеченных в это людей, что делает возможным не только значительное повышение экономических показателей предприятия, но и снижение уровня травматизма на предприятии практически до нуля [2]. Кроме того, постоянная модернизация и поддержка промышленного оборудования в хорошем состоянии позволит снизить расходы на обслуживание и закупку новых устройств.

Все промышленные роботы-манипуляторы относятся к дорогостоящему и профессиональному оборудованию, которое изготавливают узкоспециализированные компании со строгим уклоном в необходимую отрасль. В большинстве случаев устройство имитирует движение руки человека, что позволяет использовать робота повсеместно [3]. Конечная область применения таких устройств зависит от установленного на них рабочего органа и поставляемого программного обеспечения. Правильная настройка алгоритмов робота-манипулятора и его эксплуатации строго в обозначенных промышленных условиях позволяет сильно повысить качество конечного продукта, снизить влияние человеческого фактора на производство и просто автоматизировать выполнение любой задачи. Ключевой проблемой для закупа и установки данных устройств является их высокая стоимость, иностранное производство, а также узкая специализация работы. Зачастую стоимость устройств данного типа превышает несколько миллионов рублей, что для малых и средних предприятий является неподъемной суммой. Кроме того, даже покупка дорогостоящего робота-манипулятора не всегда гарантирует его высокую эффективность, поскольку в текущих реалиях роботы-манипуляторы практически не производятся отечественными компаниями, что создает высокие трудности с покупкой и доставкой. На рис. 1 изображены вариации подобных роботов-манипуляторов.



Рис. 1. Вариации промышленных роботов-манипуляторов: 1 – UR-10; 2 – Doosan Robotics A0912; 3 – PULSE 75; 4 – CRP RH14-10

Не менее важным фактором является и полное отсутствие адаптивности роботов-манипуляторов. Если при перестроении процесса производства на предприятии возник переизбыток устройств на одном виде производства, но недостаток на другом, то поменять специализацию робота не выйдет, что полностью срезает любую мобильность и вариативность применения данного промышленного оборудования. Этому препятствует в первую очередь невозможность смены рабочего органа, а также чужое, заблокированное для редактирования программное обеспечение. Если в первом случае устройство еще можно будет использовать в смежной, близкой к изначальной отрасли, то во втором уже не остается никаких вариантов.

В данный момент на кафедре «Энергетические установки и электрооборудование судов» в Камчатском государственном техническом университете ведется разработка своего робота-манипулятора [4]. Проектируемое устройство необходимо для увеличения адаптивности и снижения экономической нагрузки на предприятия при покупке. Разработка устройства проводится с оглядкой на основные недостатки широко востребованных и хорошо используемых промышленными компаниями роботов-манипуляторов. Основной упор в проектировании был сделан на возможность смены области применения разрабатываемого устройства, для чего необходима

возможность быстрой смены рабочего органа и переключения программного режима работы. Реализация такого функционала требует авторского подхода к программно-аппаратной части устройства, в результате чего было принято решение о разработке собственного программного обеспечения и рабочих модулей. На рис. 2 представлена визуализация разрабатываемого устройства с установленной на него механической клешней.

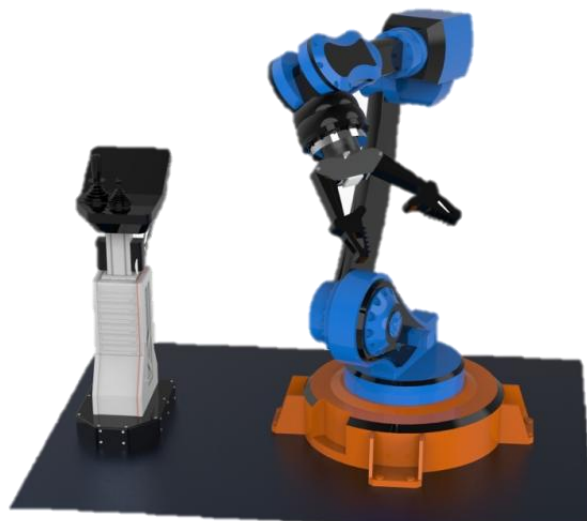


Рис. 2. Визуализация робота-манипулятора с установленной механической клешней

Поскольку разработка такого устройства требует комплексного подхода, изначально был спроектирован и находится на финальной стадии сборки самый востребованный орган для подобных устройств – механическая клешня. В ходе адаптации математической модели и серии базовых испытаний по подбору необходимых компонентов были получены показатели моделируемого рабочего органа. Сила сжатия механической клешни составит порядка 20 кг во время пиковой нагрузки, а диаметр открытия будет составлять 117,5 мм, что является оптимальным показателем для работы. Кроме того, планируется разработать несколько вариантов изготовления самих захватов для обеспечения высокого уровня хвата и надежного удержания объекта. Для этого будут использоваться варианты модуля с двумя и тремя хватами, которые будут изготавливаться из различного материала, от металла до ABS-пластика, в том числе с внедрением ребер жесткости для более плотного удержания необходимого объекта.

Сам прототип корпуса будет представлять из себя полую конструкцию, внутри которой будут размещаться необходимые для работы робота-манипулятора компоненты в виде плат, сервоприводов и преобразователей. Для повышения прочности возможно использование стальных усилений. Робот-манипулятор будет обладать четырьмя степенями свободы, которые будут достигаться за счет использования сервоприводов с моментом на валу более 10 кг/см, угол их поворота, в зависимости от места установки, будет варьироваться от 90 до 270 градусов соответственно.

Для приведения всей конструкции в движение и внедрения последующей автоматизации устройства ведется разработка собственного программного обеспечения. Для экономии времени и удешевления начальных испытаний стартовые версии программ для управления устройством пишутся на базе плат ARDUINO, что позволяет быстро отрабатывать предполагаемые алгоритмы и режимы работы в широком диапазоне, а также помогает изучать потенциальные возможности используемых компонентов, их надежность и соответствие разрабатываемому устройству, а также максимальный ресурс работы. После прохождения всех предполагаемых разработчиками испытаний будет осуществлен полный перенос программ и алгоритмов устройства на плату RASPBERRY PI 4, предлагается использование разновидности model b. Это необходимо для оптимизации программного кода и закладки фундамента под будущие программные расширения, которые позволят значительно увеличить функционал устройства, а также добавить большое количество датчиков для последующей интеграции. Датчики с помощью программной эмуляции помогут повысить точность устройства, а также исключить возможность возникновения несчастных случаев.

Герметизация рабочего органа планируется путем изготовления водостойкого корпуса путем изготовления плотных соединений с использованием, в зависимости от места установки, резиновых или силиконовых уплотнений. Защита корпуса от попадания воды будет достигаться путем изготовления цельной конструкции с отдельной изоляцией особо уязвимых узлов. В ходе моделирования команда разработчиков столкнулась со сложностью обеспечения должного уровня водонепроницаемости. В результате расчетов и проведения ряда экспериментов были выбраны три основных материала для герметизации: силикон, эпоксидная смола и герметик. Ключевым фактором для выбора конечного вещества являлась его герметичность и долговечность, поэтому была выбрана именно эпоксидная смола. Хотя она и обладает большей массой, чем герметик и силикон, ее показатели герметичности и прочности значительно превышают значения аналогов. Кроме того, в случаях использования в морской воде она практически не подвержена коррозии, что оставляет ее бескомпромиссным лидером для герметизации разрабатываемого устройства.

Разрабатываемый робот-манипулятор, способный работать в условиях морской среды, позволит предприятиям значительно упростить процесс интеграции подобных промышленных устройств, что в свою очередь значительно повысит производственные мощности предприятия и позволит обуздать ранее малоразвитые области производства. Эксплуатация робота-манипулятора на предприятии позволит увеличить все ключевые производственные аспекты:

1. Значительное повышение объемов переработки различной продукции благодаря заранее отлаженным алгоритмам.
2. Увеличение производительности труда предприятия путем круглосуточной эксплуатации данных устройств.
3. Практически полное исключение травматизма на рабочем месте, в соответствии с замещаемыми роботом-манипулятором рабочими операциями.
4. Повышение уровня автоматизации производства до высокого, путем прописывания узконаправленных программных алгоритмов в соответствии с нуждами предприятия.

Необходимо подчеркнуть, что разработка роботов-манипуляторов и их последующее внедрение на производственные предприятия является основополагающим фактором развития промышленности как Камчатского края, так и всей России в целом. Данные устройства позволяют предприятию значительно повысить производственные мощности и улучшить качество конечной продукции, а также снизить экономические издержки и трудности, вызванные острой нехваткой персонала. Немаловажным фактором необходимости эксплуатации промышленных роботов-манипуляторов также является неограниченный ресурс работы, что позволяет устройствам работать круглосуточно, это в конечном итоге поможет поднять производительность предприятия в несколько раз по сравнению с полным использованием ручного труда.

Литература

1. *Гараев Р.А., Змеев А.Д.* Актуальность разработки подводного дрона и робота-манипулятора для отслеживания состояния водной биосферы Камчатского края // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 72–75.
2. *Разумова Т.И.* Роль роботизированных систем в современном производстве // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2014. – № 9(63). – С. 60–65.
3. *Гараев Р.А., Рогожников А.О.* Перспектива использования робота-манипулятора в различных отраслях // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Пятой междунар. науч.-техн. конф. (18–21 октября 2022 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 57–60.
4. *Гараев Р.А., Рогожников А.О.* Разработка робота-манипулятора для работы в морских условиях // Молодежь. Наука. Инновации. – 2023. – Т. 1. – С. 616–621.

УДК 004.652

Г.С. Емельянов, С.В. Чебанюк

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: ayden.ro02@gmail.com*

БАЗА ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ В ИСК

Статья посвящена описанию базы данных подсистемы планирования учебной нагрузки информационной системой кафедры (ИСК) КамчатГТУ. Представлены функциональные задачи подсистемы планирования учебной нагрузки, детально рассмотрены сущности и связи, этапы проектирования базы данных, включая инфологическое, даталогическое и физическое моделирование, а также процесс нормализации данных.

Ключевые слова: база данных, учебная нагрузка, проектирование, модели данных, нормализация.

G.S. Emelyanov, S.V. Chebanyuk

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: ayden.ro02@gmail.com*

DATABASE OF THE TEACHING LOAD PLANNING SUBSYSTEM IN INFORMATION SYSTEM “DEPARTMENT”

The article is devoted to the description of the database of the subsystem for planning the teaching load by information system “Department” of Kamchatka State Technical University. The functional tasks of the training load planning subsystem are presented, the entities and connections, the stages of database design, including infological, datalogical and physical modeling, as well as the process of data normalization are considered in detail.

Key words: database, teaching load, design, data models, normalization.

В настоящее время высшие учебные заведения (вузы) широко используют АИС. Их применение варьируется от автоматизации отдельно взятых рабочих мест до полной автоматизации деятельности вуза. Внедрение АИС преследует конкретную конечную цель – повышение качества образования [1].

Центральным элементом любой информационной системы является ее база данных, и подсистема планирования учебной нагрузки не составляет исключения. Эффективная организация данных играет решающую роль в обеспечении успешного функционирования подсистемы планирования учебной нагрузки. Проектирование включает в себя такие ключевые этапы, как *инфологическое моделирование*, которое предполагает частично формализованное описание объектов предметной области с использованием определенной смысловой модели, *даталогическое моделирование*, которое описывает структуру данных в рамках выбранной модели данных и отображает логические взаимосвязи между элементами данных, независимо от их содержания и физической организации, *физическое проектирование* базы данных, которое включает выбор наиболее эффективного расположения элементов базы данных на внешних носителях.

Этапы проектирования базы данных представляют собой комплексный процесс, который требует тщательного анализа, понимания предметной области и правильного выбора методов моделирования для обеспечения оптимальной функциональности и эффективности информационной системы.

Важной частью образовательного процесса является планирование учебной нагрузки.

Планирование учебной нагрузки – это ответственная задача, от которой зависит множество факторов, от составления неперегруженного расписания до зарплаты преподавателей.

Тема автоматизации процессов планирования учебной нагрузки и формирования отчетов преподавателей о выполнении индивидуального плана – это важная задача в системах управле-

ния учебным процессом высшего учебного заведения, но на данный момент автоматизированные способы ее решения либо имеют высокую стоимость, либо перегруженный интерфейс.

В процессе анализа предметной области были построены ER-модели «связь» в нотации Питера Чена (рис. 1). Прямоугольники обозначают представленные выше сущности, в виде ромбов отображены отношения, связывающие сущности, они соединены между собой линиями с указанием разновидностей связей.

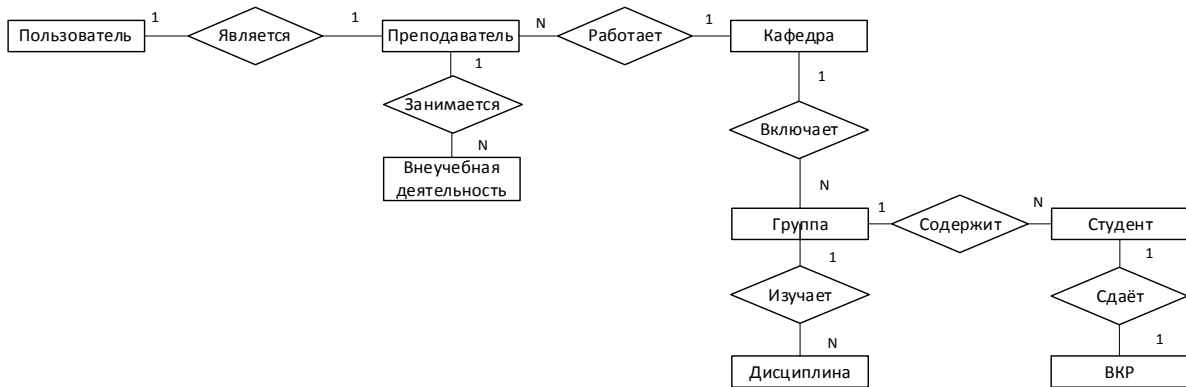


Рис. 1. ER-диаграмма «Relationship»

После построения ER-диаграммы открывается возможность построения даталогической модели (рис. 2).

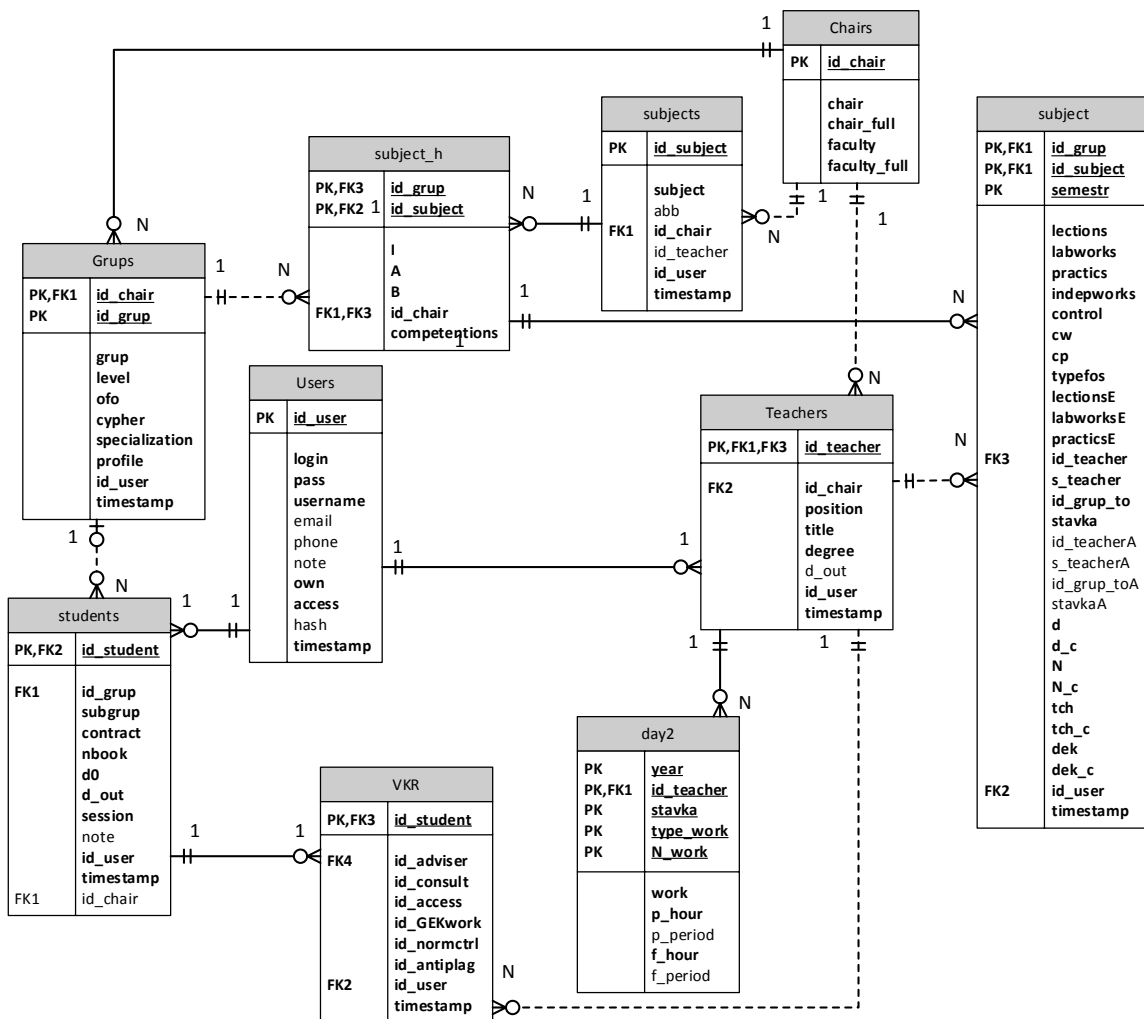


Рис. 2. Даталогическая модель

На основании построенной даталогической модели и выбранной СУБД [2] для таблиц базы данных была построена физическая модель.

Таблица “users” содержит информацию о пользователях (табл. 1).

Таблица 1

Физическая модель таблицы “users”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
id_user	Код пользователя	*	smallint	5	Обязательное
login	Логин пользователя		varchar	20	Обязательное
pass	Пароль пользователя		varchar	32	Обязательное
username	ФИО пользователя		varchar	255	Обязательное
email	Электронный адрес пользователя		varchar	100	
phone	Телефон пользователя		varchar	25	
note	Заметка о пользователе (группа/должность)		varchar	255	Обязательное
own	Принадлежность пользователя		varchar	255	Обязательное
access	Уровень допуска		varchar	255	Обязательное
hash	Хэш пользователя		varchar	32	
prim	Примечание		varchar	255	
timestamp			timestamp		Обязательное

Таблица “vkr” содержит преподавателей, отвечающих за ВКР студентов (табл. 2).

Таблица 2

Физическая модель таблицы “vkr”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
id_student	Код студента	*	smallint	5	Обязательное
id_adviser	Код научного руководителя ВКР		smallint	5	Обязательное
id_consult	Код рецензента		smallint	5	Обязательное
id_access	Код преподавателя, отвечающего за допуск		smallint	5	Обязательное
id_GEKwork	Код преподавателя в ГЭК		smallint	5	Обязательное
id_normctrl	Код преподавателя, отвечающего за нормоконтроль		smallint	5	Обязательное
id_antiplag	Код преподавателя, отвечающего за антиплагиат		smallint	5	Обязательное
id_user	Id последнего пользователя, внесшего изменение		smallint	5	Обязательное

Таблица “teachers” содержит список преподавателей (табл. 3).

Таблица 3

Физическая модель таблицы “teachers”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_teacher	Код преподавателя	*	smallint	3	Обязательное
teacher	ФИО преподавателя		varchar	255	Обязательное
Id_user	Код пользователя		smallint	5	Обязательное
Id_chair	Код кафедры		tinyint	2	Обязательное
position	Должность		varchar	255	Обязательное
Title	Ученое звание		varchar	255	Обязательное
degree	Ученая степень		varchar	255	Обязательное

Таблица “students” содержит информацию о студентах (табл. 4).

Таблица 4

Физическая модель таблицы “students”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
id_student	Код пользователя	*	smallint	5	Обязательное
id_grup	Логин пользователя		smallint	3	Обязательное
subgrup	Пароль пользователя		enum		Обязательное
contract	ФИО пользователя		enum		Обязательное
nbook	Электронный адрес пользователя		шге	6	
d0	Телефон пользователя		date		
d_out	Заметка о пользователе (группа/должность)		date		Обязательное
session	Принадлежность пользователя		enum		Обязательное
note	Уровень допуска		varchar	255	Обязательное
id_user	Хэш пользователя		smallint	5	
timestamp			timestamp		Обязательное

Таблица “subject_n” содержит список дисциплин (табл. 5).

Таблица 5

Физическая модель таблицы “subjects”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_subject	Код дисциплины	*	smallint	4	Обязательное
Subject	Название дисциплины		varchar	255	Обязательное
abb	Аббревиатура дисциплины		varchar	255	Обязательное
Id_chair	Код кафедры		tinyint	2	Обязательное
Id_teacher	Код преподавателя		smallint	3	Обязательное

Таблица “grups” содержит список групп (табл. 6).

Таблица 6

Физическая модель таблицы “grups”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_grup	Код группы	*	smallint	3	Обязательное
grup	Группа		char	20	Обязательное
Level	Уровень образования		enum		Обязательное
Ofo	Форма обучения		enum		Обязательное
Id_chair	Код кафедры		tinyint	2	Обязательное
Cypher	Шифр группы		char	10	Обязательное
Specialization	Специализация группы		varchar	255	Обязательное
profile	Профиль группы		varchar	255	Обязательное

Таблица “chairs” содержит список кафедр (табл. 7).

Таблица 7

Физическая модель таблицы “chairs”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_chair	Код кафедры	*	tinyint	2	Обязательное
Chair	Аббревиатура кафедры		char	6	Обязательное
Chair_full	Полное название кафедры		varchar	255	Обязательное
Faculty	Аббревиатура факультета		char	6	Обязательное
Faculty_fullr	Полное название факультета		varchar	255	Обязательное

Таблица “subject_h” содержит информацию о учебных планах групп (табл. 8).

Таблица 8

Физическая модель таблицы “subject_h”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_grup	Код группы	*	smallint	3	Обязательное
id_subject	Код учебной дисциплины	*	smallint	3	Обязательное
I	Порядковый номер в плане		smallint	4	Обязательное
A	Учет дисциплины в плане		enum		Обязательное
B	Индекс дисциплины		char	20	Обязательное
Id_chair	Код кафедры		tinyint	2	Обязательное
competentions	Компетенции		varchar	255	Обязательное

Таблица “subject” содержит информацию об учебном плане (табл. 9).

Таблица 9

Физическая модель таблицы “subject”

Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип поля		Ограничения
			Тип данных	Размер	
Id_grup	Код группы	*	smallint	3	Обязательное
Id_subject	Код дисциплины	*	tinyint	3	Обязательное
Semester	Номер семестра	*	tinyint	1	Обязательное
Lections	Кол-во часов на лекции		smallint	5	Обязательное
Labworks	Кол-во часов на лабораторные работы		smallint	5	Обязательное
Practics	Кол-во часов на практики		smallint	5	Обязательное
Indepworks	Кол-во часов на самостоятельные работы		smallint	5	Обязательное
Control	Кол-во часов на контрольные работы		smallint	5	Обязательное
Cw	Курсовая работа		enum		Обязательное
Ср	Курсовой проект		enum		Обязательное
Typefos	Форма контроля		enum		Обязательное
LectionsE	Кол-во часов на лекции в ЭИОС		smallint	5	Обязательное
LabworksE	Кол-во часов на лабораторные работы в ЭИОС		smallint	5	Обязательное
PracticsE	Кол-во часов на практики в ЭИОС		smallint	5	Обязательное
Id_teacher	Код преподавателя		smallint	3	Обязательное
S_teacher	Признак распределения нагрузки преподавателя		char	6	Обязательное
Id_grup_to	Код группы потока		smallint	3	Обязательное
Stavka	Ставка преподавателя		char	4	Обязательное
Id_teacherA	Код ассистента		smallint	3	Необязательное
S_teacherA	Признак распределения нагрузки ассистента		char	6	Необязательное
Id_grup_toA	Код группы потока ассистента		smallint	3	Необязательное
StavkaA	Ставка ассистента		char	4	Необязательное
d	Дата сдачи экзамена		date		Обязательное
d_c	Дата сдачи курсовой		date		Обязательное
N	Номер ведомости		smallint	5	Обязательное
N_c	Номер ведомости (курсовой)		smallint	5	Обязательное
tch	Подпись преподавателя (код)		smallint	3	Обязательное
Tch_c	Подпись преподавателя (код) (в курсовой ведомости)		smallint	3	Обязательное
dek	Подпись декана (код)		smallint	3	Обязательное
Dek_c	Подпись декана (код) (в курсовой ведомости)		smallint	3	Обязательное
Id_user	Код пользователя, внесшего последнее изменение		smallint	3	Обязательное

Проектируемая база данных является реляционной, процесс нормализации для такой базы данных представляет преобразование отношений с целью оптимизации логической структуры отношений для устранения нежелательных свойств. Процесс проходит без потери информации исходного отношения, в том числе и о зависимостях, имеющих место между его атрибутами.

Данная база данных приведена к 3-й нормальной форме.

Литература

1. *Мартыненко И.С., Емельянов Г.С., Проценко И.Г.* Разработка автоматизированной системы составления расписания [Электронный ресурс]. – URL: <https://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/4712>

2. *Кузнецов С.Д.* Основы баз данных: Учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лабораторная знаний, 2007. – 484 с.

УДК 004.9+639.2

Н.С. Иванко, С.В. Лисиенко, Т.Н. Веренич

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: ivns@mail.ru*

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ СИСТЕМНОЙ ПЛАТФОРМЫ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЫБОЛОВСТВА

Цифровые технологии внедряются во все сферы деятельности человека. Рост информационных потоков и объемов получаемой и анализируемой информации ведет к необходимости использования всех возможностей цифровых ресурсов, так использование цифровых порталов для взаимодействия пользователей различных уровней значительно повышает эффективность деятельности. В данной работе рассматриваются вопросы использования цифровых платформ в рыбохозяйственной деятельности с точки зрения взаимодействия рыбодобывающих организаций и управляющих органов на примере добычи кальмаров в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, добыча водных биологических ресурсов, цифровые платформы, информационные потоки, кальмары.

N.S. Ivanko, S.V. Lisienko, T.N. Verenich

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail: ivns@mail.ru*

ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR THE CREATION OF A SYSTEM PLATFORM FOR FISHERIES MANAGEMENT

Digital technologies are being introduced into all spheres of human activity. The growth of information flows and the volume of information received and analyzed leads to the need to use all the possibilities of digital resources, so the use of digital portals for user interaction at various levels significantly increases the efficiency of activities. This paper examines the issues of using digital platforms in fisheries management from the point of view of interaction between fishing organizations and governing bodies using the example of squid mining in the Far Eastern Fisheries basin.

Key words: industrial fishing, extraction of aquatic biological resources, digital platforms, information flows, squid.

Цифровые технологии прочно вошли в жизнь современного общества, не исключение и рыбохозяйственная отрасль. Использование цифровых технологий значительно упрощает рутинную деятельность (например, автоматизированное заполнение общей части отчетной документации), что дает возможность сосредоточиться на принятии управленческих решений и оперативном вмешательстве в производственную деятельность. Так, при использовании автоматизированных систем анализа судовых суточных донесений с автоматическим построением графиков динамики добычи водных биологических ресурсов появляется возможность оперативного управления добывающей деятельностью судна.

Одной из разновидностей цифровых технологий являются цифровые платформы. Это реализованные с помощью специальных средств виртуальные ресурсы, позволяющие заинтересованным лицам обмениваться информацией и сотрудничать. В частности в рыбохозяйственной отрасли является актуальной цифровизация взаимодействия рыбодобывающих предприятий и управляющего органа [1]. Создание платформы планирования и управления рыбодобывающей деятельностью на уровне предприятия и/или на государственном уровне будет способствовать повышению эффективности рыболовства в целом.

В настоящий момент разработаны и используются следующие информационно-технические средства:

1. Портал отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов (ОСМ), основное назначение которого – это сбор статистических данных по ведению судами рыбодобывающей деятельности и контроль деятельности промысловых судов. Доступ к portalу может получить на безвозмездной основе зарегистрированный пользователь. Пользователю предоставляются следующие услуги [2]:

- действия с разрешением на добычу (вылов) ВБР: получение разрешения, внесение изменений в разрешение, приостановка и возобновление разрешений, аннулирование разрешений;
- подача оперативной отчетности о добыче (вылове) ВБР;
- получение ежеквартальной отчетности по форме 1-П (рыба);
- заключение договора на информационное обслуживание российских и иностранных юридических лиц и российских индивидуальных предпринимателей;
- заключение договора на обслуживание иностранных судов;
- управление услугами отраслевой системы мониторинга: оформление заявок на подключение электронно-рыболовного журнала (ЭРЖ), оформление заявок на тестирование и переоформление технических средств контроля (ТСК), оформление заявок на освидетельствование судовладельца и судна Международному кодексу управления безопасностью (МКУБ), оформление заявок на регистрацию и внесение изменений в сведения о судах.

2. Программный комплекс «Электронно-рыболовный журнал» (ЭРЖ) представляет собой специализированную программу для передачи судовых суточных донесений в электронном виде. С 1 декабря 2023 г. использование ЭРЖ для судов, оснащенных ТСК и задействованных на промысле ВБР (добыча, переработка, транспортировка), является обязательным. Использование ЭРЖ позволяет осуществлять непрерывный контроль деятельности судов на основании предоставленных отчетов. Для пользователей преимуществом при использовании ЭРЖ по сравнению с бумажным промысловым журналом является автоматическое использование справочников данных и выданных разрешений на вылов из баз данных ОСМ и автоматический контроль вводимых данных. Также в ЭРЖ интегрирована ФГИС «Меркурий».

3. Федеральная государственная информационная система «Меркурий» – это система ветеринарного контроля за грузами, с 1 июля 2019 г. вся рыба, ракообразные и моллюски входят в перечень подконтрольной продукции, для которой формируются ветеринарно-сопроводительные документы (ВСД).

Для стабильной работы информационно-технических средств используются разработанные справочники, данные в которых обновляются по мере надобности.

Действующие в данный момент информационные потоки на примере командорского кальмара можно описать следующей схемой (рис. 1).

Стратегическое планирование природных ресурсов включает в себя выполнение следующих действий:

- установление ОДУ и квот добычи (вылова) кальмаров по зонам и подзонам Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна;
- определение желательной степени освоения ОДУ и квот добычи кальмара по каждой зоне и/или подзоне.

Обоснование объемов ОДУ и рекомендованных объемов добычи не входит в рамки данного исследования, рассматриваются только результаты данной деятельности, а именно ежегодные приказы министерства сельского хозяйства.

Выдача разрешений на добычу (вылов) ВБР и мониторинг производственной деятельности осуществляется с помощью действующего портала ОСМ. ССД формируются и отправляются добывающими судами с помощью ЭРЖ, в который интегрирована система «Меркурий», используемая для оформления ВСД.

Согласно разработанной концепции совершенствования системной организации ведения добычи ВБР [3] считаем необходимым модернизировать информационные потоки путем добавления дополнительных этапов планирования и контроля (рис. 2).

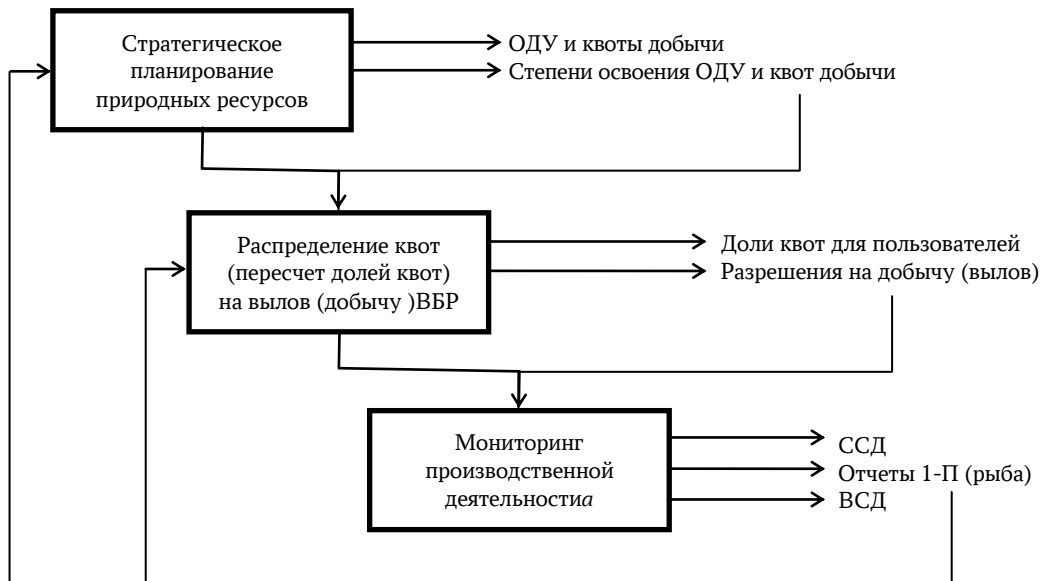


Рис. 1. Действующие информационные потоки цифровых услуг в области промышленного рыболовства

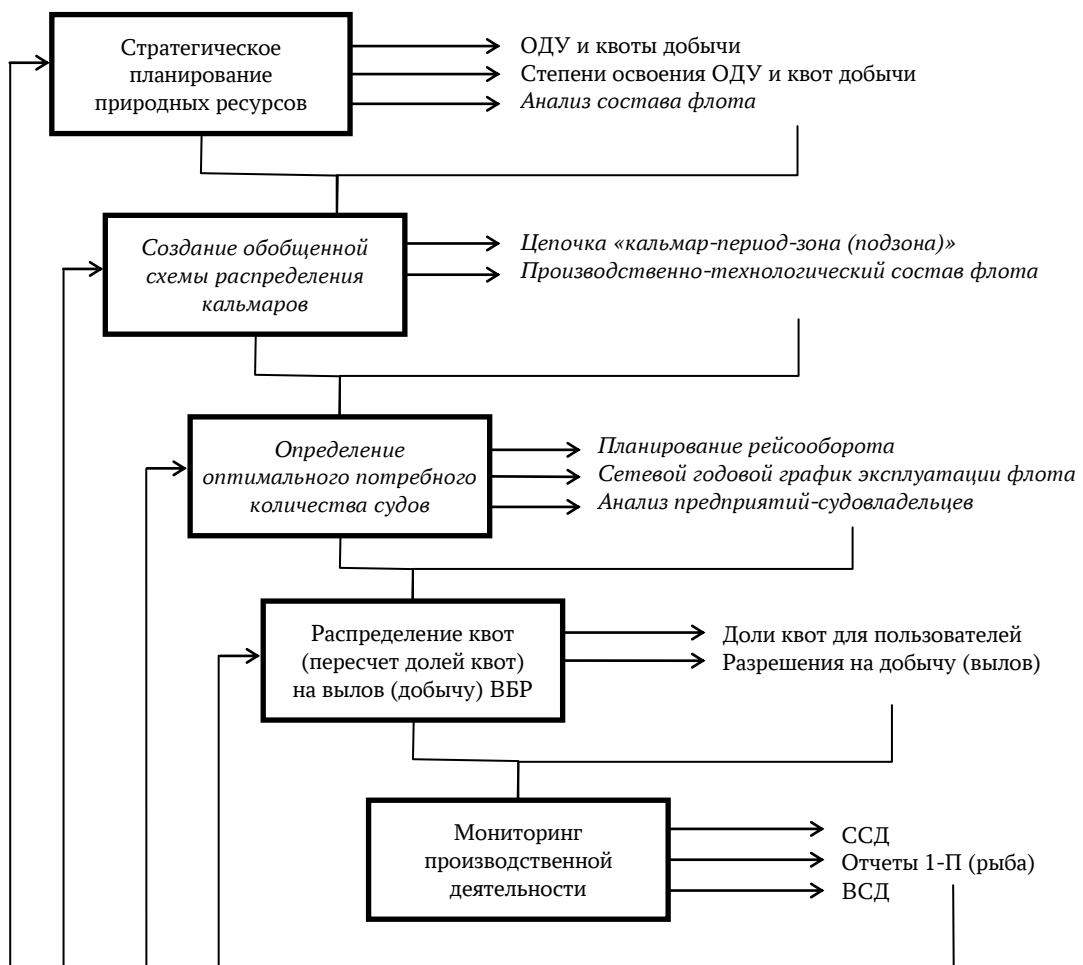


Рис. 2. Модернизированные информационные потоки цифровых услуг в области промышленного рыболовства

В предлагаемой схеме управления рыбодобывающей деятельностью предлагается добавление нескольких элементов.

Первый элемент – это блок анализа состава действующего флота без привязки к предприятиям. Данный блок позволит провести анализ имеющего флота и одновременно сформировать справочник судов, который будет активно использован в информационных процессах организации промысла кальмаров. В действующей системе информационных потоков имеется модуль регистрации судов и судовладельцев, которая может стать основой для формирования требуемой базы данных судов.

Второй элемент – это блок создания обобщенной схемы распределения кальмаров. Для каждой промысловой зоны и/или подзоны, в которых ведется добыча кальмаров [4], формируется период промысловой доступности кальмара по видам, который зависит от особенностей миграций популяций кальмаров [5, 6]. Для добычи кальмаров используются разноглубинный и донный тралы. Из базы данных судов выбираются суда с траловой технологией добычи, и на основе имеющихся данных рассчитывается требуемое количество судов, которые могут быть задействованы на добыче кальмаров, таким образом, формируется производственно-технологический состав добывающего флота для промысла кальмаров.

Третий элемент – это блок определения оптимального потребного количества судов. Этот блок является основным в рассматриваемой схеме. На основании полученного ранее производственно-технологического состава добывающего флота формируются сетевые годовые графики эксплуатации добывающего флота по типам судна. Осуществляется выбор оптимальной формы и схемы организации промысла кальмаров по типам судов для каждой промысловой зоны (подзоны). Оптимизация может также включать в себя анализ структуры добывающего флота по различным критериям, например, по степени физического износа, а также учет вновь вводимых в эксплуатацию судов. С учетом всех описанных мероприятий осуществляется выбор оптимального состава флота по каждой зоне. В качестве критериев оптимизации должны быть использованы два основных критерия: достижение заданной степени освоения ОДУ и квот добычи для кальмаров, минимизация затрат на добычу. После получения оптимального количества добывающих судов, необходимых для освоения кальмаров, осуществляется анализ предприятий-судовладельцев (данные по судовладельцам указаны в базе данных судов), подавших заявки на получение долей квот, и к распределению квот допускаются предприятия, подтвердившие наличие необходимого состава добывающего флота.

Описанные информационные потоки позволят создать специализированную цифровую платформу взаимодействия специалистов разных уровней для повышения качественной и количественной эффективности рыбодобывающей деятельности.

Литература

1. Цифровизация рыболовства идет вперед [Электронный ресурс]. – URL: <https://fishretail.ru/news/tsifrovizatsiya-ribolovstva-idet-vpered-457903> (дата обращения: 21.02.2024)
2. Портал ОСМ [Электронный ресурс]. – URL: <https://cfmc.ru/electronic-services/portal-osm/> (дата обращения: 21.02.2024)
3. Лисиенко С.В. Совершенствование системной организации ведения добычи водных биологических ресурсов (на примере дальневосточного рыбохозяйственного бассейна): Дис. ... д-ра техн. наук. – Владивосток, 2022. – 394 с.
4. Иванко Н.С., Лисиенко С.В. Анализ освоения кальмаров Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2017–2021 гг. // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 23–32.
5. Алексеев Д.О. Пространственно-функциональная структура популяций кальмаров рода *Beryteuthis* в дальневосточных морях России // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 13–48.
6. Алексеев Д.О. Пространственная биология командорского кальмара: Дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2020. – 391 с.

УДК 004.652

Н.С. Пономарев, И.А. Рычка

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: bond.007.mi6.198909@gmail.com*

БАЗА ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РЫБОЛОВСТВА В СВТУ ФАР

Статья содержит описание существующей базы данных подсистемы обработки промысловых отчетов информационной системы организации регулирования рыболовства (ИСОРП) СВТУ ФАР. Представлены функциональные задачи подсистемы, детально рассмотрены сущности и связи, этапы проектирования базы данных, включая инфологическое, даталогическое и физическое моделирование, а также процесс нормализации данных.

Ключевые слова: база данных, промысловые отчеты, проектирование, модели данных, нормализация.

N.S. Ponomarev, I.A. Rychka

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: bond.007.mi6.198909@gmail.com*

FISHERIES MONITORING SYSTEM DATABASE AT THE NORTHEAST TERRITORIAL ADMINISTRATION OF RUSSIAN FEDERAL FISHERIES AGENCY

The article contains a description of the existing database of the subsystem for processing fishing reports of the information system of the organization of fisheries regulation of the Northeast Territorial Administration of Russian Federal Fisheries Agency. The functional tasks of the subsystem are presented, the entities and connections, the stages of database design, including infological, datalogical and physical modeling, as well as the process of data normalization are examined in detail.

Key words: database, field reports, design, data models, normalization.

Процесс автоматизированной обработки промысловых отчетов с последующим пополнением базы данных сведениями, предоставленными в промысловых отчетах, позволяет производить проверку больших объемов данных с последующим ее хранением в базе данных. Стремление к максимизации положительного воздействия поднимает фундаментальный вопрос: как оптимально организовать процесс автоматизации обработки данных?

Центральным элементом любой информационной системы является ее база данных. Эффективная организация данных играет решающую роль в обеспечении успешного функционирования подсистемы обработки промысловых отчетов (далее по тексту будем называть систему по названию основного программного модуля – *InReports*). Процесс анализа предметной области и составление модели данных в целях создания наиболее эффективной базы данных, известен как проектирование, которое включает в себя такие ключевые этапы, как *инфологическое моделирование*, которое предполагает частично формализованное описание объектов предметной области с использованием определенной смысловой модели, *даталогическое моделирование*, которое описывает структуру данных в рамках выбранной модели данных и отображает логические взаимосвязи между элементами данных, независимо от их содержания и физической организации, *физическое проектирование* базы данных, которое включает выбор наиболее эффективного расположения элементов базы данных на внешних носителях.

Этапы проектирования базы данных представляют собой комплексный процесс, который требует тщательного анализа, понимания предметной области и правильного выбора методов моделирования для обеспечения оптимальной функциональности и эффективности информационной системы.

Постановка задачи. InReports является подсистемой информационной системы организации регулирования рыболовства (ИСОРР) и создана для того, чтобы на базе единого информационного ресурса СВТУ ФАР автоматизировать обработку и обеспечить высокий контроль качества промысловых отчетов, представляемых в СВТУ ФАР рыбопромысловыми предприятиями [1].

Следовательно, база данных ИСОПР (рабочее название базы данных, применяемое далее по тексту – SalmonDB) не представляет собой отдельную единицу, а является комплексом таблиц, интегрированных в базу данных ИСОПР и тесно взаимодействующих с другими ее таблицами [2].

SalmonDB – это массивы данных, характеризующие промысловую деятельность рыбопромысловых предприятий Камчатского края, формируемые и хранимые на серверах СВТУ ФАР.

Информация SalmonDB представлена массивами данных (в электронном виде) нескольких видов:

- справочник видов промысла;
- справочник объектов промысла;
- справочник рыбопромысловых участков (РПУ);
- справочник рыбопромышленных предприятий;
- разрешения на промысел;
- промысловые отчеты.

Состав функциональных задач InReports определяется содержанием конкретных функций управления и информационными потребностями специалистами отдела организации рыболовства СВТУ ФАР. К числу этих функций и потребностей относятся:

- автоматизированная обработка промысловых отчетов;
- протоколирование ошибок из поступающих промысловых отчетов;
- формирование выходных форм документов из базы данных:
 - а) документы о промысле лососевых рыб,
 - б) нормативно-правовые документы по вылову лососевых;
- просмотр результатов промысловых отчетов с возможностью комбинированного поиска по различным параметрам, таким как дата отчета, рыбодобывающее предприятие, объект промысла, объем вылова рыбодобывающим предприятием за отчетный период, а также возможностью проведения поиска по каждому из этих параметров в отдельности;
- внесение новых объектов в справочники (в случае их отсутствия) в SalmonDB.

Анализ вышеприведенных функций позволяет выделить ключевые сущности в информационной системе организации регулирования рыболовства, необходимые для обеспечения ее эффективного и корректного функционирования.

Описание сущностей. Для описания объектов предметной области используются *сущности* как некоторые абстракции реальных объектов и процессов, информацию о которых требуется хранить в базе данных.

Сущности SalmonDB подразделяются на уже существующие в ИСОПР сущности и новые, необходимые для решения задачи обработки промысловых отчетов:

1. Сущность «промысловые участки» обозначает место промысла (участок моря или реки) и имеет следующие атрибуты:

- id_gru – идентификационный код РПУ;
- gru – название РПУ;
- size – площадь РПУ;
- boundaries – границы РПУ;
- id_fishing – код вида рыболовства;
- gear – орудия лова;
- id_own – идентификационный код предприятия, ведущего промысел.

2. Сущность «виды рыболовства» обозначает виды рыболовства, действующие на данном РПУ:

- id_fishing – код идентификатора вида рыболовства;
- fishing – краткое описание вида рыболовства;

3. Сущность «объект промысла» обозначает виды промысловых рыб:

- id_fish – код идентификатора промыслового вида биоресурса;
- fish – название объекта промысла.

4. Сущность «предприятие» обозначает данные о предприятии, ведущем промысел:

- id_own – идентификационный код предприятия, ведущего промысел;
- own – наименование предприятия;

5. Сущность «разрешения на промысел» обозначает сведения о разрешениях, выданных предприятию на промысел:

- Nr – номер разрешения на промысел;
- id_rpu – код промыслового участка;
- id_fish – код объекта промысла;
- quota – объем квот, выданных предприятию;
- gear – орудие лова;
- d – срок действия разрешения.

6. Сущность «улов» обозначает входящие данные с промысловых отчетов:

- Nr – номер разрешения на вылов биоресурсов;
- d – отчетная дата подачи промыслового отчета;
- id_fish – код объекта промысла;
- bycatch – является ли добытый биоресурс приловом или нет;
- day_volume – дневной вылов рыбодобывающего предприятия на отчетную дату;
- sum_volume – суммарный вылов рыбодобывающего предприятия на отчетную дату по данному разрешению;

Даталогическая модель. Даталогическая модель представляет собой формализованное описание структуры данных для мониторинга рыболовства СВТУ ФАР. Она базируется на инфологической модели, но уже включает в себя конкретные таблицы, столбцы и связи между ними. В процессе построения даталогической модели учитывались требования предметной области, а также оптимальность и эффективность хранения и обработки данных.

Итак, даталогическая модель – это модель логического уровня, которая представляет собой отображение логической связи между элементами, независимо от их содержания и среды хранения.

Для построения даталогической модели были использованы следующие принципы:

1. Таблица состоит из двух столбцов:

- Ключевое поле,
- Название поля и тип поля.

2. Для обозначения первичного ключа используется аббревиатура РК.

3. Для обозначения внешнего ключа используется аббревиатура FK.

4. У каждой таблицы есть название, записанное над таблицей.

5. Строке с названием поля соответствует столбец с типом данных.

6. Для обозначения связи один-ко-многим и многих-ко-многим используется обозначение 1-N и N-N.

7. Связь между таблицами указана по полям, участвующим в этой связи.

На основе инфологической модели была построена даталогическая модель базы данных (рисунк), которая позволяет реализовать основные функции информационной системы InReports:



Даталогическая модель базы данных

Практически в каждую таблицу были включены поля `id_user` и `timestamp` для контроля коррективов данных таблиц:

- `id_user` – идентификационный код и внешний ключ, по которому можно определить пользователя, изменившего данные;
- `timestamp` – дата и время внесения изменений.

Физическая модель. Для описания наименования таблиц, столбцов, типов данных, определения первичных, внешних ключей для системы была использована физическая модель таблиц SalmonDB (табл. 1).

Таблица 1

Физическая модель таблиц SalmonDB

Наименование таблицы	Наименование поля	Назначение поля	Ключ	Тип данных
gru	id_gru	идентификационный код РПУ	*	MEDIUMINT (6)
-“-	gru	название РПУ		VARCHAR (255)
-“-	size	площадь РПУ		VARCHAR (255)
-“-	boundaries	границы РПУ		text
-“-	id_fishing	код вида рыболовства		SMALLINT (2)
-“-	gear	орудия лова		VARCHAR (255)
-“-	id_own	идентификационный код предприятия, ведущего промысел		SMALLINT (5)
fishing	id_fishing	код идентификатора вида рыболовства	*	SMALLINT (3)
-“-	fishing	краткое описание вида рыболовства		VARCHAR (255)
fish	id_fish	код идентификатора промыслового вида биоресурса	*	SMALLINT (3)
-“-	fish	название объекта промысла		CHAR (50)
own	id_own	идентификационный код предприятия, ведущего промысел	*	SMALLINT (5)
-“-	own	наименование предприятия		VARCHAR (255)
permit	NP	номер разрешения на промысел	*	BIGINT (4)
-“-	id_gru	код промыслового участка	*	SMALLINT (3)
-“-	id_fish	код объекта промысла	*	SMALLINT (3)
-“-	quota	объем квот, выданных предприятию		DOUBLE (12,5)
-“-	gear	орудие лова		TEXT
-“-	d	срок действия разрешения		TEXT
catch	Np	номер разрешения на вылов биоресурсов	*	BIGINT (12)
-“-	d	отчетная дата подачи промыслового отчета	*	DATE
-“-	id_fish	код объекта промысла	*	SMALLINT (3)
-“-	bycatch	является ли добытый биоресурс приловом или нет	*	ENUM ('да','')
-“-	day_volume	дневной вылов рыбодобывающего предприятия на отчетную дату		DOUBLE (20,10)
-“-	sum_volume	суммарный вылов рыбодобывающего предприятия на отчетную дату		DOUBLE (20,10)

Нормализация. SalmonDB является реляционной базой данных. Процесс нормализации реляционной БД обеспечивает устранение нежелательных свойств, и для этого, как правило, достаточно удовлетворения трех нормальным формам из семи. Нормальная форма (*НФ*) определяется как совокупность требований, которым должно удовлетворять таблица БД, что устраняет избыточные функциональные зависимости между полями таблиц. Третья форма включает в себя вторую, вторая в свою очередь включает в себя первую. Изложим их суть:

По требованию 1 НФ (первая нормальная форма) в каждом поле таблицы должно храниться атомарное значение (одно несоставное значение).

По требованию 2 НФ таблица должна иметь первичный ключ.

По требованию 3 НФ все неключевые поля таблицы должны зависеть от полного ключа (в случае если он составной), т. е. все неключевые поля зависят только от первичного ключа, а не от других неключевых полей.

Приведением таблицы к 3 НФ избавляемся от транзитивности, при которой неключевые поля зависят от значений других неключевых полей.

Следовательно, необходимо проверить SalmonDB на соответствие всем трем нормальным формам. Действительно все таблицы:

- 1) имеют атомарные поля;
- 2) имеют первичный ключ, а именно:

- таблица "fish" - id_fish,
- таблица "fishing" - id_fishing,
- таблица "own" - id_own,
- таблица "rpu" - id_rpu,
- таблица "permit" - Np, id_rpu, id_fish,
- таблица "catch" - Np, d, id_fish, bycatch;

3) в случаях если ключ составной, неключевые поля таблиц зависят от полного ключа, а именно (табл. 2):

Таблица 2

Обоснование соответствия таблиц БД третьей нормальной форме (3НФ)

Таблица БД	Обоснование соответствия третьей нормальной форме (3НФ)
permit	Каждое неключевое поле в данной таблице должно относиться только к разрешению на промысел. Объем квот, орудие лова, срок действия разрешения относятся непосредственно к самому разрешению и не зависят друг от друга, следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (Np, id_rpu, id_fish), а не от других неключевых полей.
catch	Каждое неключевое поле в данной таблице должно относиться только к отчету за конкретную дату. Суточный и накопительный вылов относятся только к отчету и могут зависеть друг от друга, но это требование игнорируется, т. к. не всегда сумма суточных уловов равна накопительному улову . Следовательно, все неключевые поля зависят только от первичного ключа (Np, d, id_fish, bycatch), а не от других неключевых полей.

Анализ каждой таблицы базы данных системы SalmonDB подтвердил, что они соответствуют всем требованиям трех нормальных форм, являющихся основополагающими принципами в теории реляционных баз данных, что подтверждает высокий уровень структурированности, эффективности и оптимальности организации данных и является важным аспектом в обеспечении надежности и производительности базы данных.

Анализ функций и сущностей ИСОПР и комплексный подход к проектированию SalmonDB дали возможность разработать базу данных и эффективно организовать процессы обработки и хранения данных, обрабатываемых с промысловых отчетов, подаваемых рыбопромысловыми предприятиями, а также ведения протоколов обработки отчетов с отсечением отчетов, содержащих ошибки. Применение даталогического и физического моделирования позволило создать базу данных, которая оптимизирует процессы хранения и обработки данных, а также обеспечивает высокую производительность и надежность.

Литература

1. О порядке и механизме представления оперативной и статистической отчетности по добыче рыбы и переработке рыбопродукции: Приказ Госкомрыболовства Российской Федерации от 10 октября 1996 года № 185.

2. Мониторинг рыболовства, 2005: Инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам» / Л.А. Кошкарева, Ф.А. Образцов, И.Г. Проценко, В.Ю. Резников, К.В. Статиенко, М.А. Ступникова; под общ. ред. д.т.н. И.Г. Проценко. – Петропавловск-Камчатский: ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга», 2005.

УДК 004.652.4

И.Г. Проценко, Н.С. Пономарев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: bond.007.mi6.198909@gmail.com*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ О ВЫЛОВЕ РЫБОДОБЫВАЮЩИМИ КОМПАНИЯМИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Статья посвящена разработке программного модуля для автоматизированной обработки отчетов о вылове рыбодобывающих компаний Камчатского края в информационной системе организации и регулирования рыболовства (ИСОРР). Дано описание функциональных задач ИСОПР. Приведены схема информационных потоков, описание процесса обработки входной информации и его декомпозиция, результаты функционирования программного модуля.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, промысловая отчетность, декомпозиция процессов обработки данных.

I.G. Protsenko, N.S. Ponomarev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: bond.007.mi6.198909@gmail.com*

AUTOMATION OF DATA COLLECTING AND PROCESSING ABOUT CATCHING BY FISHING COMPANIES OF THE KAMCHATKA REGION

The article is devoted to the development of a software module for automated processing of catch reports of fishing companies in the Kamchatka Territory in the information system for organizing and regulating fisheries (ISORF). A description of the functional tasks of ISORR is given. A diagram of information flows, a description of the process of processing input information and its decomposition, and the results of the functioning of the software module are given.

Key words: industrial fishing, fishing reporting, decomposition of data processing processes.

Необходимость контроля за промысловой деятельностью судов и предприятий является совершенно обоснованной мерой в связи с состоянием сырьевой базы и современными реалиями рыбного бизнеса. Российские власти постоянно совершенствуют организацию охраны водных биологических ресурсов и принимают меры по усилению органов рыбоохраны и вводу в практику контроля результатов функционирования информационных систем. Например, в целях повышения эффективности управления рыболовным флотом в конце прошлого столетия появляется первая система непрерывного наблюдения за деятельностью промысловых судов. Именно тогда был введен сбор ежесуточных промысловых отчетов судов и ежемесячных отчетов предприятий об уловах. Введение промысловой отчетности Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 февраля 1999 г. № 226 «О создании отраслевой системы мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов» [1] и Порядка регистрации пользователей водных биологических ресурсов в Информационной системе «Рыболовство» (ИСР), определенных Приказом Госкомрыболовства РФ от 10 октября 1996 г. № 185 [2], стало отправной точкой информатизации промышленного рыболовства.

ИСР разрабатывалась с использованием современных технологий в области навигационных спутниковых систем, спутниковых систем связи и повсеместного внедрения глобальной сети Интернет для целей наблюдения за местонахождением судов и контроля вылова судами и рыбодобывающими предприятиями. А инструменты формирования, хранения, переработки и обеспе-

чения эффективными способами представления информации стали важным фактором конкурентоспособности и средством повышения эффективности управления всеми сферами общественной жизнедеятельности [3].

Для того чтобы принять своевременное эффективное управленческое решение, необходимо обладать актуальной, достоверной, непротиворечивой информацией, которую легко обрабатывать. Наиболее удобным способом хранения информации является база данных. Использование современных систем управления базами данных позволяет с легкостью обрабатывать данные, хранимые в базе (искать, выбирать, выполнять сортировку данных).

Актуальность данных, хранимых в базе, зависит от частоты ее пополнений и корректировок, а это зачастую очень трудоемкий процесс, особенно в тех случаях, когда база данных состоит из большого числа связанных между собой таблиц. Поэтому необходимо ввести унифицированную систему документации, чтоб информацию из стандартизированных документов можно было вводить в базу данных в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

Рассмотрим один из видов отчетности – оперативные промышленные отчеты рыбопромышленных предприятий, представляемые в Северо-Восточное территориальное управление Федерального управления по рыболовству (СВТУ ФАР) 15-го и последнего числа каждого месяца согласно Инструкции приказа Госкомрыболовства РФ от 10 октября 1996 г. № 185. В требованиях Инструкции отчеты должны представляться в формализованном закодированном виде в текстовых файлах. Однако в отсутствие программного обеспечения у СВТУ ФАР на первом этапе внедрения ИСОПР предприятия стали подавать отчеты в удобной для них и СВТУ ФАР форме, а именно в виде файлов формата Exel (пример приведен на рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Название организации:										
2	ИНН:										
3	Почтовый адрес:										
4	Юридический адрес:										
5	Телефон:										
7	Название отчета: Отчет о добыче (вылове) водных биологических ресурсов					Корректировка					
8	Отчетная дата: 15.02.2024										
9	(Тн)										
	№ разрешения	Код района промысла	Район промысла	Код объекта промысла	Объект промысла	Прилов	Начальная квота (объем) по разрешению	Квота (объем) по разрешению с учетом внесенных изменений	Вылов за отчетный период	Вылов с начала года	Орудия лова
10											
11	412024013638	272	Камчатско-Курильская подзона	400	минтай		700.000	700.000	197.001	606.654	снорревод (неводной)
12	412024013638	274	Западно-Камчатская подзона	400	минтай		800.000	800.000		33.187	
13	412024013638	272	Камчатско-Курильская подзона	403	навага		100.000	100.000	260.233	565.101	
14	412024013638	274	Западно-Камчатская подзона	403	навага		500.000	900.000		13.281	
15	412024013638	272	Камчатско-Курильская подзона	451	камбалы дальневосточные		100.000	100.000	2.222	102.839	
16	412024013638	274	Западно-Камчатская подзона	451	камбалы дальневосточные		300.000	300.000			
17	412024013638	272	Камчатско-Курильская подзона	292	треска		25.000	25.000	0.564	10.377	
18	412024013638	274	Западно-Камчатская подзона	292	треска		25.000	25.000		0.639	
19	412024013638	272	Камчатско-Курильская подзона	457	корюшка азиатская зубастая	да				2.452	
20	412024013638	274	Западно-Камчатская подзона	457	корюшка азиатская зубастая	да				0.488	

Рис. 1. Промысловый отчет в виде xls-файла

Чтобы не ломать сложившуюся систему сбора данных, автоматизированную обработку входной информации было принято решение производить практически на всех форматах, применяемых предприятиями.

На предприятиях промышленные отчеты могут формироваться либо с использованием каких-то программ предприятия, либо непосредственно «вручную» в программе Excel. Затем они передаются по e-mail в СВТУ ФАР и после выгрузки с почтового ящика обрабатываются.

Стоит заметить, что программный модуль должен выполнять все функции, связанные с выполнением SalmonDB. Выходные данные – это дополненные таблицы SalmonDB, протокол обработки файлов, архив обработанных файлов, файлы с ошибками.

За основу построения базы данных отраслевой системы мониторинга взята реляционная модель: БД состоит из набора прямоугольных таблиц, неявно связанных между собой. База данных SalmonDB, с которой будет работать программный модуль обработки рыбопромысловых отчетов, реализована в СУБД MySQL, которая выбрана, так как MySQL:

- некоммерческая СУБД, является решением для малых и средних приложений;
- позволяет работать с большим объемом данных;

- в основе запросов лежит язык SQL, удобный для работы с базой данных;
- отсутствуют проблемы обслуживания СУБД;
- проста для использования.

Таблицы SalmonDB условно сгруппированы в классы (группы таблиц):

- нормативно-справочная информация (НСИ);
- регистрационные и учетные данные (Учет);
- оперативные и статистические отчеты (Отчет);
- Дополнительные таблицы.

Внутри классов таблицы связаны между собой, а в случае группы НСИ можно говорить о межклассовой связи между таблицами.

Рассмотрим процесс «Пополнение записями SalmonDB» более детально, сделав его декомпозицию, которая представлена на рис. 2. Этот процесс происходит по следующему принципу: сначала из файлов, которые находятся во входной директории, необходимо отобрать файлы рыбопромысловых отчетов в формате Excel-файлы с данными для SalmonDB, затем нужно проверить на наличие ошибок в содержании. Данные из файлов, не содержащих ошибок, добавляются в базу данных, процесс обработки файлов протоколируется. Ведется протокол обработки файлов с указанием ошибок, содержащихся в файлах отчетов, файлы, прошедшие проверку программным модулем без ошибок, архивируются и перемещаются в архив.

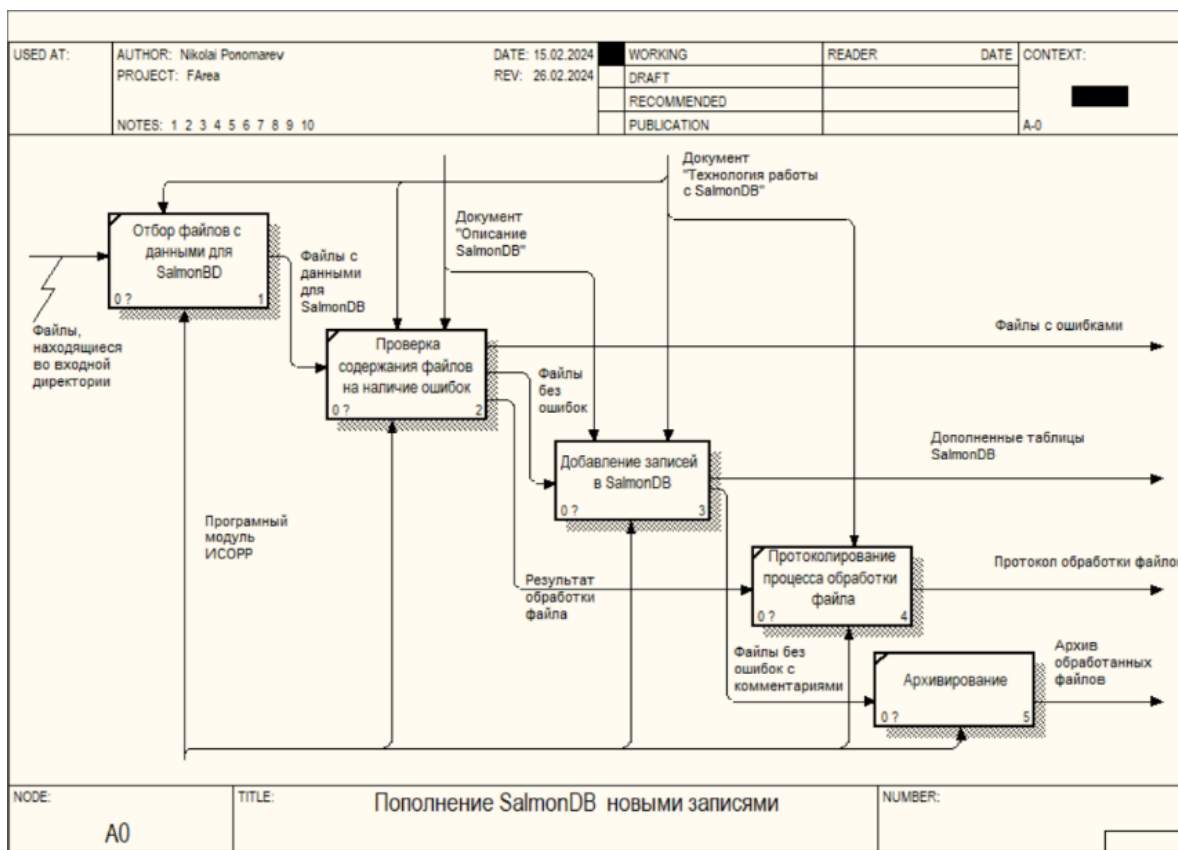


Рис. 2. Диаграмма IDEF0 процесса «Пополнение записями БД SalmonDB» (0-уровень)

В любом случае результат обработки файла должен быть занесен в протокол обработки файла (функция «Протоколирование процесса обработки файлов»). Протоколирование осуществляется в соответствии с документом «Технология работы с SalmonDB». В результате выполнения функции получаем заполненный протокол обработки файлов.

Чтобы представить более подробно процесс добавления данных в БД SalmonDB, удобнее будет разработать схему IDEF3.

Любая IDEF3-диаграмма может содержать работы, связи, перекрестки и объекты ссылок [4]. Схема добавления записей в SalmonDB в нотации IDEF3 представлена на рис. 3.

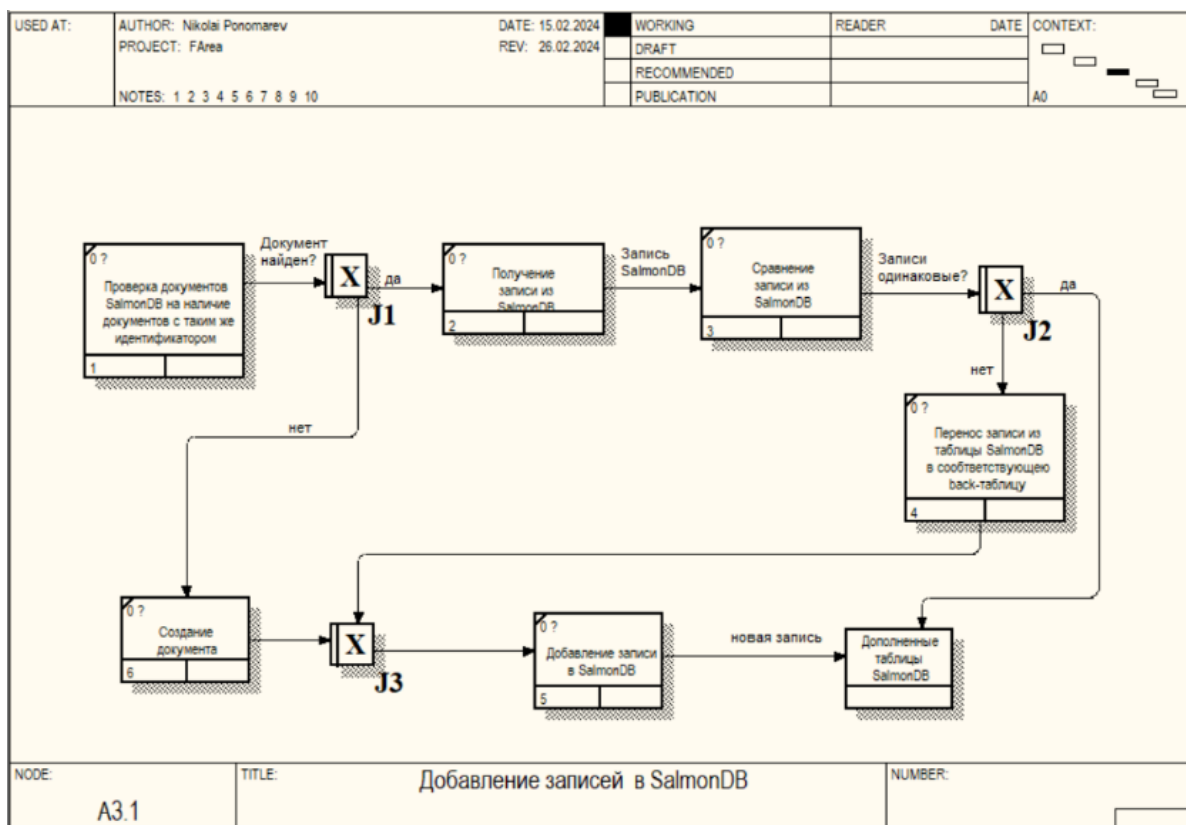


Рис. 3. Диаграмма IDEF3 подпроцесса «Добавление записей в Salmon DB»

Для начала необходимо проверить, есть ли в промышленном отчете данные, совпадающие с данными из SalmonDB. После проверки данных из промышленного отчета и сопоставления данных из SalmonDB происходит обработка промышленного отчета, с добавлением ошибок, содержащихся в промышленном отчете, в специальный раздел «log» SalmonDB, где ведутся записи обработки промышленных отчетов.

В связи с необходимостью реализации функций компонентов ИСОПР необходимо, чтобы информация в SalmonDB постоянно обновлялась за счет добавления новых записей в таблицы базы данных либо корректировки уже существующих записей.

Для реализации программного модуля обработки рыбопромышленных отчетов выбрана веб-разработка, так как:

- 1) позволяет производить работу с программным модулем в большинстве ОС, представленных на рынке;
- 2) для работы программного модуля требуется только веб-браузер и программа обработки таблиц с сохранением таблицы в файл формата Excel;
- 3) веб-приложение позволяет максимально легко вести администрирование системы: подключать новых пользователей, удалять старых пользователей, назначать права каждому конкретному пользователю.

Запуск программного модуля в веб-браузере позволяет решить ряд проблем, а именно:

1. Не требуется установочный диск или копия программы для установки программного модуля на компьютер, это позволяет запустить программу на персональном компьютере практически с любой ОС, просто подключившись к программе через адрес в сети Интернет по логин-пароллю.
2. Все обновления программы устанавливаются непосредственно на веб-сервере, и конечный пользователь всегда будет подключаться к актуальной версии программного модуля.
3. На серверах многие компоненты дублируются и подразумевают возможность горячей замены вышедших из строя компонентов сервера. Также у критически важных систем подразумевается наличие дублирующих серверов для своевременного переключения системы на дублирующий сервер в случае выхода из строя основного сервера.

4. Размещение программного модуля на сервере позволяет делать легкую миграцию программы с одного сервера на другой, если потребуется заменить сервер на более мощный в случае большего числа организаций, работающих с программным модулем.

Входной информацией для программного модуля будут данные, полученные из таблицы файла Excel, поданной руководителями рыбодобывающих бригад и находящейся в директории с входными файлами и имеющими расширение «.xls» или «.xlsx» (см. рис. 1).

Процесс пополнения SalmonDB новыми записями можно разбить на шесть стадий: подключение к SalmonDB, чтение параметров работы модуля, чтение таблиц SalmonDB, обработка входных файлов, архивирование файлов, обработанных без ошибок, отключение от SalmonDB.

Иницирует выполнение процесса пополнения SalmonDB новыми записями пользователь.

Первым шагом является чтение справочников и таблиц SalmonDB. Чтение таблиц осуществляет модуль Reports. Обработка содержания файла включает в себя считывание построчно данных в отчете, таких как название организации, ИНН, дата подачи отчета, суточный и суммарный вылов рыбопродуктов и т. д. Далее из обработанного файла программный модуль преобразует данные из отчета в массив. Модулем sRep происходит обработка массива и сравнивается с данными, уже содержащимися в SalmonDB. После проверки и сравнения данных в массиве с данными в SalmonDB происходит пополнение базы данных новыми записями. Файлы отчетов, не содержащих ошибок, перемещаются в директорию выходных файлов «Out», в файл отчета записывается комментарий, что отчет обработан без ошибок, а данные с отчета записываются в таблицу catch SalmonDB (рис. 4).

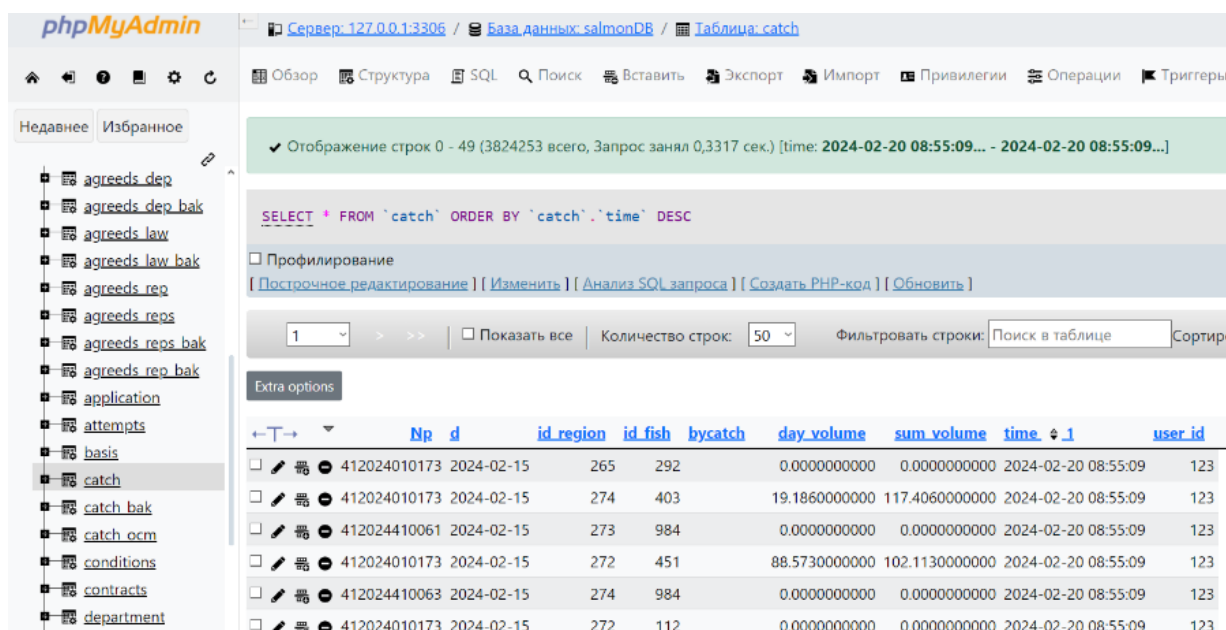


Рис. 4. Пополнение базы данных сведениями из промыслового отчета

Файлы отчетов, содержащих ошибки, обрабатываются аналогично файлам без ошибок, но данные из такого отчета не заносятся в БД, а массив данных возвращается в модуль Reports, который добавляет в файл отчета комментарии с указанием ошибок в промысловом отчете и перемещает файл промыслового отчета в директорию файлов, обработанных с ошибками «Err» (рис. 5).

В результате функционирования программного модуля пополняются таблицы SalmonDB, а также происходит обработка файлов Excel из входной директории, с последующим перемещением обработанных файлов в одну из двух категорий: Err – для файлов, содержащих ошибки в отчете, или Out – для файлов без ошибок, информация из которых будет добавлена в SalmonDB.

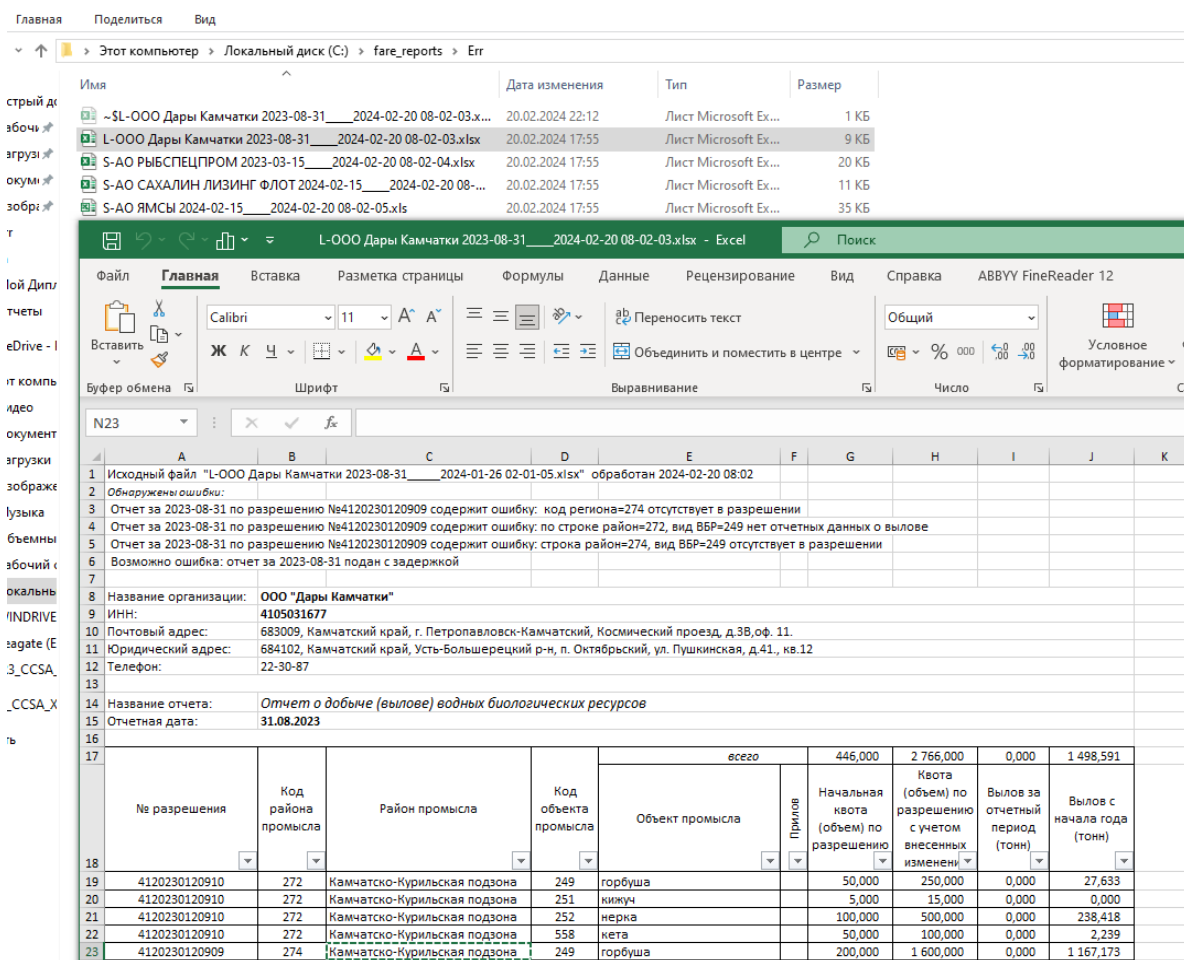


Рис. 5. Отчет, в процессе обработки которого были обнаружены ошибки

Таким образом, в результате разработки и внедрения программного модуля обработки промысловых отчетов удалось автоматизировать ввод и корректировку информации в SalmonDB, что привело к существенному упрощению обработки входных документов и технологии пополнения базы данных при сохранении качества данных в SalmonDB.

Дополнительным свойством программного модуля является наличие в нем гибкой настройки, которая позволяет использовать его не только для SalmonDB, но и для других информационных систем, которые характеризуются наличием большого числа входных документов и источников входных данных.

Литература

1. О создании отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов: Постановление Правительства Российской Федерации от 26 февраля 1999 года № 226.

2. О порядке и механизме представления оперативной и статистической отчетности по добыче рыбы и переработке рыбопродукции: Приказ Госкомрыболовства Российской Федерации от 10 октября 1996 года № 185.

3. Мониторинг рыболовства, 2005: Инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам / Л.А. Кошкарева, Ф.А. Образцов, И.Г. Проценко, В.Ю. Резников, К.В. Статиенко, М.А. Ступникова; под общ. ред. д.т.н. И.Г. Проценко. – Петропавловск-Камчатский: ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга», 2005.

4. Черемных С.В. Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2003.

УДК 621.311.6

Д.П. Ястребов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ЛАБОРАТОРНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ТЕХНИКИ НА СУДАХ

Обычной задачей лабораторного блока питания является постоянное питание корабельных устройств необходимой мощностью. Качественная работа лабораторного блока не только выполняет нормальную работоспособность, но и показывает параметры надежности и безопасности для кораблей в целом. Уровень ответственности корабельного блока питания требует большой надежности радиоэлементов управления. При этом важную роль в обеспечении качественной эксплуатации блока питания и надежности его работы играют навыки радиоспециалистов с соответствующим уровнем их высококлассной подготовки. В результате испытаний были оценены отклонения от нормального режима работы, проведены проверки и определены фактические рабочие установки и их соответствие токовым характеристикам. Проведены тесты, которые заключались в многократном выполнении цикла «изменения напряжения» с последующей проверкой изменения параметров нагрузки. Представленные в статье результаты позволяют сделать вывод о возможности дальнейшего внедрения устройства.

Ключевые слова: лабораторный блок питания, ремонт техники на судах, надежность аппаратной части, тестер.

D.P. Yasterbov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PERFORMANCE OF THE DEVELOPED LABORATORY POWER SUPPLY FOR REPAIR OF EQUIPMENT ON SHIPS

A typical task of a laboratory power supply is to constantly supply the ship's devices with the required power. The high-quality work of the laboratory unit not only ensures normal performance, but also indicates the reliability and safety parameters for ships as a whole. The level of responsibility of the ship's power supply requires high reliability of radio control elements. At the same time, the skills of radio specialists with the appropriate level of their high-quality training play an important role in ensuring high-quality operation of the power supply and the reliability of its operation. As a result of the tests, deviations from normal operation were assessed, checks were carried out and actual operating settings and their compliance with current characteristics were determined. Tests were carried out, which consisted of repeated execution of the "voltage change" cycle, followed by checking changes in load parameters. The results presented in the article allow us to draw a conclusion about the possibility of further implementation of the device.

Key words: laboratory power supply, operation of technical equipment, marine specialists, professional re-training.

Предотвращение аварийных ситуаций на судах, возникающих в процессе эксплуатации по вине экипажа, является актуальной задачей. Был разработан и создан универсальный лабораторный блок питания как для использования в морских условиях для диагностики и ремонта радиоаппаратуры, так и в лабораторных условиях для качественной подготовки радиоспециалистов [1]. Разработка и внедрение мощного универсального блока питания для широкого спектра устройств в различных условиях эксплуатации повлияет на снижение числа аварийных ситуаций на

судах, связанных с выходом радиооборудования из строя, а также повысит безопасность мореплавания [2, 3]. Для дальнейшего внедрения разработки необходимо провести экспериментальные исследования в виде тестов в различных условиях работы.

Цель статьи – получить и оценить результаты исследования работоспособности аппаратной части и режимов работы разработанного ЛБП, предназначенного для ремонта техники на судне.

Основным средством измерения, используемым при выполнении работы при оценке надежности аппаратной части устройства, является DT24W-400A Тестер напряжения и тока, мощности и температуры (рис. 1).

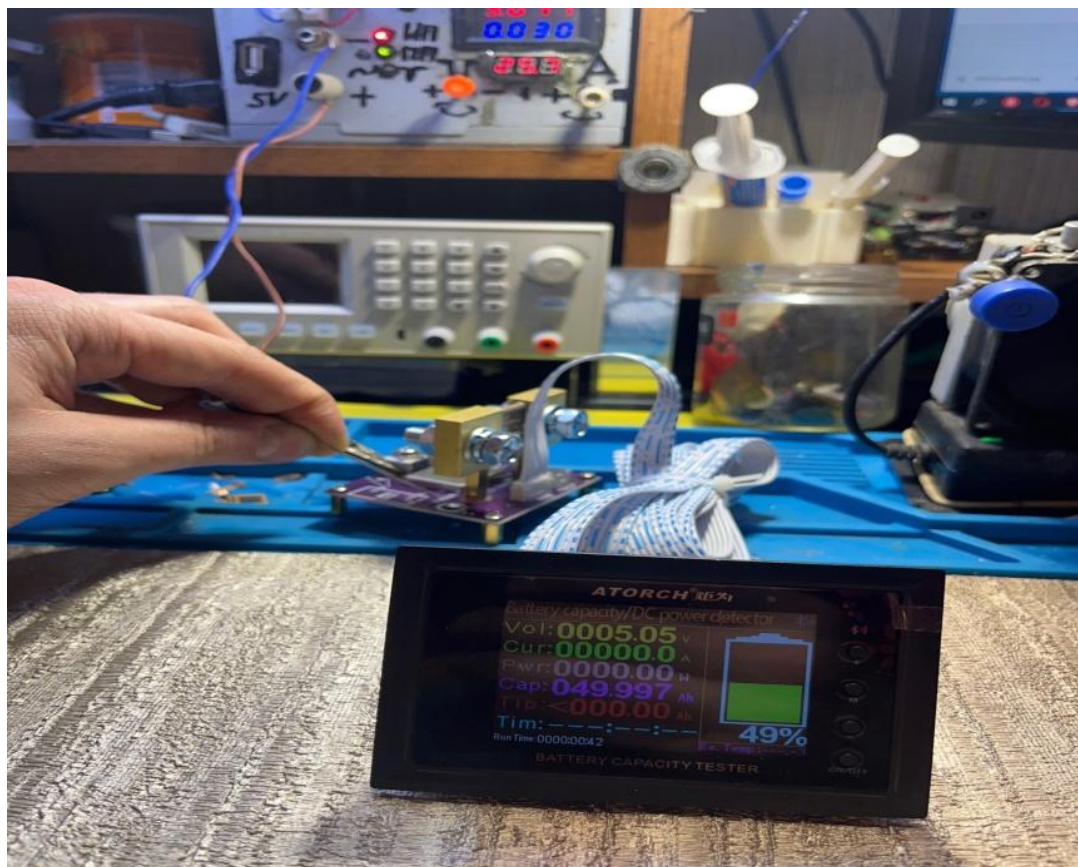


Рис. 1. DT24W-400A Тестер напряжения и тока, мощности и температуры

Технические характеристики прибора – функциональное устройство, позволяющее осуществлять измерение (фиксацию) разных электротехнических характеристик исследуемого объекта – DT24W-400A Тестер напряжения и тока, мощности. Прибор осуществляет работу в своей ПО на основе анализа качественных характеристик, показателей измеряемых напряжений. Данный прибор осуществляет автоматизированный анализ больших массивов данных, а также быстрый и удобный поиск с помощью ПО устройства.

DT24W-400A Тестер напряжения и тока позволяет выполнять в реальном времени измерений как постоянный, так и переменный ток или напряжения узлов, также производит вычисления мощности и емкости в реальном времени любых электрических показателей, таких как обмер входных напряжений, фиксация разбаланса напряжений, распознавание бросков входного тока. Прибор способен фиксировать различные коэффициенты, устанавливать последовательности чередования параметров, коэффициентов несимметрии по нулевой и обратной последовательностям (NEG%, ZERO%), детектировать, фиксировать и анализировать импульсы напряжения и тока. Отображение векторных диаграмм общих углов между напряжениями и токами, графиков гистограмм гармонического анализа углов между I и U, векторных диаграмм в реальном временном промежутке любой формы входного сигнала.

Диапазон измерений ТНТ 1 000 В, 10–1 000 А (токовая петля до 300 А или до 3 000 А) при $K_{\text{трансформации}}$, составляющем 1 В. В конструкции предусмотрена защита от перегрузки 5 В на вхо-

де. При этом погрешности результатов обмеров составляют около 0,7–0,05% шкалы. Максимально разрешение 1 В. Погрешность измерения для медленных импульсов: 2% при 60 В, а для быстрых 10% при 100 В, при этом длительность силы тока (I_N, I₁, I₂, I₃) быстрых импульсов от 5 до 160 м/с, а для медленных от 78 до 2,5 м/с. Погрешность измерения ±1% при 6 ед. счета при коэффициенте мощности (COS φ более 0,5). Размер продукта:

Размер панели – длина 85,7 мм × ширина 63 мм;

Размер установки панели – длина 75,8 мм × ширина 52,6 мм;

Размер внешней шунтирующей доски – длина 56 мм × ширина 50 мм.

Устройство питается от напряжения номиналом 3,7 В (Li-ION внутреннего источника питания или внешнего от 100 до 240 В с частотой от 50 до 60 Гц при помощи адаптера AC/DC, которое входит в комплект). Данный прибор может фиксировать одновременно большой массив данных, который определяется от количества требуемых параметров и внутреннего/внешнего объема (в стандартном режиме это 31 параметр).

Особенности:

– Тестер емкости аккумулятора/источника питания постоянного тока: подходит для различных адаптеров питания, батарей, нагрузок постоянного тока, банков питания и т. д., для тестирования напряжения, тока, мощности, электричества, температуры, сопротивления, цена за единицу электроснабжения и кумулятивный сбор за электроэнергию, CO₂, и другие параметры и операции.

– Совместимость с тремя основными онлайн-приложениями. Поддержка беспроводного онлайн-приложения Android, Apple, PC Bluetooth.

После изучения характеристик анализатора качества электроэнергии были осуществлены испытания работоспособности аппаратов защиты при различных способах их эксплуатации (рис. 2).

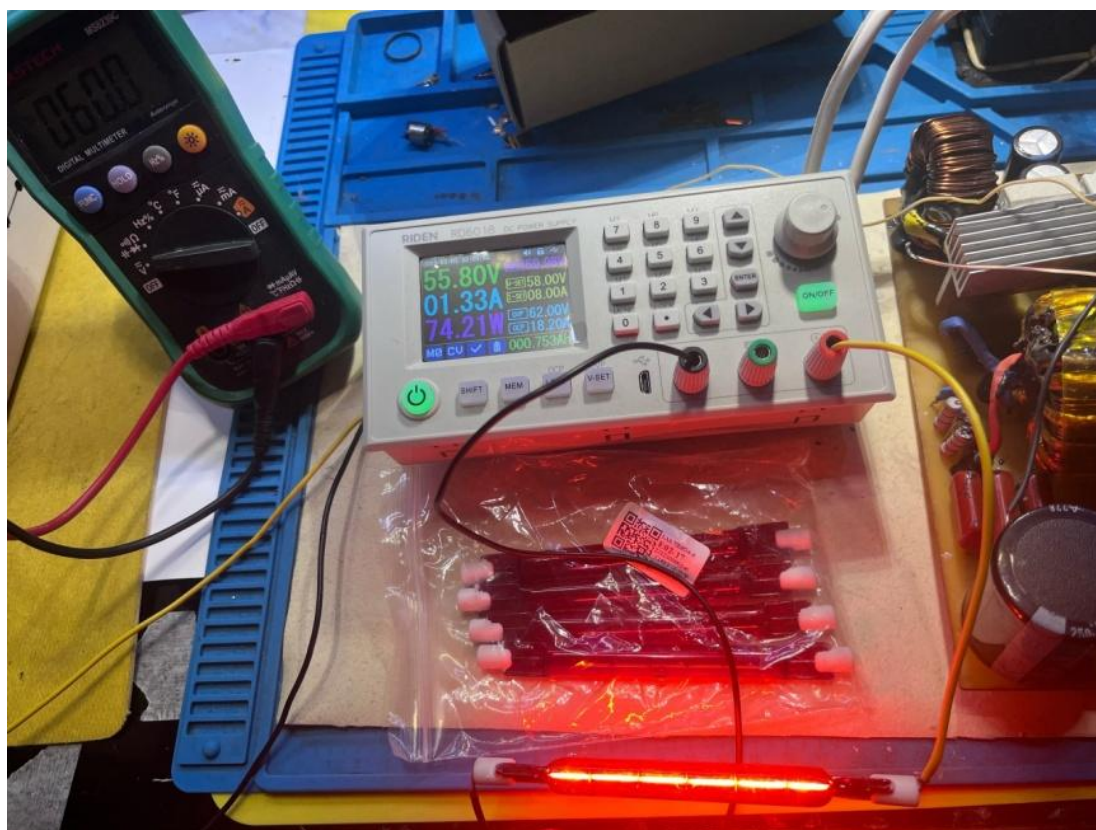


Рис. 2. Испытания понижающего преобразователя

Сами испытания проходили в домашних бытовых условиях на лабораторном оборудованном месте. Испытания каждого образца проходили в течение 10 часов непрерывных тестов с фиксацией данных через каждые 30 минут. Испытания проходили в несколько циклов, один цикл длился двое суток. Результаты испытаний показаны на рис. 3.

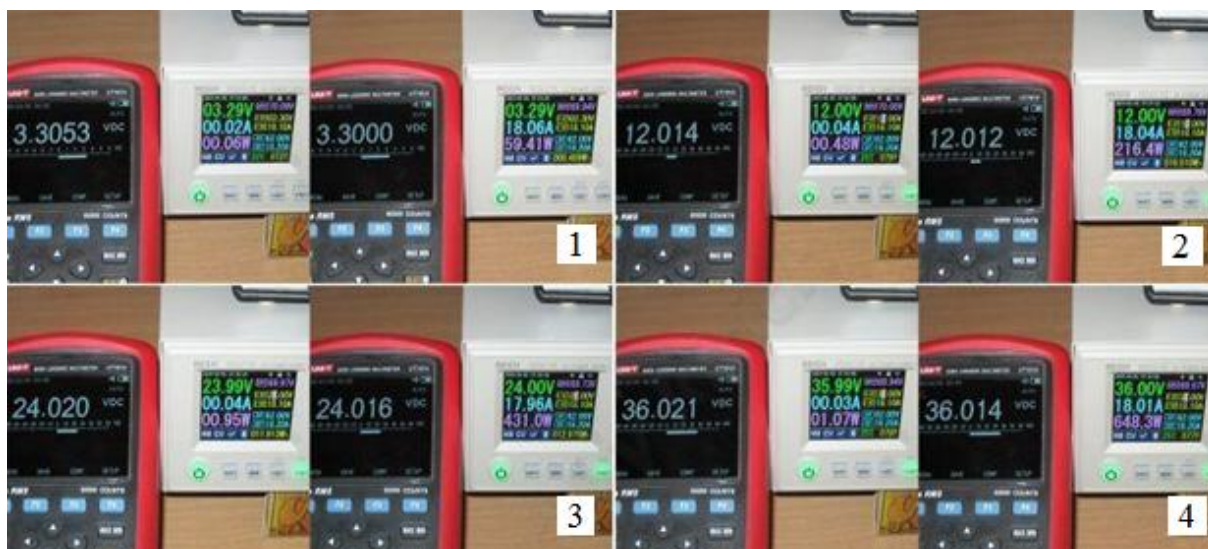


Рис. 3. Результаты испытаний образцов аппаратной части ТСЭ:
1 – испытания на напряжении 3 В; 2 – испытания на напряжении 12 В;
3 – испытания на напряжении 24 В; 4 – испытания на напряжении 36 В

Рассмотрим полученные результаты (рис. 3) на примере отображенных параметров аппаратной части преобразователя, в роли которого выступили цифровые приборы: частотомер, вольтметр и амперметр. Отклонения от нормального режима работы испытываемых объектов составили не более 3–7%. В ходе испытаний получены результаты, которые соответствуют требованиям основных стандартов.

Провели эксплуатационные испытания блока преобразователя, проводимые на основе нескольких опытных измерений:

- проверка параметров выключения преобразователя;
- способность коммутации входного узла;
- проверка на устойчивость к большим токам.

Замер параметров выключения, результатом следующего действия измерения является нахождение правильной работы элементов и их соответствие во времени токовым параметрам, заявленным в техническом формуляре устройства.

Проверяемыми параметрами в этом методе выходят:

- заданный рабочий ток;
- время выключения;
- ток и время быстрого срабатывания.

Согласно методике, данный метод проверки будет выполняться проверкой работоспособности систем защиты при увеличении температуры в настоящей среде. Но в техническую реализацию измерений до 260 В в данном измерении, как следствие, входит только при возникновении определенных производственных условий. Проверка состоит в многократном выполнении цикла «изменение напряжения» с последующей проверкой изменения выходной нагрузки. Устойчивость к токам короткого замыкания – существующее измерение настоящих показателей для возникновения ремонтпригодности устройства после прохождения через его узлы токов повышенного уровня [4]. Испытание считается пройденным, если узлы данного устройства остались полностью работоспособными и обычное состояние контактов осталось в нормальном состоянии, что было получено в результате испытаний [5].

В результате испытаний были оценены отклонения от нормального режима работы, проведены проверки и определены фактические рабочие установки и их соответствие токовым характеристикам. Проведены тесты, которые заключались в многократном выполнении цикла «изменения напряжения» с последующей проверкой изменения параметров нагрузки. Устойчивость к параметрам короткого замыкания – данный этап электроизмерительных испытаний предназначался для наглядной работы устройства после пропускания через его контакты мощности короткого замыкания. Измерения прошли успешно, и были получены хорошие результаты, т. к. вы-

ходные контакты сохранили свою работоспособность, и стандартное сопротивление контактов осталось в пределах нормы, поэтому можно перейти к следующему этапу, а именно внедрения разработанного универсального ЛБП.

Литература

1. Семенов А.Ю., Ястребов Д.П., Швецов В.А. Разработка импульсного лабораторного источника питания с дополнительными узлами управления для ремонта техники на рыбопромысловых судах и кораблях // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-техн. конф. (25–26 ноября 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 20–23.
2. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты / Международная морская организация. – Лондон: ИМО, 2013. – 413 с
3. К вопросу совершенствования судоремонта и технического обслуживания морских судов Камчатского края / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.О. Рогожников, Ю.В. Крутько // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 109–111.
4. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока: Практическое пособие для инженеров. –М.: ДМК-Пресс, 2010.– 224 с.
5. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник КамчатГТУ. – 2014. – № 30. – С. 11–16.

Секция 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

УДК 621.182.08

А.С. Гладких

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: alinagolden01@mail.ru*

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА В СИСТЕМУ КОНТРОЛЯ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ КОРПУСОВ СУДОВ

Процессы коррозии на морском флоте являются одной из глобальных проблем, решение которой непосредственно влияет на эксплуатационные характеристики судов. Коррозионные повреждения снижают эксплуатационную прочность корпуса судна, а следовательно, напрямую влияют на безопасность мореплавания и экологическую безопасность. Кроме того, устранение коррозионных повреждений и восстановление эксплуатационных характеристик корпуса связано со значительными материальными и финансовыми потерями, что снижает эффективность эксплуатации флота. Существующие способы защиты судов от коррозии требуют постоянного контроля их работоспособности. Внедрение в систему контроля коррозионной защиты автоматизированного мониторинга существенно повысит ее эффективность.

Ключевые слова: протекторная защита судов, коррозия судов, методы измерения.

A.S. Gladkikh

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: alinagolden01@mail.ru*

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED MONITORING ELEMENTS INTO THE CONTROL SYSTEM FOR SHIP HULL PROTECTION

Corrosion processes in the maritime fleet are one of the global problems, the solution of which directly affects the operational characteristics of ships. Corrosion damage reduces the operational strength of the ship hull, and, consequently, directly affects the safety of navigation and environmental safety. In addition, eliminating corrosion damage and restoring the operational characteristics of the hull is associated with significant material and financial losses, which reduces the efficiency of fleet operation. Existing methods of protecting ships from corrosion require constant monitoring of their performance. The introduction of automated monitoring into the corrosion protection control system will significantly increase its efficiency.

Key words: protective protection of ships, corrosion of ships, measurement methods.

Территория современной России включает в себя 32,3% водной поверхности, и это занимает почти 6,5 млн квадратных километров. Это обстоятельство способствует динамичному развитию соответствующей транспортной инфраструктуры в целом и отдельных объектов водного транспорта.

В России 67 действующих морских портов, которые внесены в реестр. Они входят в пять морских бассейнов и расположены на территории 12 морей и трех океанов.

Один из таких портов находится на территории Камчатского края. Этот порт является самым большим и единственным в крае, также он является военно-морской базой, крупным

международным транспортным узлом и базой для перерабатывающего и рыбодобывающего флота. Площадь территории составляет около 137 га, а площадь портовой акватории около 1,79 тыс. квадратных километров. Так как порт является неотъемлемой частью Камчатского края, то остро стоит проблема коррозии судов. Ведь никому не хочется тратить миллиарды на восстановление судов.

Перед нами встала задача разработать устройство, которое могло бы измерять протекторную защиту коррозии судов. Изначально протекторная защита коррозии судов измерялась вручную. Для данного измерения необходимы были мультиметр, протектор и электрод сравнения.

На рис. 1 представлена структурная схема протекторной защиты коррозии судов. На данной схеме изображены мультиметр, измерительный прибор, к которому подключены 1) протектор и 2) электрод сравнения. Данная схема используется для ручного метода измерения протекторной защиты корпуса судна.

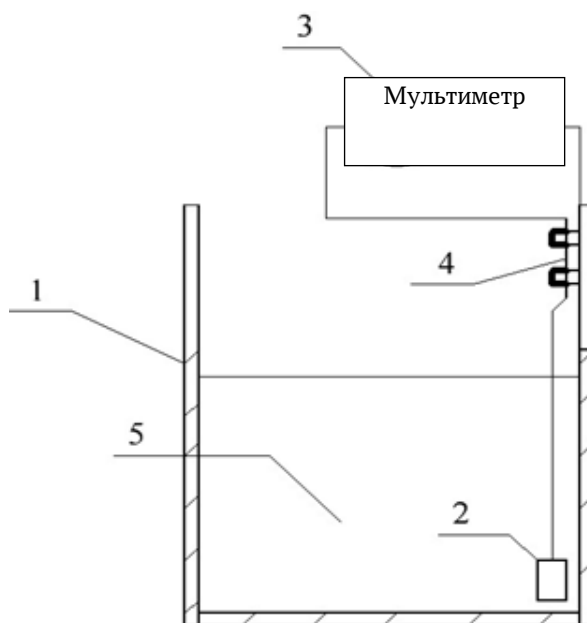


Рис. 1. Схема соединения элементов ручного метода измерений: 1 – резервуар с морской водой; 2 – электрод сравнения; 3 – мультиметр; 4 – коммутационная аппаратура; 5 – морская вода

По данному методу измерений можно сделать следующие выводы:

1. Метод ручных измерений небезопасен для специалистов, которые проводят измерения.
2. Энергозатратен, так как измерения проводятся длительное время. На малом судне установлены шесть точек контроля протекторной защиты, по три с каждого борта. Соответственно, каждую точку приходится мерить по отдельности, следовательно, затрачивается много времени.
3. Возможен допуск ошибок и погрешностей. Нельзя исключать человеческий фактор: например, специалист сделал ошибку в измерениях, соответственно, эти измерения уже будут неверными, далее построения графиков также будут неверными, соответственно, и выводы по протекторной защите корпуса судна также будут неверными и не будут нести никакой важной информации.

После анализа ручного метода измерения протекторной защиты коррозии судов у нас появился вопрос, как можно упростить работу и исключить человеческий фактор. Ответ на вопрос оказался очень простым и очевидным. Необходимо автоматизировать проводимые измерения.

Для автоматизации измерений был разработан морской автоматизированный регистратор интенсивности коррозионных процессов. На рис. 2 представлен переносной автоматизированный регистратор мониторинга технического состояния судовых корпусных конструкций.

Главной целью данного проекта является автоматизация мониторинга технического состояния судовых корпусных конструкций антикоррозионной защиты с помощью разрабатываемой системы. Автоматизированная система позволит фиксировать данные за любой период измерений и любой промежуток времени, выставленный пользователем, который необходим.

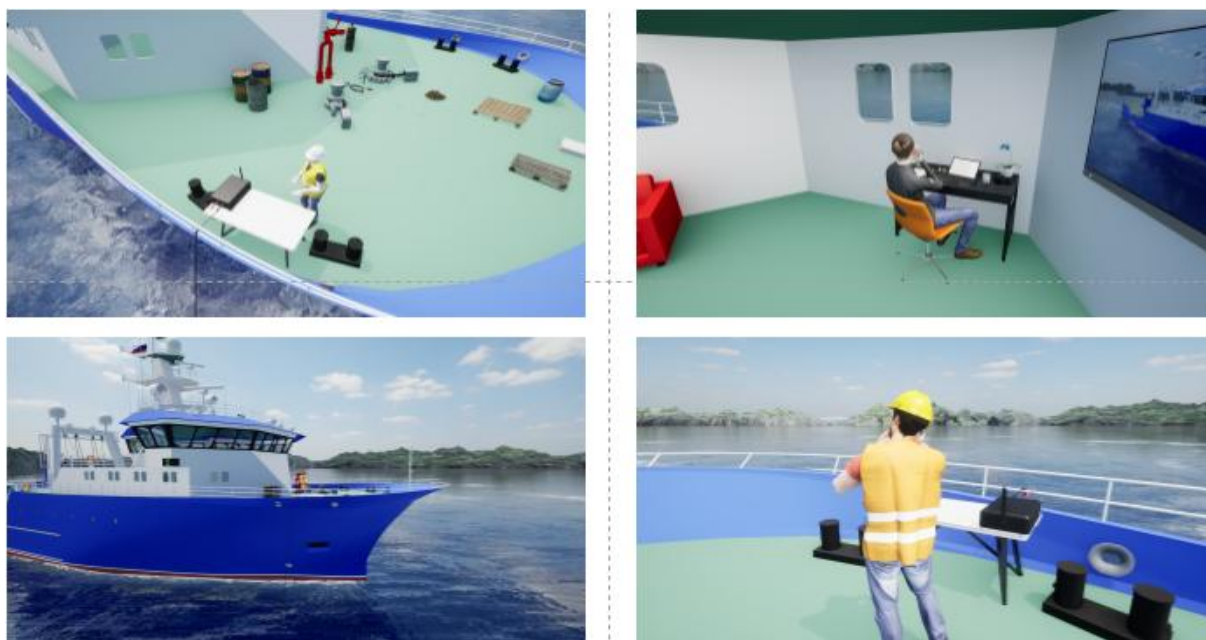


Рис. 2. Переносной автоматизированный регистратор мониторинга технического состояния судовых корпусных конструкций

Извлечение информации с автоматизированного устройства мониторинга можно осуществлять несколькими способами с помощью:

- внешней, flash памяти устройства;
- карты microsd;
- USB-накопителя.

В разрабатываемом устройстве есть такая функция, как возможность дистанционного просмотра данных через сеть Wi-Fi с помощью смартфона или персонального компьютера.

Тестирование мы проводили в лабораторных условиях. На рис. 3 представлена схема соединения элементов автоматизированной измерительной системы.

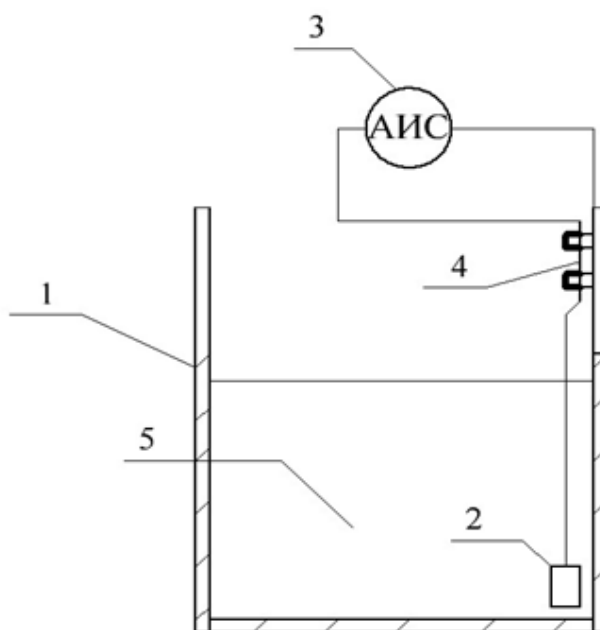


Рис. 3. Схема соединения элементов автоматизированной измерительной системы:
1 – резервуар с морской водой; 2 – электрод сравнения; 3 – АИС;
4 – коммутационная аппаратура; 5 – морская вода

На первый взгляд схема соединения элементов автоматизированной измерительной системы и схема соединения элементов ручного метода измерений одинаковы. Отличие лишь в том, что подсоединены разные приборы измерений. Для данного метода проверки автоматизированной измерительной системы использовали резервуар с морской водой, в которой были размещены электрод сравнения, коммутационная аппаратура, которая эмитирует корпус судна с протектором и АИС (автоматизированная измерительная система). Элементы, отмеченные цифрами 2 и 4 (рис. 3), подключены к автоматизированной измерительной системы.

Проверка автоматизированной измерительной системы прошла успешно и показала себя в работе отлично.

В заключение можно подвести итог, что автоматизированная измерительная система надежнее ручного метода измерений. С помощью данного устройства были достигнуты точность и достоверность результатов контроля коррозионной защиты, а также значительно уменьшилась трудоемкость измерений.

Литература

1. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин: Монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 109 с.

2. О выборе электродов для контроля систем протекторной защиты стальных судов и кораблей / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – Астрахань, 2019. – Вып. 4. – С. 39-45.

3. Разработка автоматизированной системы контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов / О.А. Белов, Д.П. Ястребов, А.О. Рогожников, В.А. Швецов, С.А. Зайцев, Б.В. Тарабанов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 82–85.

4. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 29.04.2023).

УДК 621.56

В.А. Иодис, Д.А. Шмелев, С.И. Волосян

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: iodisva@mail.ru*

АВТОНОМНЫЙ МОРОЗИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

В статье обсуждаются вопросы проектирования автономного морозильного комплекса для производства замороженной икры лососевых пород рыб. Замораживание и хранение осуществляется при использовании холодильного потенциала жидкого и газообразного азота. Комплекс планируется разместить на базе полуприцепов-контейнеровозов в трех 40-футовых контейнерах. Два контейнера изотермические, один рефрижераторный. Это даст возможность быстро принимать сырец у мест добычи лососевых пород рыб и перерабатывать. Проточная азотная система снабжена автономной установкой для получения жидкого азота марки «StirLIN-1 Economy». Как показывают расчеты, суточный выпуск замороженной икры автономным комплексом может составлять ≈ 130 кг/сут, ≈ 3500 кг/мес, 11 тонн за период добычи. По сумме капитальных затрат на необходимое оборудование, эксплуатационных затрат на производство, а также рыночной стоимости 1 кг красной икры срок окупаемости приблизительно составляет 2,67 года. Разработанный комплекс позволит создать непрерывную технологическую цепь переработки икры, сократить вдвое время технологического процесса переработки, повысить качество готового продукта.

Ключевые слова: проектирование, автономный морозильный комплекс, жидкий и газообразный азот, икра лососевых пород рыб.

V.A. Iodis, D.A. Shmelev, S.I. Volosyan

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: iodisva@mail.ru*

AUTONOMOUS FREEZING COMPLEX

The article discusses the design of an autonomous freezing complex for the production of frozen salmon caviar. Freezing and storage are carried out using the refrigerating potential of liquid and gaseous nitrogen. The complex is planned to be located on the basis of container semi-trailers, in three 40-foot containers. Two containers are isothermal, one is refrigerated. This will make it possible to quickly receive raw materials from salmon production sites and process them. The flow-through nitrogen system is equipped with an autonomous installation for producing liquid nitrogen of the "StirLIN-1 Economy" brand. As calculations show, the daily production of frozen caviar by an autonomous complex can be ≈ 130 kg/day, ≈ 3500 kg/month, 11 tons during the production period. Based on the sum of capital costs for the necessary equipment, operating costs for production, as well as the market value of 1 kg of red caviar, the payback period is approximately 2.67 years. The developed complex will make it possible to create a continuous technological chain of caviar processing, reduce the processing time by half, and improve the quality of the finished product.

Key words: design, autonomous freezing complex, liquid and gaseous nitrogen, salmon caviar.

Низкотемпературная обработка является одной из основных частей технологических процессов переработки продуктов. Особое внимание уделяется деликатесным продуктам. Для них разрабатываются индивидуальные технологические процессы. Благодаря своему составу икра лососевых пород рыб относится к деликатесным продуктам. Российский рынок деликатесных морепродуктов находится в стадии непрерывного роста.

Как показывают исследования [1], традиционные технологии переработки икры, посол/замораживание имеют недостатки, они не обеспечивают качества продукта. К недостаткам можно отнести внесение консервантов при посоле, большие потери по массе при дефростации,

изменение цвета продукта. В КамчатГТУ была разработана и апробирована технология [2], позволяющая в наибольшей степени сохранить качество красной икры. Использование жидкого азота для низкотемпературной обработке позволяет значительно снизить продолжительность процесса, сохранить качество продукта, уменьшить потери от усушки продукта [1, 2].

Однако вследствие удаленности в большинстве случаев недоступности мест добычи красной икры возникает необходимость в разработке автономного морозильного комплекса для переработки и доставки икры лососевых пород рыб потребителю [3–5].

Автономный морозильный комплекс (рисунок) планируется разместить в трех 40-футовых контейнерах на базе полуприцепов-контейнеровозов, таких производителей как «Уралавтоприцеп», «Kögel Trailer GmbH & Co.KG», «Wielton S. A.».

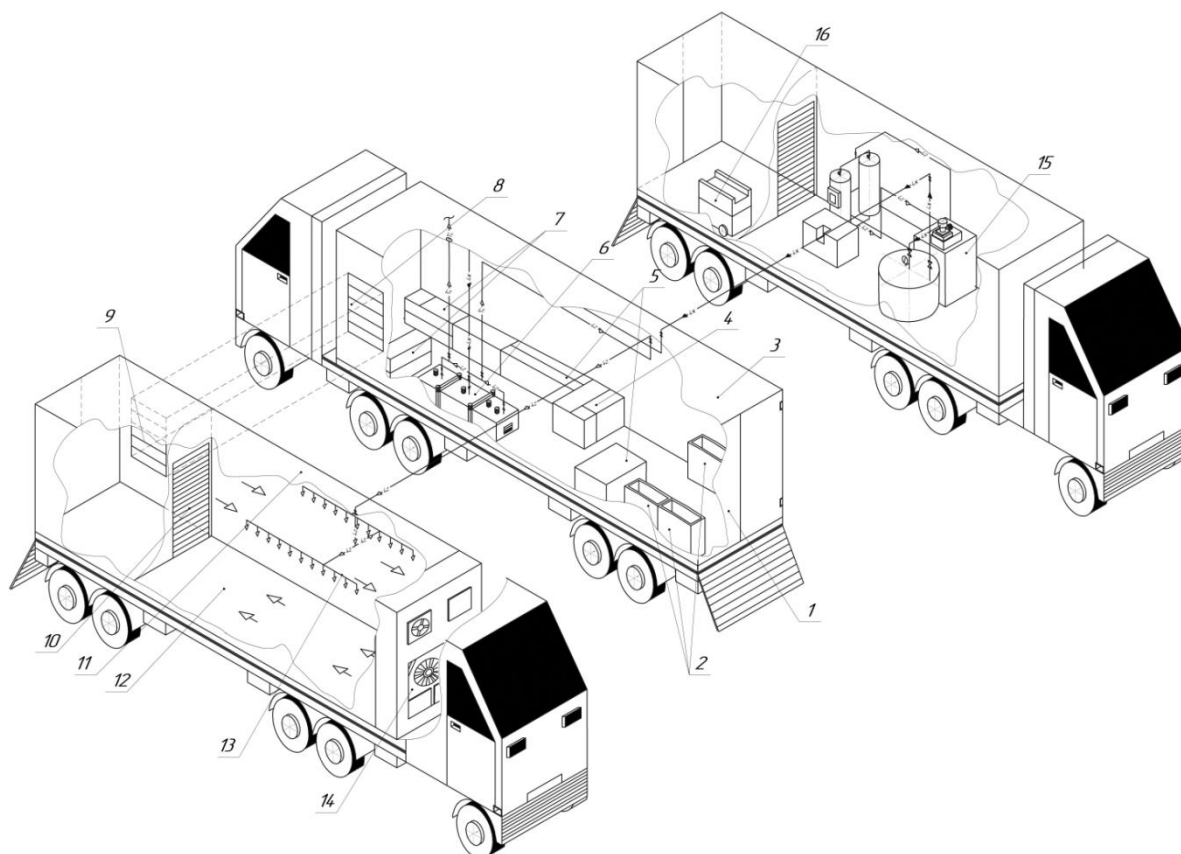


Схема работы автономного морозильного комплекса:

- 1 – вход в технологический цех; 2 – оборудование для мойки ястыков; 3 – изотермический контейнер № 1;
- 4 – буфет; 5 – столы разделочные; 6 – морозильный аппарат «AGA Freeze»;
- 7 – стол упаковки замороженного продукта; 8 – окно выдачи замороженного продукта на хранение;
- 9 – окно приема продукта на холодильное хранение; 10 – дверь в камеру хранения;
- 11 – рефрижераторный контейнер; 12 – камера хранения замороженного продукта;
- 13 – коллектор подачи холодных паров азота в камеру хранения;
- 14 – холодильная машина рефрижераторного контейнера; 15 – генератор жидкого азота;
- 16 – генераторы бензиновые A-iPower; 17 – изотермический контейнер № 2

При этом два из трех 40-футовых контейнеров изотермические, а один рефрижераторный, способный поддерживать температуру в контейнере минус 25°С. Это обеспечит возможность быстро принимать сырец у мест добычи и перерабатывать.

Низкотемпературная азотная система замораживания/хранения снабжена генератором марки «StirLIN-1 Economy». Его производительность составляет 7 л/ч, при потреблении электрической мощности 11 кВт. В ее состав входят воздушный компрессор, водяной осушитель воздуха, резервуар хранения, емкостью 300 л, два адсорбера, криогенератор.

Для обеспечения автономной работы комплекса предусмотрены два бензиновых генератора марки A-iPower A17000TEAX, номинальной мощностью 15 кВт, максимальной мощностью 17 кВт, часовом расходе топлива 8,4 л/ч (каждый).

Реализация технологического процесса способа производства замороженной икры на спроектированном автономном морозильном комплексе представлена на рисунке. Автономный комплекс может обеспечить прием сырца, разделку рыбы лососевых пород с выемкой ястыков, мойку и их охлаждение, пробивку, укладку в тару, замораживание жидким и газообразным азотом, упаковку, маркировку, холодильное хранение с использованием паров азота/холодильной машины рефрижераторного контейнера (поз. 11).

Прием сырца, разделка рыбы, мойка и охлаждение ястыков, их пробивка, укладка в тару, замораживание в азотном скороморозильном аппарате, упаковка, маркировка могут быть осуществлены в изотермическом контейнере № 1 (поз. 3). В рефрижераторном контейнере может быть обеспечено холодильное хранение при постоянной температуре минус 25°С замороженной икры лососевых пород рыб. Перемещение замороженного продукта из контейнера № 1 в рефрижераторный контейнер должно проходить через окна выдачи-приемки (поз. 8 и поз. 9).

Как показывают расчеты, суточный выпуск замороженной икры автономным комплексом может составлять ≈ 130 кг/сут, $\approx 3\,500$ кг/мес, 11 т/3 мес добычи. По сумме капитальных затрат на необходимое оборудование, эксплуатационных затрат на производство, а также рыночной стоимости 1 кг красной икры срок окупаемости приблизительно составляет 2,67 года.

Таким образом, разработанный автономный морозильный комплекс, предназначенный для замораживания и холодильного хранения икры лососевых пород рыб, используя холодильный потенциал жидкого и газообразного азота, позволит:

- создать непрерывную технологическую цепь переработки икры лососевых пород рыб, ее хранения и доставки потребителю [3, 5];
- сократить вдвое время технологического процесса переработки [1];
- повысить качество готового продукта [2].

Литература

1. *Балыкова Л.И., Юрков Ю.А.* Экспериментальное исследование замораживания икры лососевой с использованием азота // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2005. – № 4. – С. 266–270.
2. *Юрков Ю.А.* Исследование замораживания икры лососевых видов рыб с использованием жидкого азота: Дис. ... канд. тех. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – С. 20–23.
3. *Иодис В.А., Балыкова Л.И.* Мобильная холодильная цепь переработки двухстворчатых моллюсков // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2012. – № 21. – С. 10–14.
4. *Иодис В.А.* Передвижные азотные скороморозильные комплексы для переработки моллюсков // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы междунар. науч.-техн. конф. (17–19 октября 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – Ч. 2. – С. 77–81.
5. *Иодис В.А., Безруков А.В., Сарайкина И.П.* Азотный перерабатывающий комплекс для получения биологических добавок из створок двухстворчатых моллюсков // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Третьей междунар. науч.-техн. конф. (26 ноября 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2021. – С. 90–92.

УДК 62-9:681

Д.Р. Калюжный, Б.В. Баженов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Kalygny126@gmail.com*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЛТОВОЧНОЙ МАШИНЫ

В статье рассматриваются устройство и принципы работы галтовочной машины, а также рассматривается проект по оптимизации и автоматизации данного устройства для российского рынка с применением деталей отечественного производства. Во время производства многих изделий из металла или деталей на их поверхности могут образовываться различные дефекты. Все эти дефекты необходимо удалять с поверхности. Для этих целей часто используется метод галтовки, так как она в большинстве случаев справляется с большинством дефектов. Но из-за того, что многие галтовочные машины иностранных производителей малодоступны для потребителей российского рынка из-за высокой стоимости и дорогостоящего обслуживания, а отечественные модели имеют малый набор настроек и функций для выбора оптимального режима работы, данный вид обработки изделий считается дорогим. Повышение энергоэффективности и функциональности галтовочной машины является функциональной задачей.

Ключевые слова: галтовочная машина, обработка, автоматизация, производство.

D.R. Kalyuzhny, B.V. Bazhenov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Kalygny126@gmail.com*

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF A BARRELING MACHINE

The article discusses the device and principles of operation of a barreling machine, as well as a project to optimize and automate this device for the Russian market using parts of domestic production. During the production of many metal products or parts, various defects can form on their surface. All these defects must be removed from the surface. For these purposes, the barreling method is often used, since in most cases it copes with most defects. But due to the fact that many barreling machines from foreign manufacturers are inaccessible to consumers of the Russian market due to the high cost and expensive maintenance, and domestic models have a small set of settings and functions to select the optimal operating mode, this type of product processing is considered expensive. Improving the energy efficiency and functionality of the barreling machine is a functional task.

Key words: barreling machine, processing, automation, production.

Галтовка (галтование) – это обработка изделий сухими или жидкими абразивными материалами в специальных емкостях, которые вращаются внутри этих емкостей, либо происходит в ходе вибрации. Процесс обработки металла воздействием на него сыпучего абразивного материала, который вместе с деталями помещают внутрь специального оборудования и подвергают вращению либо вибрации. Металлические детали после галтовочной обработки приобретают почти окончательный вид и в некоторых случаях могут получать дополнительные положительные [1]. Примерами абразива являются частички корунда, наждака, песка или другие материалы. Сухие смеси применяются для сухой галтовки, для мокрой же используют специальные растворы. Галтованием иногда выполняют полировку изделий. Галтовка металла позволяет убрать с поверхности изделий такие дефекты, как заостренные края при штамповке изделий из листов металла; окалину после проведения сварочных работ или резки металла; кроме этого, галтовкой добиваются полирования изделий до состояния идеальной поверхности. Детали, которые были обработаны галтовкой, можно дальше обрабатывать гальванически либо окрашивать порошковыми смесями.

Если в рабочую среду добавлять дробь из металла или использовать гидрогалтовку, то таким методом можно получать уплотнение поверхностного слоя заготовок, тем самым повышая их прочность. Металлы, подходящие для галтовки: сплавы специального назначения; черный металл; конструкционные стали; сплавы нержавеющей; материалы титановые; алюминий и его сплавы; медь и сплавы на его основе; серебро.

Существует несколько основных типов галтовочных установок. Процесс, при котором обработка проходит методом вращения, осуществляется в специальных емкостях, называемых барабанами. Конструкция барабана выполнена в форме многогранника – это чаще шестигранник или восьмигранник. Сам барабан имеет герметичную крышку, для предотвращения выхода наружу вредной абразивной пыли, которая образуется во время работы. Вал вращения у таких барабанов располагается горизонтально, приводом служит электродвигатель отечественного производства, который позволяет снизить общую стоимость установки.

Путем исследования и тестов было выяснено, что оптимальная частота вращения находится в пределах от 20 до 60 оборотов в минуту. Такие барабаны хорошо подходят для обработки плоских металлических заготовок. Другой тип галтовочного оборудования – это вид центробежной машины, выполненной по форме колокола. Для того чтобы внутренняя поверхность колокола не портила заготовки при вращении, эта поверхность покрывается изнутри пластмассой или резиной. Главный вал вращения колокола расположен вертикально или под определенным углом к вертикали. Выявленная оптимальная частота вращения колокола находится в пределах от 10 до 50 оборотов в минуту. Данные колокола отлично подходят для галтовки резьбовых соединительных элементов.

Для выполнения галтовочных работ при помощи вибрации применяют специальные камеры, которые снабжаются механизмами, создающими вибрацию (эксцентрики). Данные эксцентрики заставляют камеру колебаться с частотой от 50 до 15 Герц в разных направлениях, во время этого процесса внутри рабочего пространства происходит характерное перемещение изделий и абразивного материала. Вибрационные камеры подходят для обработки деталей крупного размера, предварительно закрепленных внутри [1].

Недостатком технологии галтовки можно считать то, что изделие после обработки может не соответствовать первоначальным размерам, поэтому режимы галтовочной обработки нужно тщательно подбирать [2, 3]. Также в связи с наличием дорогих иностранных аналогов галтовочных машин, в которых уже есть множество функций, стоит отметить, что данная технология является дорогостоящей, если же рассматривать отечественные установки, которые стоят на порядок дешевле, чем иностранные аналоги, в них отсутствуют многие функции необходимые для полноценной работы.

Галтовочная установка представляет собой тело, колеблющееся в пространстве. Процесс колебания довольно сложный и определяется большим количеством переменных. Состав и направления компонентов возможных напряжений на опорах галтовочной машины представлены на рис. 1.

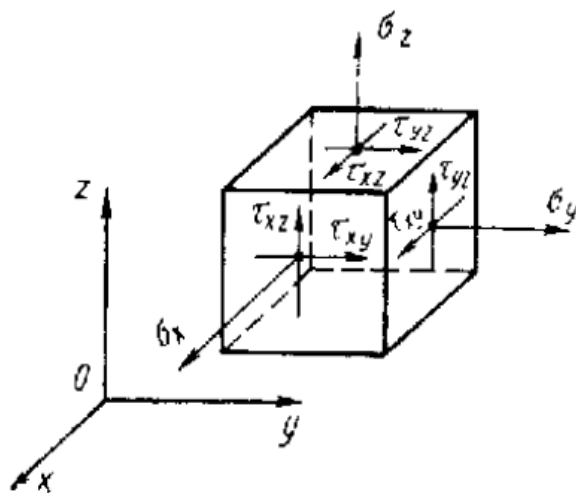


Рис. 1. Компоненты возможных напряжений на опорах галтовочной машины

Так, например, напряжение на произвольно ориентированной площадке (рис. 1), исходя из формулы Коши, вычисляется по компонентам напряжения [4]:

$$S_{nx} = \sigma_x \cdot \cos nx + \tau_{xy} \cos ny + \tau_{xz} \cos nz,$$

$$S_{ny} = \tau_{yx} \cos nx + \sigma_y \cos ny + \tau_{yz} \cos nz,$$

$$S_{nz} = \tau_{zx} \cos nx + \tau_{zy} \cos ny + \sigma_z \cos nz.$$

где nx, ny, nz – углы между нормалью к кривой площадке и соответственно осями x, y, z .

Если в дальнейшем давать описание математической модели работы машины по обработке металла, то можно понять, что процесс галтования описывается большим количеством уравнений с большим количеством переменных. Соответственно, разработка самого устройства системы управления дает возможность создания макета, который в дальнейшем можно исследовать по разработанным математическим моделям и улучшать процесс обработки металла путем увеличения энергоэффективности работы оборудования и увеличения моторесурса, а также путем снижения износа основных узлов, в которых создается напряжение при работе установки. На рис. 2 изображен макет галтовочной установки выбранного типа.

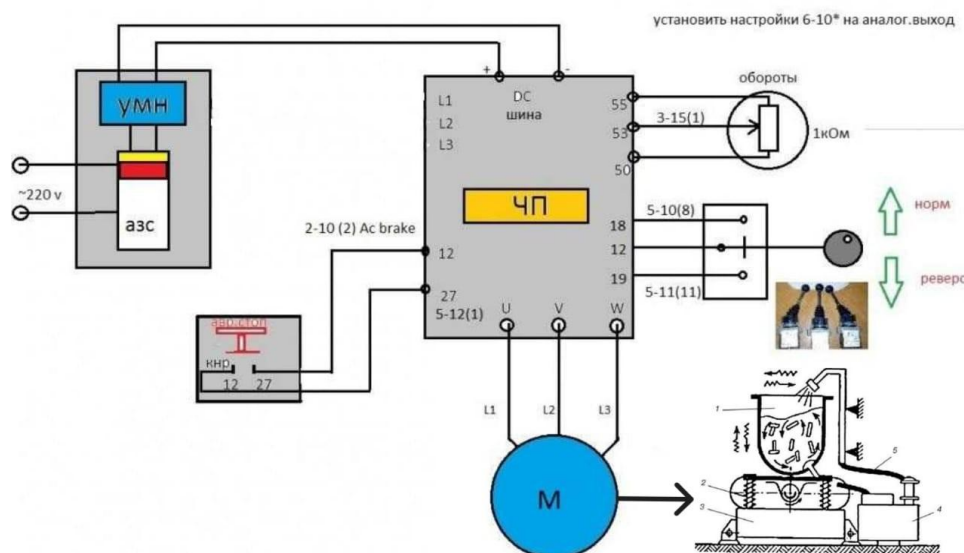


Рис. 2. Схема макета галтовочной установки вибрационного типа

Установка состоит из трех основных узлов. Во-первых, это силовая часть установки, представленная асинхронным электроприводом М. Электропривод непосредственно создает механический момент вибрации. Вторая часть установки, это схема управления электроприводом, которая способна создавать разные режимы работы. На схеме эта часть представлена частотным преобразователем ЧП, преобразователем напряжения УМН и кнопкой аварийной остановки. Третьей составной частью установки является непосредственно ванна, в которой проходит обработка металла [5, 6].

Продолжительность галтовки определяется лишь состоянием изделия, и в большинстве случаев этот процесс может происходить несколько дней, с помощью тщательно изученных и подобранных режимов работы появляется возможность гибкости настроек для более простого выбора режима работы под конкретное изделие.

Совершенствование производственного оборудования, обеспечивающего технологические процессы металлообработки и изготовления металлических деталей, является важной научно-технической задачей. Решение этой задачи требует комплексного подхода, в том числе исследование условий обеспечения оптимальных режимов работы установок в период технической эксплуатации. Проведенный анализ существующих схемных решений обработки металла с исполь-

зованием различных установок, а также дальнейшая разработка математических и имитационных моделей позволит выявить недостатки существующего оборудования и создать более функциональные аналоги с улучшенными качественными характеристиками и оптимальными показателями энергоэффективности.

Литература

1. Оборудование [Электронный ресурс] // Интернет-портал о металлообработке. – URL: <https://wikimetall.ru/oborudovanie> (дата обращения: 05.02.2024).

2. Исследование тепловых процессов асинхронного электродвигателя в продолжительном режиме работы с вариативной нагрузкой / Г.С. Мясников, К.Р. Федосеев, Н.С. Рябовол, О.А. Белов // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 58–62.

3. Исследование тепловых процессов асинхронного электродвигателя в кратковременном режиме работы с номинальной нагрузкой / К.Р. Федосеев, Н.С. Рябовол, Г.С. Мясников, О.А. Белов // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 86–90.

4. Прочность. Устойчивость. Колебания. Справочник в 3 томах / Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко. – Л.: Судостроение, 1968. – 812 с.

5. Электрический привод. Ч. 1. Электроприводы постоянного тока: Учеб. пособие / А.М. Абакумов, П.В. Тулунов, Ю.А. Чабанов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010 – 123 с.

6. Труднев С.Ю. Компьютерное моделирование однофазного асинхронного двигателя // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2020. – № 54. – С. 29–35.

УДК 66.047

Г.С. Логинов, М.Н. Бурнаев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Icetroll.ru15@gmail.com*

РАЗРАБОТКА СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ И КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Материал посвящен исследованию процесса сушки. Произведен анализ всех этапов, которые могут включать в себя процесс сушки, дано описание потенциальных преимуществ и недостатков способом термической и криогенной сушки. Разработана структурная схема сушильной установки.

Ключевые слова: сушильный шкаф, влага, сушка, тепло.

G.S. Loginov, M.N. Burnaev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006
e-mail: Icetroll.ru15@gmail.com*

DEVELOPMENT OF A DRYING PLANT USING THERMAL AND CRYOGENIC PROCESSING OF RAW MATERIALS

The material is devoted to the study of the drying process. The analysis of all stages, which may include the drying process, is carried out, and a description of the potential advantages and disadvantages of thermal and cryogenic drying is given. A block diagram of the drying plant has been developed.

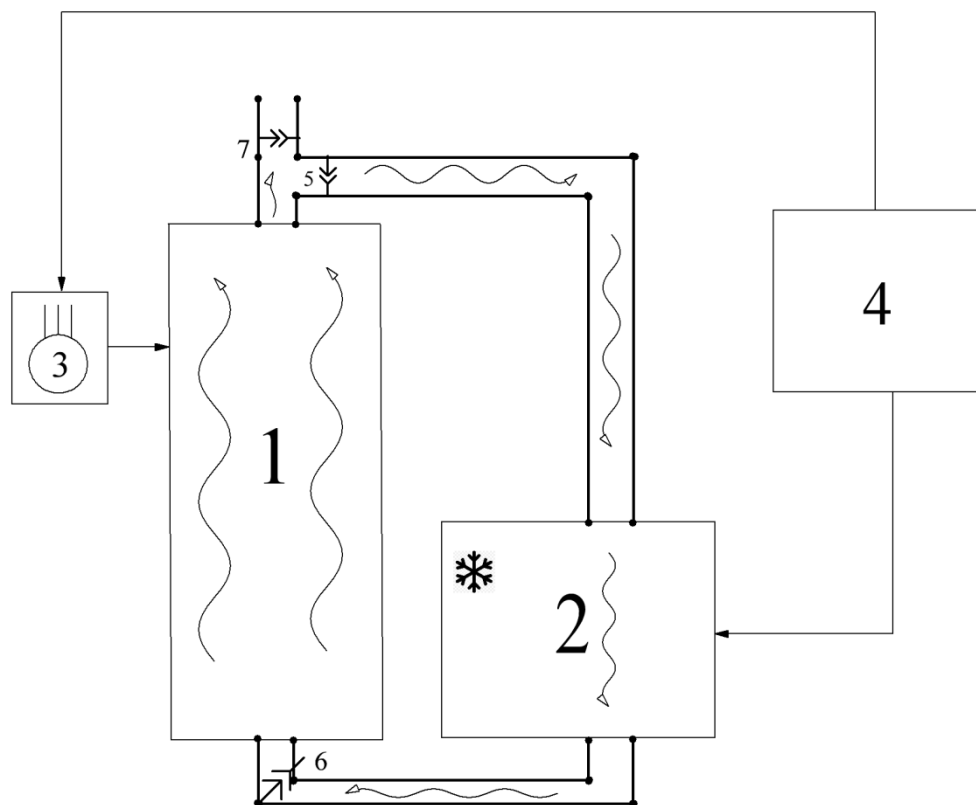
Key words: drying cabinet, moisture, drying, heat.

Существующие традиционные методы сушки и сушильные аппараты работают по одному принципу – обезвоживания продукта с помощью нагревания тэнами воздуха. При пересыхании поверхностного слоя влага из глубин продукта выходит медленнее, так как поверхностный слой становится для нее препятствием. Из-за неравномерного температурного изменения происходит температурное напряжение в тканях продукта, вследствие чего продукт становится хрупким и растрескивается. Аппараты с традиционной сушкой имеют свои преимущества: простота конструкции, обслуживания, меньшую себе стоимость. На основе традиционных методов сушки был применен метод термодинамической диффузии выделения влаги из капиллярно пористых тел, которую обнаружил профессор, академик, теплофизик А.В. Лыков в 1935 г. Этот метод заключается в высоком интервале перепада температур, которых можно добиться внедрением к традиционному сушильному шкафу холодильной техники. Благодаря этому процессу, и как показали опыты, выделение влаги из продукта происходит равномерно, при этом из-за отсутствия пересыхания поверхностного слоя нет препятствия выделения влаги на поверхность. Отсутствует термическое напряжение поверхностного слоя, при этом продукт не растрескивается, улучшаются органолептические и внешние свойства продукта, уменьшается энергопотребление и время сушки в 1,5–2 раза. Основным недостатком данной установки является обязательное корректное программирование.

Данная установка представляет из себя камеру, в которой находятся нагревательные тэны, а также датчики температуры и влажности. Внутри камеры непосредственно и происходит технологическая обработка продукта (выделение влаги), в холодильной машине производится холод и направляется в камеру по сети воздухопроводов с задвижками. Щит управления режимами работы находится на камере. Главная особенность применения данной сушки заключается в преобразовании влаги на поверхности материала в газообразное состояние в течение всего

процесса. Такой процесс дает возможность выводить влагу из глубинных слоев на поверхность. Тепло, которое образуется при помощи выделения тепла на нагревательных элементах, расходуется на испарение влаги с поверхности материала, с другой стороны, энергия, расходуемая холодильной машиной, идет на выделение влаги при охлаждении. Охлаждение циркулирующего воздуха повышает уровень относительной влажности, но за счет изменения парциальных давлений влага из внутренних слоев продукта начинает интенсивно двигаться к поверхности [1]. Так, подсохший внешний слой начинает взаимодействовать с низкой температурой циркулирующего воздуха снаружи и высокой внутри. Благодаря чему и обеспечивается высокая скорость сушки при этапе охлаждения. При понижении температуры во внутренних слоях продукта до заданного предела температура поверхности продукта равна температуре камеры, внутренняя диффузия из слоя поверхности замедляется [2]. Поверхность продукта становится влажной, за счет внутреннего тепла, из-за которого прекращается пересыхание поверхности. В это время тепловой режим внутри камеры изменяется и переходит к подсушиванию поверхностного слоя при максимально заданной для продукта температуре. Тепло от нагревательных тэнов значительно повышает температуру воздуха, циркулирующего внутри сушильной установки. Относительная влажность рабочей среды понижается, указывая на возросшее испарение с поверхности продукта. С повышением температуры среды уменьшается относительная влажность воздуха, тем активней воздух вытягивает влагу из сырья. Насыщенный влагой горячий воздух выбрасывается вытяжной системой в атмосферу. Продукт холодный внутри, а влажный снаружи интенсивно испаряет влагу, поддерживая невысокую температуру поверхности испарения. При таком способе приготовления продукта нет опасности перегреть или подварить продукт. Как только температура продукта начнет подниматься к заданному пределу, поверхностный слой начнет высыхать, следствием этого будет являться отключение нагревательного тэна и произойдет запуск холодильной машины. Использование этого способа сушки или вяления позволяет получить равномерный по влажности продукт за очень короткое время.

На рисунке изображена структурная схема сушильной установки с применением термической и криогенной обработки.



Установка с применением термической и холодной сушки:

1 – сушильный шкаф; 2 – морозильная камера; 3 – вентилятор; 4 – щит управления; 5, 6, 7 – задвижки

Принцип работы схемы:

Внутри сушильного шкафа 1 происходит нагревание воздуха, который циркулирует внутри камеры и нагревает продукт. При достижении заранее заданных параметров влажности происходит переключение режимов с нагрева на охлаждение путем открывания и закрывания задвижек 5, 6, 7, при которых циркуляция меняется с теплого воздуха на охлажденный. Холодный воздух начинает циркулировать по системе, а теплый в свою очередь выбрасывается в атмосферу. Циркуляция воздуха в системе происходит принудительно при помощи электропривода вентилятора 3. В зависимости от влажности в систему подается горячий или холодный воздух. Холодный воздух подается при помощи морозильной камеры 2. Так как предлагаемая технология, включая несколько энергетических установок, которые должны работать попеременно в зависимости от параметров датчиков влажности и температуры, то установка должна работать по заданному алгоритму. Алгоритм работы осуществляется при помощи щита управления 4, в состав которого входит микропроцессорное оборудование, которое будет воздействовать на систему зависимости от значений, получаемых с датчиков влажности и температуры, а также давления.

Анализируя современные технические возможности, а также результаты трудов А.В. Лыкова, можно сделать вывод о том, что предлагаемый метод сушки термической и криогенной обработки позволит равномерно извлекать влагу из сырья, сохраняя при этом не только органолептические показатели продукта, но и его внешний вид, близкий к исходному. Для подтверждения вышеизложенных предположений необходимо произвести экспериментальные исследования.

Литература

1. *Лыков А.В.* Теория сушки: Учеб. пособие. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
2. Патент на полезную модель № 136962 U1 Российская Федерация, МПК А23В 4/03. Малогабаритная установка для поиска оптимальных технологических режимов сушки сырья: № 2013121893/13: заявл. 13.05.2013: опубл. 27.01.2014 / *И.Ю. Селяков, А.В. Кайченков, А.А. Маслов и др.*; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет». – EDN YKRGWL.

УДК 371.693.4:621.313.1

А.О. Рогожников

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: aleksei17_90@mail.ru*

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ИМИТАЦИИ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СУДОВЫХ ОПЕРАТОРОВ

Цифровые тренажеры в последние годы стали основным средством отработки практических навыков в процессе обучения. Эти тренажеры предназначены для того, чтобы обучающиеся могли отработать определенный набор действий на конкретном оборудовании. В статье проанализированы актуальные цифровые тренажеры подготовки операторов судовой электростанции. Сделаны выводы о преимуществах и недостатках различных видов тренажеров.

Ключевые слова: судовая электроэнергетическая система, судовая электростанция, автоматизация, короткое замыкание, тренажерная подготовка, безопасность мореплавания.

A.O. Rogozhnikov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006
e-mail: aleksei17_90@mail.ru*

ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR SIMULATING THE OPERATION OF A SHIP POWER PLANT FOR TRAINING SHIP OPERATORS

In recent years, digital simulators have become the main means of practicing practical skills in the learning process. These simulators are designed to enable students to practice a specific set of actions on specific equipment. The article analyzes current digital training simulators for ship power plant operators. Conclusions are drawn about the advantages and disadvantages of various types of simulators.

Key words: ship electrical power system, ship power plant, automation, short circuit, simulator training, navigation safety.

Цифровые тренажеры в последние годы стали основным средством отработки практических навыков в процессе обучения. Эти тренажеры предназначены для того, чтобы обучающиеся могли отработать определенный набор действий на конкретном оборудовании, что является важной государственной задачей. В статье проанализированы актуальные цифровые тренажеры подготовки операторов судовой электростанции, с помощью которых могут отрабатываться различные режимы работы судовой электростанции. Будущий специалист инженер-электромеханик должен быть способен анализировать ситуации, связанные с режимами работы судовой электростанции, осуществлять безопасную эксплуатацию судовой электростанции. Также тренажерная подготовка должна включать отработку нестандартных режимов работы судовой электростанции: различных аварий, перегрузок. Действия оператора в аварийных режимах должны быть последовательными и продуманными во избежание экономических потерь [1–5].

Рассмотрим характеристики и возможности тренажера 1 «Компания ДВК-электро», под названием «Тренажер электростанций серии DGS» [6]. Изображение указанного тренажера приведено на рис. 1.

Тренажерный комплекс (тренажер № 1) состоит из одного главного распределительного щита (ГРЩ) и двух генераторных агрегатов. Генераторные агрегаты представляют собой соединенные жесткой муфтой трехфазный синхронный генератор (напряжение 440 В, частота тока 50 Гц,

мощность 600 Вт) и асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, управляемый частотным преобразователем.



Рис. 1. Тренажерный комплекс (тренажер № 1)

Электростанция тренажера состоит из основной части – двух дизель-генераторов мощностью по 600 Вт каждый, которые располагаются внутри секции щита управления и индикации, и дополнительных секций питания с берега и валогенератора. Распределение электроэнергии и управление агрегатами осуществляется с помощью органов управления на главном распределительном щите (ГРЩ). Индикация осуществляется стрелочными приборами на панелях индикации каждого генератора и на панелях управляющего контроллера. ГРЩ также включает секцию синхронизации, снабженную элементами управления и индикации генераторами при вводе в параллельную работу генераторных агрегатов между собой и с секциями питания с берега или валогенератора. Питание с берега и валогенератор имитируется с помощью внешнего питания тренажера и не регулируется.

Электрическая нагрузка состоит из активной (лампы накаливания), индуктивной (катушки индуктивности) и емкостной (конденсаторы) нагрузки. Возможно распределение нагрузки между генераторами в автоматическом и ручном режимах.

На данном тренажере возможно моделирование всех стандартных режимов работы судовой электростанции, отработка синхронизации генераторов между собой и с берегом, распределение нагрузки между генераторами. Невозможна отработка и анализ перегрузки генераторов по причине срабатывания автоматической защиты. Отсутствует фиксация действий оператора судовой электростанции.

Также рассмотрим тренажер № 2 производства компании «Галсен» (рис. 2). Данный стенд (тренажер) предназначен для моделирования работы судовой электростанции и состоит из одного главного распределительного щита и двух генераторных агрегатов.



Рис. 2. Тренажер № 2 производства компании «Галсен»

Как показано на рис. 2, генераторные агрегаты жестко закреплены на металлическом основании и соединены центрующей муфтой, вал закрыт кожухом. Электрические параметры агрегатов: напряжение 400 В, частота 50 Гц, активная мощность 300 Вт. Тренажер имеет модульную конструкцию, что предполагает большую вариативность работ, удобство хранения и взаимозаменяемость элементов тренажера. Основные приборы индикации – аналоговые стрелочные приборы – продублированы экранами индикации. Соединение схем модулей происходит с помощью промаркированных различными цветами проводов. Тренажер № 2 имеет разные комплектации в зависимости от требований заказчика: возможны два дизель-генераторных агрегата или два дизель-генераторных агрегата и дополнительный аварийный дизель-генератор.

На данном тренажере возможно моделирование всех стандартных режимов работы судовой электростанции, отработка синхронизации генераторов между собой и с аварийным дизель-генератором, распределение нагрузки между генераторами. Также на данном тренажере возможна только кратковременная работа генераторов в синхронном режиме. Возможно тестирование защит генераторов: от обратной мощности, от перегрузки по активной мощности, от короткого замыкания. В связи с невозможностью перехода в аварийные режимы невозможны отработка и анализ перегрузки генераторов по причине срабатывания автоматической защиты. Отсутствует фиксация действий оператора судовой электростанции.

Также известен тренажер № 3, структурная схема блоков которого показана на рис. 3 [7].

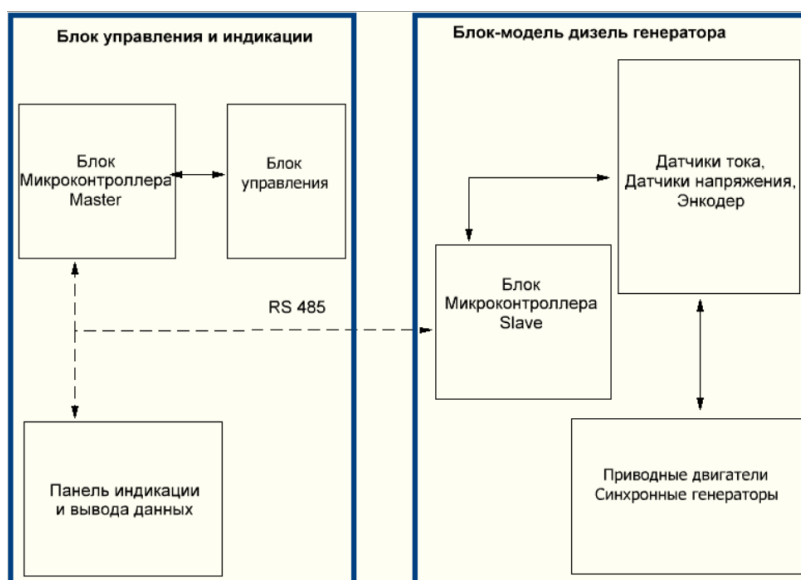


Рис. 3. Схема тренажера с использованием программной симуляции

Как показано на рис. 3, тренажер состоит из блоков индикации и управления и блока дизель-генератора. Блоки связаны между собой интерфейсным кабелем RS 485. Блок индикации и управления включает микроконтроллер и приборы индикации. Приборы индикации управляются микроконтроллером посредством сервоприводов. К сервоприводам прикреплены стрелочные указатели. Такое устройство приборов индикации позволяет расширить перечень лабораторных работ, которые могут быть выполнены на тренажере № 3. Также на рис. 3 видно, что блок дизель-генератора также включает микроконтроллер, который производит измерения основных электрических параметров тренажера. Измеренные величины передаются и обрабатываются в блоке управления и индикации. При таком подходе возможен переход тренажера из режима модели в режим симуляции. Приборы индикации будут отображать заранее введенную модель СЭЭС, и реакция приборов и исполнительных механизмов будет соответствовать поведению системы в нестандартных режимах, таких как короткое замыкание, длительная перегрузка, обратный ток и т. д. без ущерба для элементов тренажера. Также устройство тренажера № 3 позволяет фиксировать и выводить информацию о действиях оператора на бумажном носителе, что упрощает оценку правильности действий оператора. Исходя из вышеизложенного, тренажер № 3 рекомендуется к применению в учебных заведениях для проведения лабораторных, практических работ и в качестве макета СЭЭС для объяснения устройства СЭЭС.

Тренажер № 3, по сравнению с указанными выше, имеет более широкие функциональные возможности за счет обеспечения возможности моделирования на заявляемом тренажере нестандартных режимов работы судовой электростанции, а также за счет применения программной симуляции.

Тренировка заранее известных штатных ситуаций по одинаковым алгоритмам в процессе подготовки операторов приводит к запоминанию действий, необходимых при работе в штатных ситуациях, и не дает понимания процессов, происходящих в остальных режимах работы СЭЭС. Аварийные режимы работы требуют понимания от оператора процессов, протекающих при нестандартных режимах работы, и достаточно быстрой реакции на ситуацию [8, 9].

Навыки, отработанные в дальнейшем, могут быть применены на практике, что повысит безопасность мореплавания [10–11].

Обучение будущих специалистов требует постоянного совершенствования тренажерного оборудования и приведение к актуальному состоянию. Расширение стандартных режимов является одним из направлений актуализации тренажерного оборудования.

Литература

1. Белов О.А., Белова Е.П. Инженерное образование как фактор развития техники и технологий // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Десятой нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–23 мая 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 106–108.
2. Белов О.А., Толстова Л.А. Моделирование процесса обучения курсантов для формирования навыков технической эксплуатации // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2016. – № 3 (16). – С. 78–81.
3. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты / Международная морская организация. – Лондон: ИМО, 2013. – 413 с.
4. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2014. – № 30. – С. 11–16.
5. Рогожников А.О. Ершова К.И. Разработка тренажера отработки навыков управления судовой электроэнергетической системой // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-техн. конф. (25–26 ноября 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 69–72.
6. Тренажер электростанций серии DGS // ООО «Компания ДВК-электро: готовые решения» [Электронный ресурс]. – URL: <https://dvk-electro.ru/simulators.html> (дата обращения: 22.02.24)
7. Патент на полезную модель № 218736 U1 Российская Федерация, МПК G09B 23/18. Универсальный тренажер отработки практических навыков операторов судовой электростанции с использованием программной симуляции / А.О. Рогожников. – № 2023111240: заявл. 02.05.2023; опубл. 08.06.2023.
8. Молочкова И.Д. Тренажерная подготовка. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 26 с.
9. Молочкова И.Д. Автоматизация судовой электростанции. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 84 с.
10. Белов О.А., Зайцев С.А. К вопросу оценки безопасности морских судов камчатского флота // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 80–83.
11. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 42. – С. 6–10.

УДК 371.693.4:621.313.1

А.О. Рогожников, Е.В. Шаповалова, В.А. Паламарчук

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: aleksei17_90@mail.ru*

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ИМИТАЦИИ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Подготовка операторов судовой электростанции является важной задачей, разработка технических средств ведется в различных странах мира. Множество разработок публикуется в англоязычных источниках, что ограничивает возможность широкого доступа к ним русскоязычных исследователей. В данной статье проводится обзор иностранных научных публикаций технических и программных решений имитации работы судовой электростанции для подготовки судовых операторов и разработок по данной теме.

Ключевые слова: судовая электроэнергетическая система, судовая электростанция, автоматизация, короткое замыкание, тренажерная подготовка, безопасность мореплавания.

A.O. Rogozhnikov, E.V. Shapovalova, V.A. Palamarchuk

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006
e-mail: aleksei17_90@mail.ru*

ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR SIMULATING THE OPERATION OF A FOREIGN SHIP POWER PLANT

Training ship power plant operators is an important task, and technical means are being developed in various countries around the world. Many developments are published in English-language sources, which limits the availability of wide access to them for Russian-speaking researchers. This article reviews foreign scientific publications of technical and software solutions for simulating the operation of a ship power plant for training ship operators and developments on this topic.

Key words: ship electrical power system, ship power plant, automation, short circuit, simulator training, navigation safety.

Разработка цифровых тренажеров является актуальной задачей, которая реализуется разработчиками различных стран мира.

Первая разработка, которую рассмотрим, – это тренажер корейской фирмы “POMIT CO LTD” VR Power plant training system using VR [1]. Он представляет собой 3d-симулятор судовой электростанции, который показан на рис. 1.

Система обучения электростанции с использованием Virtual reality (VR) согласно настоящему изобретению включает шлем виртуальной реальности (100), контроллер виртуальной реальности (200), сервер интерфейса симулятора (300), Open Platform Communications-клиент имитатора (OPC) (400), OPC-сервер имитатора (500), Human-machine interface (HMI) (600), Product Lifecycle Management (PLM) (700) и дисплей супервизора (800). Данная система может симулировать различные типы судов по заранее заданным моделям. За счет отсутствия электрически и механически нагруженных деталей система очень надежна. Информативность достигается за счет 3d-графики, что ускоряет адаптацию будущего экипажа к новым условиям работы. Экран системы в работе показан на рис. 2.



Рис. 1. Структурная схема тренажера Power plant training system using VR



Рис. 2. Визуализация окна пользователя тренажера Power plant training system using VR

Как показано на рис. 2, в системе возможно взаимодействие с элементами судовой электроэнергетической системы (СЭЭС). Данная система имеет и недостатки, а именно разработка таких моделей с учетом графической составляющей требует очень больших временных и денежных затрат и требует высокой квалификации оператора при корректировке ошибок в работе.

Вторая разработка, которую мы рассмотрим “Ship power station practical training and estimating device” университета города Ханчжоу “Zhejiang university automation technology research institute” [2]. Устройство представляет собой совокупность рабочего места оператора и шкаф управления электростанцией, как показано на рис. 3.

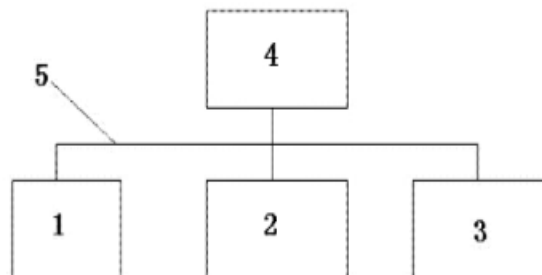


Рис. 3. Структурная схема тренажера № 2

Исходя из описания структурной схемы, приведенного в патенте (рис. 3):

1 – рабочий экран управления генератором, 2 – экран управления электрической нагрузкой, 3 – экран управления коммутации нагрузки, 4 – компьютер для моделирования судовой электроэнергетической системы, 5 – сеть, объединяющая систему.

Также в патенте прилагается схема щита управления генератором (рис. 4).

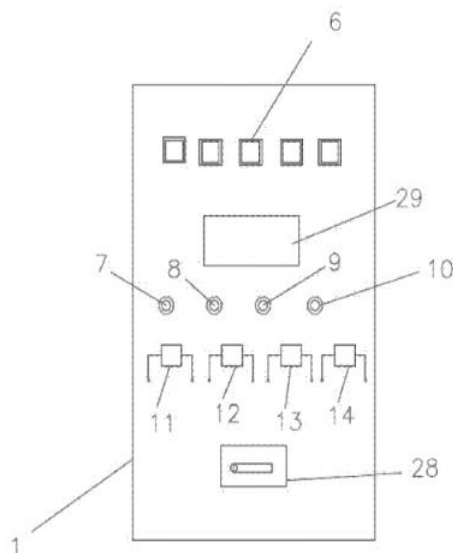


Рис. 4. Щит управления генератором тренажера № 2

На рис. 4: цифрой 6 обозначены стрелочные приборы индикации основных электрических параметров генератора; 29 – контроллер управления генератором; 7, 8 – кнопки пуск, стоп; 9, 10 – переключатели для приборов индикации; 11-14 – элементы релейной автоматики; 28 – генераторный автомат.

Исходя из вышеизложенного, тренажер № 2 способен симулировать различные проекты судов при полной перенастройке всей системы и не имеет возможности отработки нестандартных режимов работы.

Также известен тренажер № 3 японской фирмы “Mitsui engineering & shipbuilding CO., LTD” [3] (рис. 5).

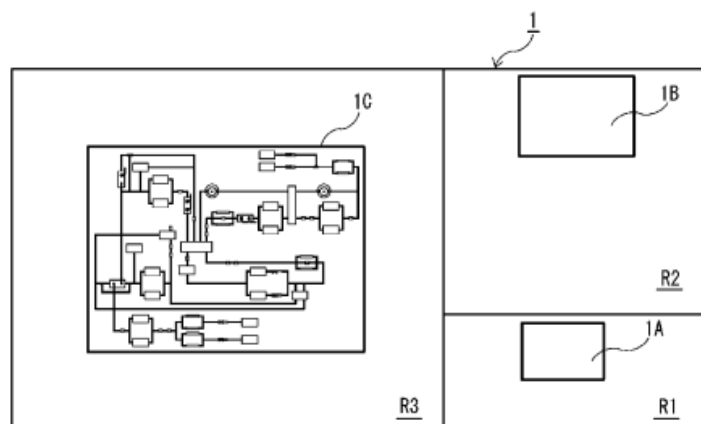


Рис. 5. Структурная схема тренажер № 3

Данный тренажер, как показано на рис. 5, представляет собой судовую двигательную систему модели 1С, которая имитирует судовую двигательную систему. Судовая двигательная система 1С представляет собой ту же систему трубопроводов, что и трубопроводная система в реаль-

ной машине, с использованием того же оборудования, что и оборудование в реальной машине. Также модель 1С включает в себя оборудование реальной машины меньшего размера того же типа, что и фактическая машина. Данная секция тренажера позволяет выполнять операции для тренировки операторов судовой электростанции. Также на рис. 5 показана панель управления 1В с расположенными на ней рычагами управления и циферблатами и показан сервер 1А.

Тренажер № 3, как описано в патенте, может быть перепрограммирован, но учитывая физическую модель трубопроводов и остальных вспомогательных систем, замена модели одного судна на другое еще более трудоемка, чем в тренажере № 1, т. к. кроме замены программы необходима еще и переделка всей физической модели.

Ввиду всего вышесказанного будущее тренажеров за цифровыми решениями с возможностью быстрого изменения модели судов и с возможностью задания дополнительного функционала. Тренажеры с полным соответствием физических деталей и элементов проекта судна, которое он симулирует, зачастую оправданы только в случае обучения операторов внутри одной компании для одного проекта судов или серии проектов с одинаковым оснащением. В случае же применения тренажера для различных проектов судов подходят модульные тренажеры с широкой возможностью и простотой перенастройки [4].

Тренировка заранее известных штатных ситуаций по одинаковым алгоритмам в процессе подготовки операторов приводит к запоминанию действий, необходимых при работе в штатных ситуациях, и не дает понимание процессов, происходящих в остальных режимах работы СЭЭС. Аварийные режимы работы требуют понимания от оператора процессов, протекающих при нестандартных режимах работы и достаточно быстрой реакции на ситуацию [5, 6].

Навыки, отработанные в дальнейшем, могут быть применены в практике, что повысит безопасность мореплавания [7–9].

Обучение будущих специалистов требует постоянного совершенствования тренажерного оборудования и приведение к актуальному состоянию. Расширение стандартных режимов – одно из направлений актуализации тренажерного оборудования.

Литература

1. Patent № 102093356 B1 SK IPC G09B 09/00, G06Q 50/10, G06Q 50/20 Power plant training system using VR / P. Ponson, N. Hongvan, C. Kyonnam, C. Sonwuk, K. Sundu, K. Sokba, C. Mison. – № 102093356: appl. 09.08.2019: publ. 29.05.2020
2. Patent № 202404779 U CN IPC G09B 9/00 Ship power station practical training and estimating device / C. Lichuan. – № 2018/138822: appl. 24.11.2011: publ. 29.08.2012.
3. Patent № 2018/138822 A1 WO IPC G09B 9/06 Marine engine system model, marine engine simulator, and ship handling simulator / S. Kazuyoshi, M. Kunihiko. – № 2018/138822: appl. 26.01.2017: publ. 02.08.2018.
4. Рогожников А.О. Ершова К.И. Разработка тренажера отработки навыков управления судовой электроэнергетической системой // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-техн. конф. (25–26 ноября 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 69–72.
5. Молочкова И.Д. Тренажерная подготовка. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 26 с.
6. Молочкова И.Д. Автоматизация судовой электростанции. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 84 с.
7. Белов О.А., Зайцев С.А. К вопросу оценки безопасности морских судов камчатского флота // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 80–83.
8. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 42. – С. 6–10.
9. Белов О.А. Аналитический обзор факторов эффективной эксплуатации морского транспорта // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы междунар. науч.-техн. конф. (17–19 октября 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – Ч. 1. – С. 5–9.

УДК 519.6:621.313.1

А.О. Рогожников, Д.П. Ястребов, Е.В. Шаповалова, О.А. Белов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕДПУСКОВОГО ЗАМЕРА УРОВНЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

В данной статье описывается модернизированное устройство предпускового замера уровня сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя. Рассматривается проблема необходимости предпускового автоматизированного контроля сопротивления изоляции. Приведена схема модернизированного устройства предпускового автоматизированного контроля сопротивления изоляции. Рассмотрены изменения в программе для микроконтроллера предпускового автоматизированного контроля сопротивления изоляции.

Ключевые слова: устройство предпускового замера уровня сопротивления изоляции, автоматизированный пуск электродвигателя, микроконтроллер.

A.O. Rogozhnikov, D.P. Yastrebov, E.V. Shapovalova, O.A. Belov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006
e-mail: restart1101@mail.ru*

MODERNIZATION OF THE DEVICE FOR AUTOMATIC PRE-START MEASUREMENT OF THE INSULATION RESISTANCE LEVEL AND AUTOMATIC START OF THE ELECTRIC MOTOR

This article describes a modernized device for pre-start measurement of insulation resistance level and automatic start of an electric motor. The problem of the need for pre-start automated monitoring of insulation resistance is considered. A diagram of a modernized device for pre-start automated monitoring of insulation resistance is presented. A program for a microcontroller for pre-start automated monitoring of insulation resistance is also provided.

Key words: device for pre-start measurement of insulation resistance level, automated electric motor start-up, microcontroller.

Во время промысла электрооборудование судов в целом подвергается воздействию как высоких, так и низких температур, а также широким диапазонам изменения влажности. Такие изменения негативно влияют на состояние электрооборудования и основные показатели электробезопасности. Сопротивление изоляции электрооборудования может понижаться ниже нормы [1]. По причине непредсказуемого изменения показателей безопасности электрооборудования необходим автоматизированный контроль сопротивления изоляции электрооборудования [2].

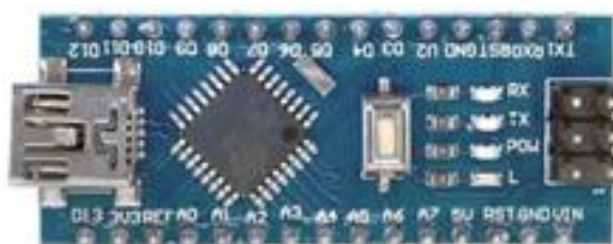
Развитие судостроительной отрасли – важная государственная задача, в рамках решения которой необходимость внедрения прорывных разработок для морской и речной техники является одной из ключевых задач [3]. В рамках данной задачи разработано устройство автоматического предпускового замера уровня сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя [4, 5]. Главная проблема разработанного устройства заключалась в отсутствии защиты от наводимых помех при коммутации катушек контакторов, запускающих контролируемый электропривод, также была выявлена проблема близкого расположения микроконтроллера и блока преобразователя напряжения.

При решении вышеуказанных проблем микроконтроллер был разнесен с коммутируемым электроприводом на расстояние от 1 до 3 м, что снизило частоту отказов устройства, но не исключило их полностью. Также был применен экранированный кабель, как показано на рис. 1. Данная мера также не привела к полному исключению отказов устройства.

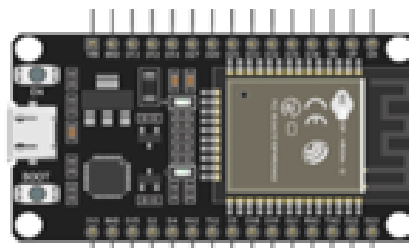


Рис. 1. Изображение экранированного кабеля

Из вышеописанных мер был сделан вывод о необходимости модернизации всей схемы с применением всех мер, описанных выше, а также замены микроконтроллера, т. к. в первоначальной схеме использовалась макетная плата на базе микроконтроллера Atmega 328p, не имеющая дополнительного экранирования самой микросхемы, как показано на рис. 2, а.



а



б

Рис. 2. Макетная плата на базе микроконтроллера Atmega 328p(а), микроконтроллера фирмы Espressif ESP32(б)

Микроконтроллер Atmega 328p был заменен на микроконтроллер фирмы Espressif ESP32, который показан на рис. 2, б. Микроконтроллер Espressif ESP32 имеет дополнительное экранирование микросхемы, что в совокупности с остальными принятыми мерами позволило полностью исключить нештатные сбои устройства. Также микроконтроллер имеет 12-битный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), в исходном было 10 бит, что повысило точность измерения сопротивления изоляции.

Структурная схема устройства при замене микроконтроллера была доработана, как показано на рис. 3. Кроме замены микроконтроллера также был добавлен преобразователь логических уровней 5/3.3 В, т. к. логические входы микроконтроллера ESP32 не рассчитаны на питание 5 В. Выходы модернизированного микроконтроллера также не способны коммутировать нагрузку напряжения 5 В.

Изменения в программном обеспечении устройства внесены в месте вычисления тока на измерительном шунте. А именно было изменено опорное напряжение АЦП с 5 000 на 3 300 мВ (опорное напряжение микроконтроллера ESP32). В остальном нет необходимости в изменении кода, т. к. основные команды микроконтроллеров совпадают на языке C++ и использована идентичная среда разработки (Arduino IDE).

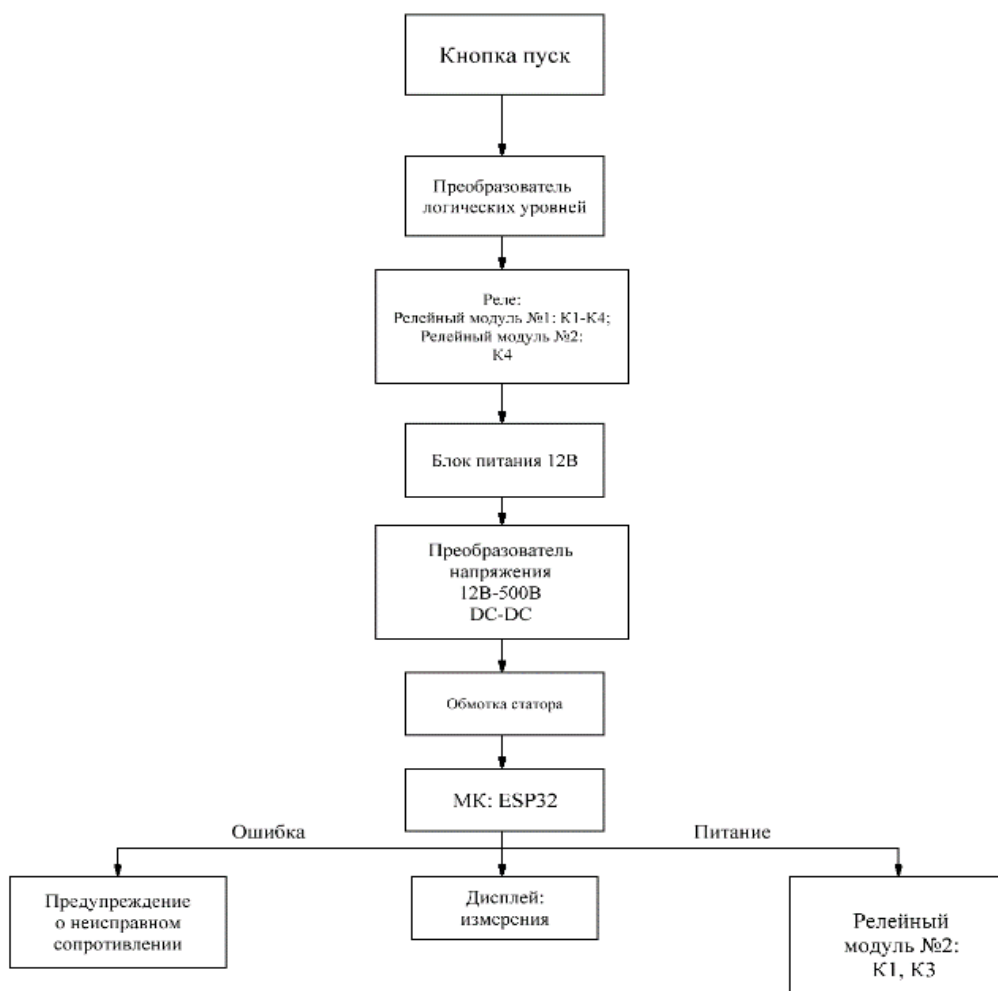


Рис. 3. Структурная схема модернизированного устройства

Окончательный внешний вид модернизированного устройства автоматического предпускового замера уровня сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя показан на рис. 4.

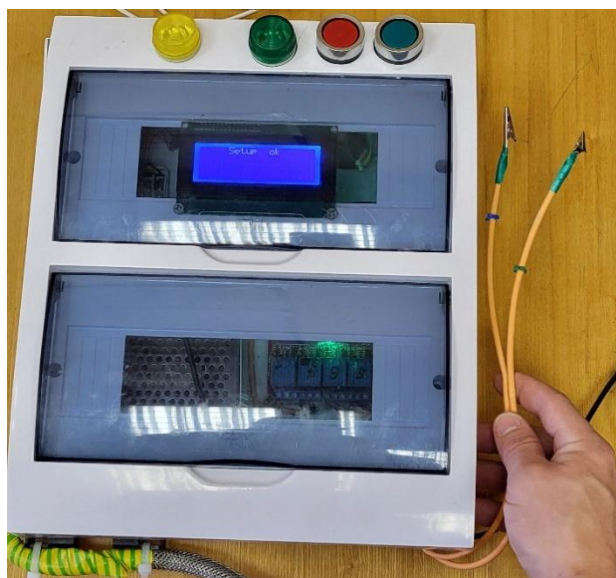


Рис. 4. Внешний вид модернизированного устройства автоматического предпускового замера уровня сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя

Как видно на рис. 4, устройство имеет щитовое исполнение, измерительные электроды выполнены из экранированного кабеля, так же как и кабель питания устройства. Основные средства индикации – жидкокристаллический (ЖК) экран и сигнальные лампы. Лампы показывают норму сопротивления изоляции (зеленая лампа) или снижение изоляции ниже нормы (желтая лампа). На ЖК экране отображается значение текущего сопротивления изоляции и информации о нормальной работе устройства и наличии аварий. Также на экране при понижении сопротивления изоляции выводится название аварийного электрооборудования с местом установки и рекомендации по устранению аварийной ситуации. Также на лицевой панели расположены кнопки управления «ПУСК» и «СТОП».

Модернизированное устройство позволит автоматизировать процесс измерения сопротивления изоляции электрооборудования, что исключит появления аварийных ситуаций, связанных с коротким замыканием электрооборудования. Главная цель внедрения современных средств автоматизации и измерения снижение влияния человеческого фактора на безопасность мореплавания [6–8]. Устройство позволит сократить расходы на ремонт по причине выхода из строя электрооборудования. Автоматизированное устройство может быть применено для обучения будущих операторов судового электрооборудования и средств автоматики.

Литература

1. Власов А.Б. Исследование изоляции судовых электрических машин в процессе эксплуатации и судоремонта // Вестник МГТУ. – 2008. – Т. 11, № 3. – С. 475–482.
2. Матвеев Ю.В. Контроль сопротивления изоляции судовых электроэнергетических систем с применением теории массового обслуживания // Вестник МГТУ. – 2019. – Т. 22, № 4. – С. 496–502.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 мая 2021 г. № 786 «О системе управления государственными программами Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 26.05.2023; в ред. от 02.08.2023.
4. Данилов Д.С., Рогожников А.О. Проблема пуска электродвигателей при их длительном застое в условиях агрессивной среды // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 43–45.
5. Данилов Д.С., Рогожников А.О. Разработка устройства предпускового замера сопротивления изоляции и автоматического пуска электродвигателя // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 46–49.
6. Белов О.А., Зайцев С.А. К вопросу оценки безопасности морских судов камчатского флота // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 80–83.
7. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 42. – С. 6–10.
8. К вопросу совершенствования судоремонта и технического обслуживания морских судов Камчатского края / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.О. Рогожников, Ю.В. Крутень // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 109–111.

УДК 621.791

М.Д. Сгибнев, А.С. Корж, А.Ю. Семенов, Д.П. Ястребов, В.А. Швецов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: maksim1.0.1mail.ru*

РАЗРАБОТКА СВАРОЧНОГО ПОЗИЦИОНЕРА МАЛОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

В данной статье проанализирована проблема сварки круговых швов и рассмотрена возможность создания сварочного вращателя, способного быть конкурентным по сравнению более дорогостоящим аналогом. Разработан сварочный позиционер (манипулятор изделия), который представляет собой устройство, фиксирующее и вращающее деталь в удобном положении. Разработанный сварочный позиционер обеспечивает удобство эксплуатации при ручной сварке, и тем самым можно добиться более качественной работы. Устройство может быть использовано непосредственно на судах и кораблях при сварочных работах.

Ключевые слова: сварочный позиционер, сварочный вращатель, сварка, круговой шов, безопасность сварки, оборудование для сварки, оптимизация работ.

M.D. Sgibnev, A.S. Korzh, A.Yu. Semenenko, D.P. Yastrebov, V.A. Shvetsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: maksim1.0.1mail.ru*

DEVELOPMENT OF A LOW-LOAD WELDING POSITIONER

This article analyzes the problem of welding circular seams and considers the possibility of creating a welding rotator that can be competitive in comparison with more expensive analogues. A welding positioner (manipulator product) has been developed, which is a device that fixes and rotates the part in a convenient position. The developed welding positioner ensures ease of use during manual welding and thus, higher quality work can be achieved. The device can be used directly on ships and ships during welding work.

Key words: Welding positioner, welding rotator, welding, circular seam, welding safety, welding equipment, optimization of work.

В экономике и развитии Камчатского края большую роль играет рыбодобывающий, транспортный и военно-морской флот [1]. Обилие судов и кораблей в регионе ставит перед судоремонтными заводами и верфями задачи повышения эффективности проведения ремонтных работ [2]. Необходимость обеспечения заводов устройствами для сварки является важной и актуальной проблемой, так как именно сварные работы играют ключевую роль в судоремонте и судостроении.

Применение сварочного вращателя значительно упрощает сварку цилиндрических изделий, т. к. вращательное движение обеспечивает планшайба, соединенная с электрическим приводом. На приведенном ниже рис. 1 можно увидеть, что крепление детали делает сварку проще.

Основная проблема, с которой столкнулся автор, – это отсутствие на рынке широкого выбора сварочных позиционеров малой грузоподъемности по доступной цене.

Рассмотрим характеристики и возможности позиционера Handa CNC-100. Данный аппарат предназначен для сварки круговых швов. Позиционер рассчитан на детали весом до 80 кг, оснащен шаговым двигателем и блоком управления, который можно запрограммировать. Угол поворота планшайбы составляет от 0° до 360°, точность угла поворота стола составляет до 1°, есть возможность настраивать время задержки начала вращения стола и регулировать скорость вращения планшайбы. Стоимость аппарата составляет 180 тыс. руб.



Рис. 1. Крепление детали в сварочном позиционере

Другим вариантом является позиционер АТТА HD-50, имеющий грузоподъемность до 50 кг в вертикальном положении и до 30 кг в горизонтальном положении. Диаметр планшайбы составляет 315 мм, а ее поворот осуществляется вручную с помощью маховика. Имеется возможность регулировки скорости вращения планшайбы. Стоимость данного аппарата составляет 90 тыс. руб.

Проанализировав стоимость и характеристики сварочных позиционеров, имеющихся в продаже [3, 4], авторы статьи совместно с командой пришли к выводу, что можно разработать позиционер, который может стать альтернативой дорогим аналогам. Проектом могут заинтересоваться судоремонтные и металлообрабатывающие мастерские; частные лица, занимающиеся металлообработкой; средние и высшие учебные заведения технического направления.

Так, например, потенциальным потребителем могут быть «Северо-Восточный ремонтный центр», «Вилючинская верфь», «Варяг Техсервис», «Камчатский морской энергетический техникум», КамчатГТУ.

На базе КамчатГТУ был создан прототип аппарата, фото которого представлено на рис. 2.



Рис. 2. Прототип сварочного позиционера

Разработанный сварочный позиционер рассчитан на вес изделий до 50 кг. Угол наклона планшайбы составляет 90° , что позволяет производить сварку труб (длинных тел вращения), используя роликовую опору, диаметр планшайбы 350 мм. Как и у аналогов, угол поворота планшайбы составляет от 0° до 360° , точность угла поворота стола составляет до 1° . Блок управления

позволяет задавать скорость и угол вращения с помощью удобных органов управления. Блок управления основан на управляющей плате Arduino, которая легко программируется. Структурная схема блока представлена на рис. 3.

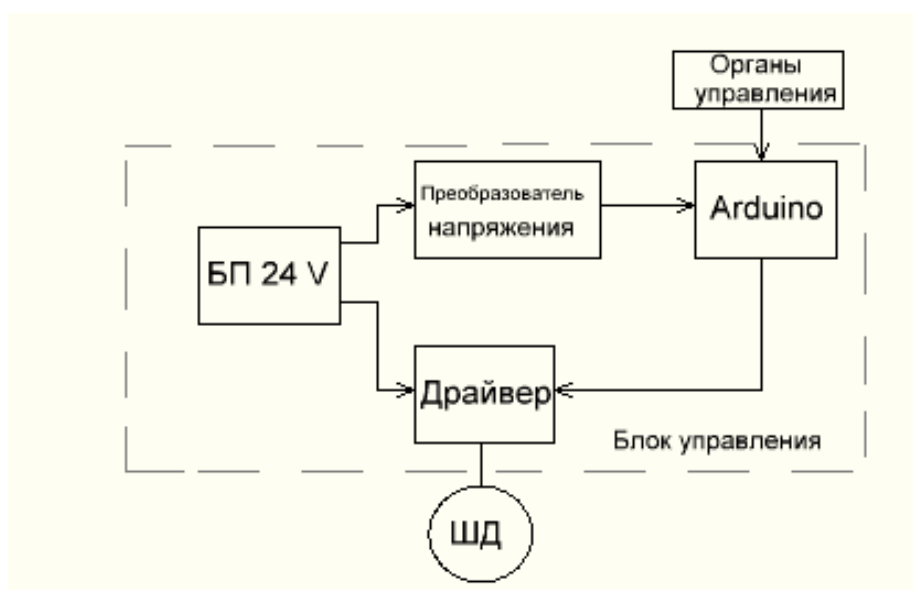


Рис. 3. Структурная схема блока управления

Плата Arduino обрабатывает сигналы от органов управления и подает сигналы на драйвер шагового двигателя, который формирует напряжение питания обмоток двигателя.

Перечень расходов на приобретенное оборудование и комплектующие по проекту представлен в таблице. Потенциальная итоговая стоимость составила 57 238 руб. Стоит отметить, что это расчет штучного изделия в условиях камчатских цен, и если поставить изготовку устройства на серийное производство, то цену можно будет уменьшить.

Закупленное оборудование и комплектующие

Название расходов	Цена, руб.
Планетарный редуктор	2 000
Шаговый двигатель	6 800
Шкив алюминиевый и ремень зубчатый	3 386
Подшипники	3 710
Штурвал с ручкой и опора ШВП	1 365
Блок питания	1 527
Драйвер шагового двигателя	1 560
Обработка деталей и заготовки	8 800
Угломер	1 000
Лазерная резка вместе с металлом	14 100
Токарно-фрезерные работы	6 000
Сборка блока питания	7 000

Разработка оборудования для сварки является важной и актуальной задачей, и в данной статье показано, что на базе университета возможно создавать альтернативу покупке дорогих аппаратов.

Литература

1. О результатах внедрения научных исследований на рыбопромысловых судах Камчатского края / Д.П. Ястребов, К.И. Еришова, А.С. Летунов, Д.Е. Дуров // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-техн. конф. (25–26 ноября 2021 г.) // Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2022. – С. 32–35.

2. К вопросу совершенствования судоремонта и технического обслуживания морских судов Камчатского края / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.О. Рогожников, Ю.В. Крутьень // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 109–111.

3. Магазин nauticexpo [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nauticexpo.com/boat-manufacturer/electric-engine-35892.html> (дата обращения: 13.10.2023).

4. Магазин СнабКомплект [Электронный ресурс]. – URL: <http://snabkomplekt41.ru/contacts> (дата обращения: 13.10.2023).

УДК 621.311.6:378

А.Ю. Семенов, О.А. Белов, Д.П. Ястребов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ
РАЗРАБОТАННОГО ЛАБОРАТОРНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ
С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ
МОРСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Качественная эксплуатация морских судов различного назначения имеет важное значение для экономики Камчатского края. Эффективное функционирование средств радиосвязи и навигации непосредственно связано с эффективностью эксплуатации судна и безопасностью мореплавания. Возможность быстрого восстановления работоспособности судовых радиотехнических средств является актуальной задачей технической эксплуатации. Для ее оперативного решения предлагается внедрение в учебный процесс лабораторного блока питания, использование которого позволит повысить профессиональный уровень радиотехнического персонала в сфере технического обслуживания и ремонта судовой радиоэлектронной аппаратуры.

Ключевые слова: лабораторный блок питания, эксплуатация технического оборудования, морские специалисты, профессиональная переподготовка.

A. Yu. Semenenko, O.A. Belov, D.P. Yasterbov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

**ON THE ISSUE OF APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS
OF A DEVELOPED LABORATORY POWER SUPPLY
TO IMPROVE THE PROFESSIONAL SKILLS OF MARINE SPECIALISTS**

High-quality operation of sea vessels for various purposes is important for the economy of the Kamchatka Territory. The effective functioning of radio communications and navigation equipment is directly related to the efficiency of the vessel's operation and the safety of navigation. The ability to quickly restore the functionality of ship radio equipment is an urgent task of technical operation. To quickly solve it, it is proposed to introduce a laboratory power supply into the educational process, the use of which will improve the professional level of radio technical personnel in the field of maintenance and repair of ship electronic equipment.

Key words: laboratory power supply, operation of technical equipment, marine specialists, professional retraining.

Качественная профессиональная подготовка судовых радиоспециалистов является важной задачей, требующей не только изучения эксплуатационных характеристик современных технических средства, но и приобретения навыков устранения различных неполадок в радиотехнических устройствах. Внедрение универсального лабораторного блока питания в учебный процесс направлено на отработку навыков по устранению неполадок и организации ремонта судовой радиоаппаратуры, а также для наглядной демонстрации процессов, протекающих в радиотехнических системах в период эксплуатации [1, 2].

Согласно требованиям регламентов инженеры и специалисты в сфере эксплуатации технического оборудования, а также слушатели, проходящие повышение квалификации и профессиональную переподготовку, обязаны обладать навыками анализа аварийных ситуаций и принятия

оперативных решений по их локализации. Судовой радиотехнический персонал должен обеспечивать качественную эксплуатацию радиотехнических средств, организовывать своевременное техническое обслуживание, уметь определять неисправности, их характер и принимать оперативные действия по их устранению [3].

Опыт эксплуатации радиотехнической аппаратуры показывает, что большинство аварийных ситуаций и выходов из строя судового радиооборудования происходит по вине персонала. Поэтому совершенствование подготовки специалистов, а также техническое обеспечение ремонта и восстановления радиотехнической аппаратуры является актуальной задачей. Предлагаемый универсальный лабораторный блок питания (ЛБП) предназначен для решения подобных задач. Он представляет собой комплексное устройство, обладающее возможностью определения основных параметров и принципов работы узлов судовой радиоаппаратуры, их внешнего запуска, настройки и вывода на рабочие режимы эксплуатации.

Разработанный ЛБП позволяет также имитировать аварийные режимы работы, в том числе такие, как короткое замыкание и превышение номинального напряжения. Имитация нестандартных режимов работы судовой радиоаппаратуры в учебном процессе позволяет сформировать у обучаемых необходимые профессиональные компетенции безаварийной технической эксплуатации оборудования и выработать психологическую устойчивость при возникновении различных нештатных ситуаций [4].

Цель статьи – оптимизировать и усовершенствовать разработанный универсальный ЛБП для внедрения в учебный процесс подготовки морских специалистов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач по модернизации конструкции блока питания, оптимизации его элементной базы, технологии сборки в комплектное устройство и проверки работоспособности.

В рамках принятых технических решений был определен перечень основного оборудования, комплектующих элементов, а также оборудования для изготовления нестандартных элементов разрабатываемого устройства. Дополнительно проведена работа по моделированию отдельных элементов установки и разработке технологий по их изготовлению и контролю качества.

Перечень основного оборудования, приобретенного в рамках реализации данного проекта, представлен в таблице.

Список приобретенных устройств для сборки аппаратной части многофункционального тренажера

Наименование	Стоимость, руб.	Количество, шт.	Общая стоимость, руб.
DT24W-400A Тестер напряжения и тока, температуры и мощности	3 600	1	3 600
Тепловизор FLIR ONE PRO	41 900	1	41 900
Понижающий модуль RD6018W, USB DC-DC напряжения 60В 18А	6 670	1	6 670
AD-155А, Блок питания, 80.8В,5.5А; 405Вт	27 040	1	27 040
LCD12864 (3.3V Blue Back light)	1 700	6	10 200
Программируемый портативный мини-смарт-паяльник Pine64	5 200	2	10 400
Кнопка (ТС-12ЕТ) (SWT-9) и щетки, радиодетали и материал	200	40	8 000
Grove - Encoder, Энкодер	610	40	24 400
MTS-102 А-2, Тумблер ON-ON (3А 250VAC) SPDT 3P	85	40	3 400
Мультиметр RICHETERS RM113D	1 150	2	2 300
3D-принтер Tronxy XY PRO V2	39 000	1	39 000
<i>Итого, руб.:</i>			<i>~175 000</i>

После сборки управляющей части модуля из перечня устройств, представленных в таблице, была произведена оценка их надежности в разных режимах работы. Оценка надежности производилась путем тестирования элементов по специально разработанным программам с помощью мультиметра контроля качества мощности.

После этапа сборки силовой части ЛБП и его испытаний было доработано программное обеспечение устройства. Универсальный лабораторный блок питания представлен на рис. 1.



Рис. 1. Визуализация готового универсального ЛБП

Из рис. 1 можно понять, что у разрабатываемого ЛБП предусмотрено две рабочие секции, блок питания, органы управления и панель с индикацией. Представленная комплектация позволяет задавать различные режимы работы устройства и моделировать нестандартные отклонения эксплуатационных параметров. В дальнейшем представленный универсальный блок планируется дополнить устройством отображения информации и дополнительной секцией управления.

Для изготовления элементов, не подлежащих закупке в рамках целей проекта, был приобретен 3D-принтер «Тронху XY2-PRO». Разработка 3D-моделей элементов тренажера осуществлялась на базе мореходного факультета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» в специально выделенном помещении. Процесс 3D-печати элементов для осуществления сборки аппаратной части устройства представлен на рис. 2.

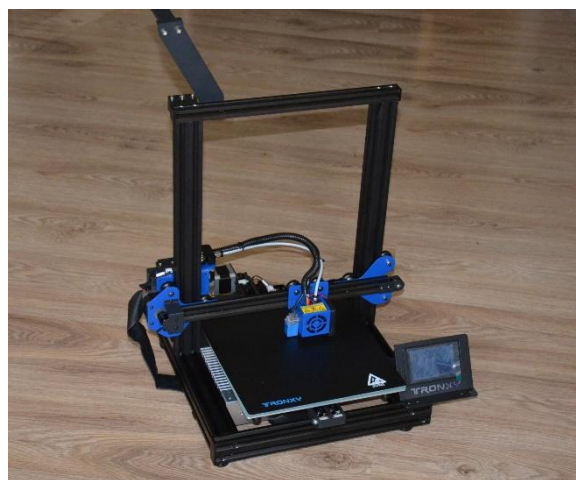


Рис. 2. 3D-печать элементов, не подлежащих закупке в рамках целей проекта

Была осуществлена пробная печать элементов, оценены прочностные характеристики полученных изделий. Дополнительно проведена оптимизация эргономичности лицевой панели и разработка системы креплений для упрощения технологии сборки. После создания всех необходимых компонентов была осуществлена сборка элементов и комплектование модулей универсального лабораторного блока питания. Результат сборки макета и общий вид устройства в различных плоскостях представлены на рис. 3.

Аналогичные устройства промышленного производства в своем составе имеют систему плавного пуска, аналоговые узлы модулей, установленные на стеклотекстолите, что увеличивает их массу и габариты [5].

Новизна разработки, представленной на рис. 3, заключается в большей функциональности, надежности и работоспособности, чем у аналогов. В разработанном устройстве использованы

современные материалы и технологии. Модуль управления на основе функционального ШИМ контроллера, а также высокостабильный индикатор, на котором воспроизводятся параметры работы вывода результатов, отвечают современным требованиям.



Рис. 3. MVP универсального ЛБП

Применение высококачественных компонентов обеспечивает блоку большой запас по мощности и расширяет диапазон его практического использования. Возможно его использование как в качестве самостоятельного источника питания, так и в качестве инструмента для настройки, регулировки и тестирования радиотехнического оборудования.

Многофункциональность представленного блока питания позволяет моделировать различные режимы работы радиооборудования и имитировать нештатные ситуации. Наглядная демонстрация таких процессов формирует у обучаемых понимание причин их возникновения и вырабатывает навыки правильной технической эксплуатации радиооборудования. Внедрение универсального блока питания в учебный процесс будет способствовать повышению качества подготовки радиотехнических специалистов. Кроме того, представленный ЛБП может использоваться на судах для поиска неисправностей, настройки и тестирования элементов радиотехнического оборудования. Таким образом, внедрение универсального лабораторного блока питания будет способствовать снижению экономических потерь и обеспечению безопасности мореплавания.

Литература

1. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока: Практическое пособие для инженеров. – М.: ДМК-Пресс, 2010. – 224 с.
2. Белов О.А., Толстова Л.А. Моделирование процесса обучения курсантов для формирования навыков технической эксплуатации // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2016. – № 3 (16). – С. 78–81.
3. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты / Международная морская организация. – Лондон: ИМО, 2013. – 413 с.
4. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2014. – № 30. – С. 11–16.
5. К вопросу совершенствования судоремонта и технического обслуживания морских судов Камчатского края / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.О. Рогожников, Ю.В. Крутьень // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XIV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (21–22 марта 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2023. – С. 109–111.

УДК 621.564

Е.А. Степанова, С.А. Хорохорин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: len_sta@rambler.ru*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ,
КОТОРЫЕ ПРИДУТ НА ЗАМЕНУ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИМ ФРЕОНАМ**

Выполнен сравнительный анализ хладагентов. Приведены преимущества и недостатки каждого.

Ключевые слова: хладагент, температура.

E.A. Stepanova, S.A. Khorokhorin

*Kamchatsky State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: len_sta@rambler.ru*

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ALTERNATIVE REFRIGERANTS
THAT WILL REPLACE OZONE-DEPLETING FREONS**

A comparative analysis of refrigerants was performed. The advantages and disadvantages of each are given.

Key words: refrigerant, temperature.

Хладагент обеспечивает возможность понизить температуру в камере ниже температуры окружающей среды, что дает возможность хранить более длительный срок те продукты, которые при обычных условиях потеряли бы свои свойства, и их невозможно было бы использовать по назначению. Эксперты различного профиля в один голос утверждают о важности правильного подбора хладагента. Усугубляется это и тем, что в 2020 г. Россия ратифицировала поправку к Монреальскому протоколу, согласно которой потребление гидрофторуглеродов (R134a, R404a, R407a, R410a и др.) с 2020 г. должно сократиться на 5%, с 2025 г. – на 35%, с 2036 г. – на 85%. Поэтому проблема выбора и перехода на альтернативные хладагенты актуальна как никогда. В этой статье рассматриваются и сравниваются некоторые альтернативные хладагенты.

Углекислый газ (R744)

Углекислый газ или диоксид углерода – это бесцветный негорючий газ, который обладает слегка кисловатым запахом. Тем не менее при повышенной концентрации диоксида углерода его по воздействию на человека относят к удушающим газам. При утечке в замкнутом помещении этот газ способен скапливаться на уровне пола, причина этого кроется в том, что он тяжелее воздуха.

Преимущества углекислого газа:

- экологическая безопасность. Это значит, что диоксид углерода не способствует разрушению озонового слоя;
- экономичность. Стоимость данного хладагента значительно меньше по сравнению с синтетическими фреонами. Также его использование позволяет снизить эксплуатационные расходы;
- холодильные системы, использующие в качестве хладагента углекислый газ значительно компактнее. Это возможно благодаря тому, что данный хладагент обладает отличными теплофизическими свойствами;
- инертен к материалам. Это означает, что при производстве холодильной техники могут использоваться фактически любые материалы.

Главные недостатки:

- низкая критическая температура 31°C. Углекислый газ будет невозможно сжать до жидкого состояния, если его температура будет выше 31°C и, следовательно, приведет к снижению эффективности работы холодильной установки;
- высокие рабочие давления, практически до 10 МПа.

Чтобы исправить эти недостатки, рекомендуется использовать углекислый газ как компонент в смеси с другими хладагентами. Например, с пропаном и бутаном.

Аммиак (R717)

Аммиак – это бесцветный газ с острым раздражающим запахом, едкий, легче воздуха.

Преимущества и особенности использования аммиака как хладагента:

- высокая критическая температура, а также высокая удельная теплота парообразования, низкие температуры кипения и замерзания при атмосферном давлении. Все это делает R717 подходящим хладагентом для использования в холодильных установках большой мощности;
- высокая удельная массовая производительность. Это значит, что данный хладагент хорошо отводит тепло от охлаждаемой среды;
- экологическая безопасность – озоноразрушающая способность (ОРС) и потенциал глобального потепления (ПГП) аммиака равны нулю. Это значит, что этот газ не способствует развитию глобального потепления и разрушению озонового слоя;
- высокая доступность на российском рынке – Россия производит и экспортирует аммиак в больших количествах, являясь при этом одним из ведущих мировых экспортеров аммиака, общий объем производства которого исчисляется миллионами тонн в год. Но даже несмотря на это, аммиак применяется в качестве хладагента относительно редко;
- аммиак, цена которого напрямую связана со стоимостью природного газа, даже при пиковых ценах последнего, остается в несколько раз более дешевым, чем ГФУ;
- ГОСТ 12.1.007-76 относит аммиак к 4-й группе опасности (малоопасные вещества), по классификации ASHRAE для хладагентов аммиаку присвоена группа B2L – токсичный, трудногорючий, поэтому обращение с ним требует подготовки и соответствующих мер безопасности, при этом:
 - имеет обширную историю применения, в связи с чем человечество изучило все риски и определило правила его безопасной эксплуатации и методы его эффективной эксплуатации;
 - аммиак токсичен, однако его можно обнаружить в воздухе до того, как концентрация станет опасной, благодаря характерному для него резкому и неприятному запаху;
 - с точки зрения пожароопасности аммиак так же горюч, как и популярный ГФУ-хладагент R-32, а также многие гидрофторолефины (ГФО);
 - если утечка происходит на открытом воздухе, то аммиак не достигает пожароопасной концентрации, так как улетучивается;
 - в холодильных машинах, которые используют аммиак в качестве хладагента, не применяются такие материалы, как медь, цинк, олово и многие их сплавы, а также некоторые виды резины и пластмасс, несмотря на то, что они используются в холодильных системах повсеместно;
 - возможность применения стали, более дешевого, по сравнению с цветными металлами, материала. Причиной этому служит меньшая, чем у фреонов, текучесть и неспособность проникать в кристаллическую решетку.

Недостатки:

- обладает характерным для него резким и неприятным запахом, который может быть значительным недостатком для многих объектов и промышленных процессов. Из-за этого запаха могут возникать проблемы с комфортом работы персонала;
- является токсичным веществом, которое может вызывать проблемы со здоровьем человека при попадании в организм. Это означает, что при его использовании требуется строго соблюдать безопасность и соответствующе обучить персонал;
- является раздражителем для глаз и слизистых оболочек, что может вызывать дискомфорт и приводить к возникновению различных заболеваний;
- является горючим веществом и может стать причиной пожара или взрыва, если не соблюдаются необходимые меры безопасности при его хранении и использовании.

Пропан (R290)

Пропан – это бесцветный газ, не имеющий запаха. Он очень пожароопасен, поэтому в него добавляют одорант. Газ слаботоксичен, однако при вдыхании паров наносится вред центральной нервной системе человека.

Преимущества пропана как хладагента:

- низкое воздействие на окружающую среду. Пропан при утечке на открытый воздух не окажет существенного влияния на окружающую среду;
- экономическая эффективность. Пропан широко распространен на рынке и стоит, относительно некоторых синтетических хладагентов, недорого;
- совместимость. Пропан схож по характеристикам с популярным ГХФУ хладагентом R22 (хлордифторметан), от которого, по условиям Монреальского договора, постепенно отказываются. Поэтому после небольших модификаций пропан можно использовать вместо R22;
- энергоэффективность. Термодинамические свойства пропана делают его эффективным хладагентом. К примеру, у пропана превосходные теплопередающие способности и высокая эффективность охлаждения, следовательно, используется меньше энергии на охлаждение, что в итоге способствует экономии энергии в холодильных системах.

Один из главных недостатков пропана – это его пожароопасность. Но если четко следовать технике безопасности при обращении с этим газом, то он становится неопасным. Но только до того момента, пока соблюдается техника безопасности.

Исходя из вышеизложенного, авторы считают, что если необходимо строить новое предприятие, то хладагентом желательно выбирать аммиак, а если требуется переводить старое предприятие на новый хладагент, например, с R22, то целесообразно выбирать пропан.

Литература

1. Холодильные системы на углекислом газе [Электронный ресурс] / Refhelp refrigeration engineering company. – URL: <https://refhelp.ru/co2> (дата обращения: 01.02.2024).
2. Гафуров Ш.Д., Карабаев А.С. Перспективы применения углекислого газа в холодильных машинах // Молодой ученый. – 2017. – № 7(141). – С. 46–48. – URL: <https://moluch.ru/archive/141/39627/> (дата обращения: 01.02.24).
3. Что такое газ пропан простыми словами [Электронный ресурс] // ТАНТАЛ-Д. – URL: <https://tantal-d.ru/spravochnaya-informaciya/cto-takoe-gaz-propan/> (дата обращения: 1.02.24).
4. Пропан как холодильный агент [Электронный ресурс]: Ксирон холод. – URL: <https://www.xiron.ru/content/view/31495/28/> (дата обращения: 02.02.2024).

УДК 62-9:681

М.С. Филатов, Р.К. Ахияров

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: filatovmihail41@gmail.com*

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ГАЛТОВОЧНОЙ МАШИНЫ

Работа современных судостроительных и судоремонтных предприятий требует совершенствования технологий металлообработки и повышения качества изготавливаемых металлических деталей. Для этих целей широко применяются галтовочные машины различных конструкций. Основным элементом практически любой галтовочной машины, обеспечивающим ее функциональность и эффективность, является электропривод. Совершенствование электропривода галтовочной машины, разработка и внедрение современных систем управления является важной задачей.

Ключевые слова: галтовка, электропривод, частотный преобразователь.

M.S. Filatov, R.K. Akhiyarov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: filatovmihail41@gmail.com*

ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM OF A BARRELING MACHINE

The work of modern shipbuilding and ship repair enterprises requires improving metalworking technologies and improving the quality of manufactured metal parts. For these purposes, barreling machines of various designs are widely used. The main element of almost any finishing machine, ensuring its functionality and efficiency, is the electric drive. Improving the electric drive of the barreling machine, developing and implementing modern control systems is an important task.

Key words: barrel polishing, electric drive, frequency converter.

В настоящее время в нашей стране в связи со сложной международной обстановкой наблюдаются проблемы с товарооборотом и импортом иностранного промышленного оборудования, поэтому правительство России выделяет большое количество грантов и средств на поддержку и развитие российского промышленного оборудования. Листовой металл, изделия из металла имеют большое применение во всех отраслях российской экономики, а значит неотъемлемой частью является промышленное оборудование по обработке металла. Оборудование по обработке металла является большим энергоемким потребителем, такое оборудование называется галтовочным.

Галтовка – это обработка изделий сухими или жидкими абразивными материалами в специальных емкостях, которые вращаются внутри этих емкостей, либо происходит в ходе вибрации. Процесс обработки металла воздействием на него сыпучего абразивного материала, который вместе с деталями помещают внутрь специального оборудования и подвергают вращению либо вибрации. Металлические детали после галтовочной обработки приобретают почти окончательный вид и в некоторых случаях могут получать дополнительные положительные качества [1].

Управление электроприводом происходит при помощи регулирования частоты частотным преобразователем. Структурная схема работы системы управления электроприводом галтовочной машины представлена на рис. 1.

На данной схеме представлены основные части частотного преобразователя. Три фазы постоянного тока присоединены к выпрямителю, преобразующему переменный ток в постоянный, после выпрямителя стоит Г-образный фильтр, предназначенный для сглаживания пульсаций после выпрямления переменного тока.

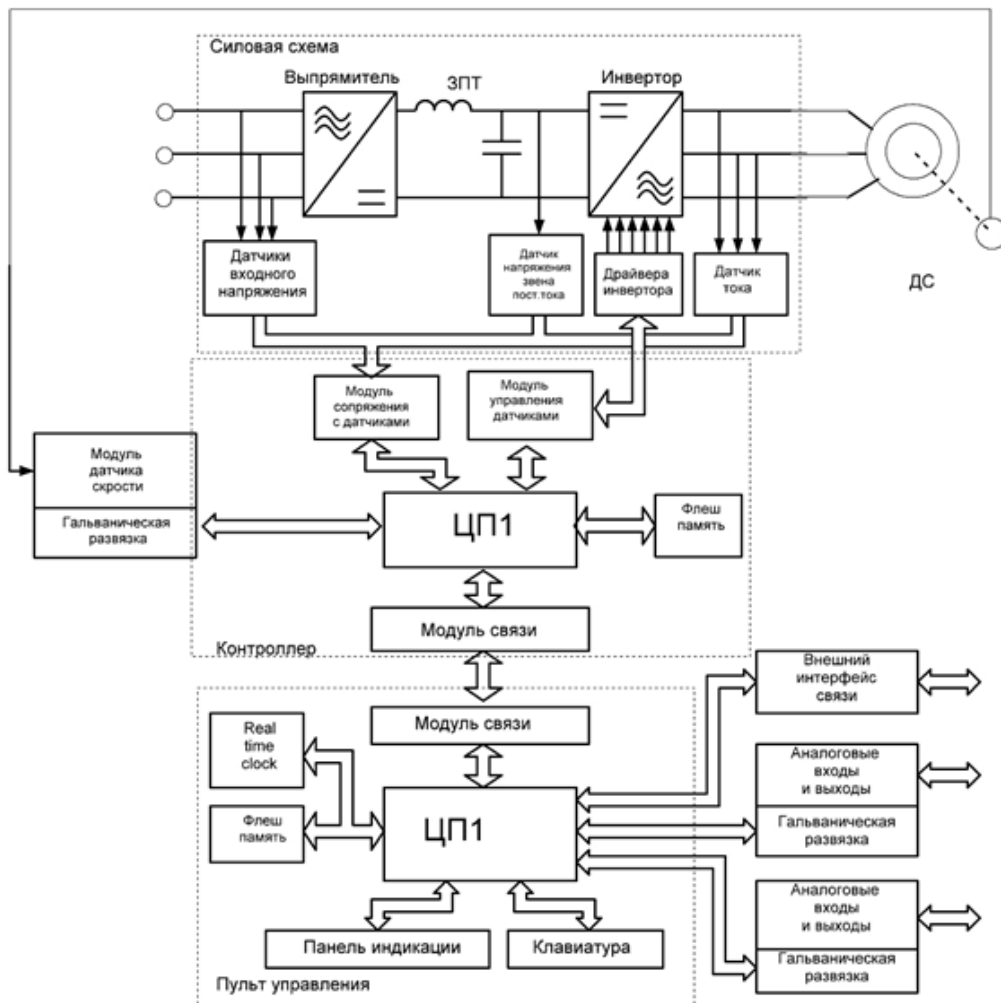


Рис. 1. Структурная схема работы системы управления

Общий принцип работы микроконтроллера и инвертора в составе электропривода представлен на рис. 2.

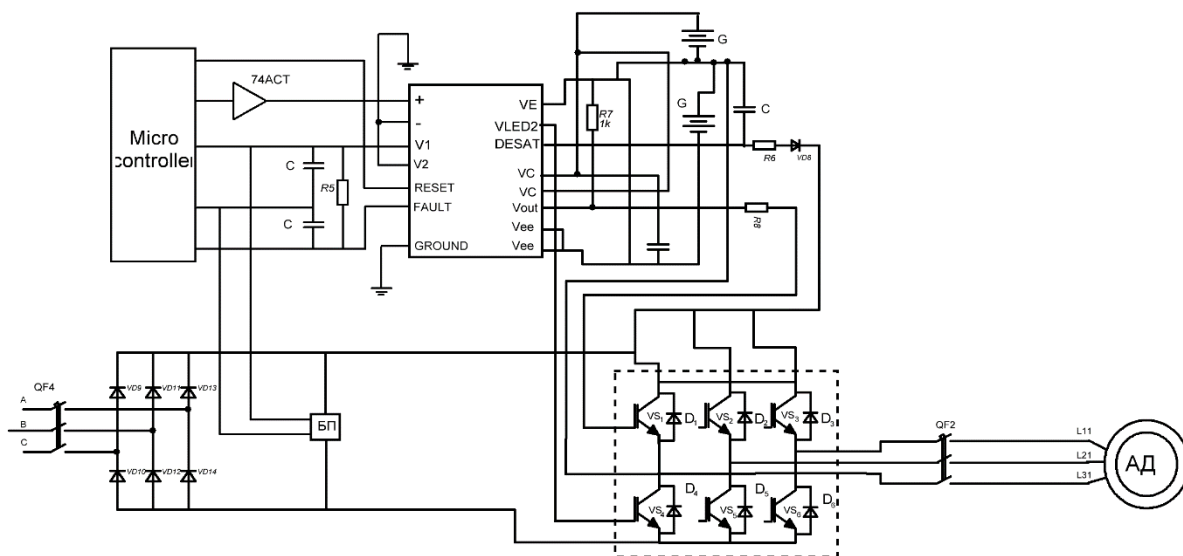


Рис. 2. Принципиальная схема работы микроконтроллера и инвертора в составе электропривода

Затем ток при помощи инвертора преобразуется в переменный. В схеме инвертора находятся три пары транзисторов по паре на каждую фазу, каждый из транзисторов пропускает по одному сигналу [2], а именно VS_1 ; VS_2 ; VS_3 – положительный сигнал, а VS_4 ; VS_5 ; VS_6 – отрицательный сигнал. Каждый из транзисторов шунтируется диодом в обратном направлении, база транзистора подключена к силовому драйверу, предназначенному для управления силовыми ключами через микроконтроллер, создавая плавное напряжение, изменяемое по величине и частоте, что в свою очередь и регулирует электропривод.

Для определения оптимальных режимов работы [3, 4], проведения испытаний и снятия рабочих характеристик была разработана физическая модель установки, общий вид которой представлен на рис. 3.

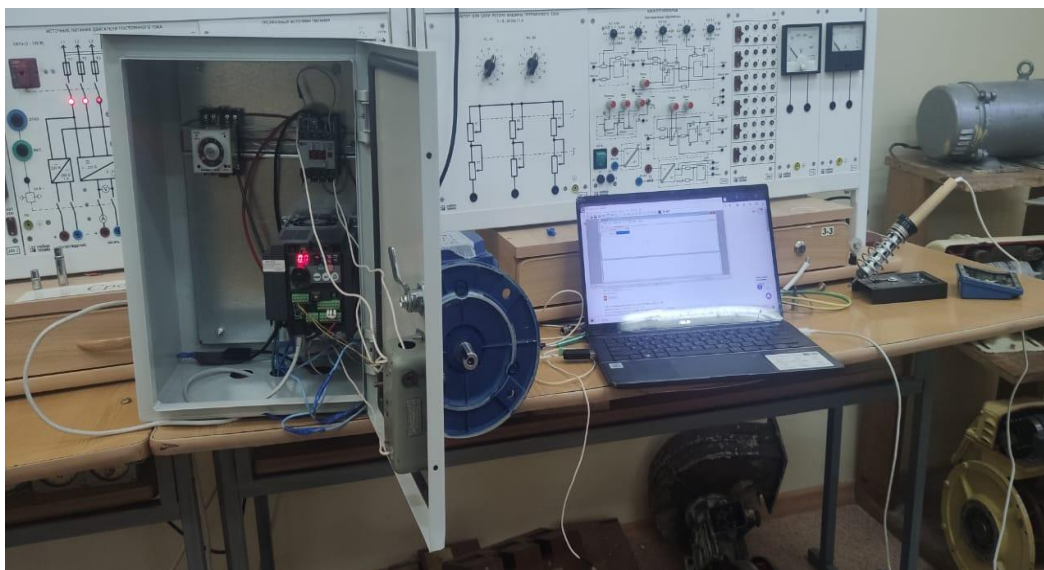


Рис. 3. Внешний вид испытательного макета, собранного на кафедре

По разработанным выше принципиальным структурным схемам (рис. 1 и 2) на кафедре был собран макет системы управления электроприводом, изображенный на рис. 3. Также была разработана графическая оболочка в программе Trace mode 6, позволяющая управлять электроприводом через персональный компьютер в дистанционном режиме по протоколу modbus [5] (рис. 4).

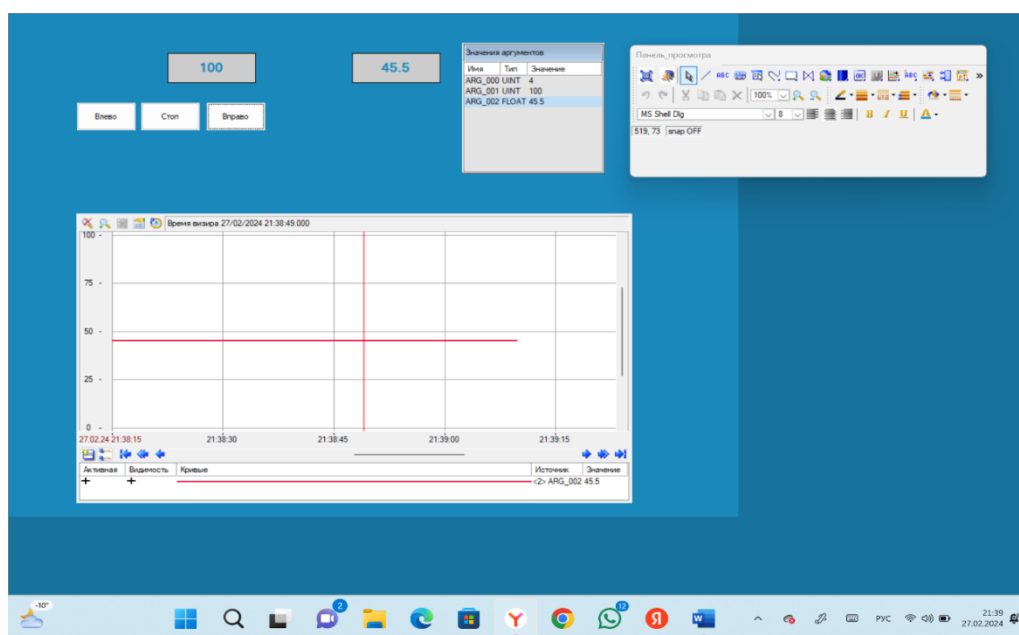


Рис. 4. Графическая оболочка в программе Trace mode

В состав макета входят щит системы управления электроприводом, асинхронный электродвигатель, релейно-контактная часть и программируемый частотный преобразователь фирмы Мицубиси. На кафедре был разработан и собран щит с системой управления электроприводом, проведены опыты, проверена работа. Была разработана система графического интерфейса управления через компьютер [6].

Для разработки полноценного энергоэффективного оборудования для обработки металла необходимо спроектировать галтовачную ванную или барабан. Разработка математической модели устройства для обработки металла позволит подробно исследовать величины напряжения, колебаний, возникающие в пружинных соединениях емкости, в которой будет происходить обработка металла. По математической модели можно определить и рассчитать основные коэффициенты и параметры, при которых устройство обработки металла будет работать более эффективно, с увеличенным моторесурсом пружинных опор и отдельных узлов, в которых будут наблюдаться динамические нагрузки, снижающие вероятность безотказной работы устройства.

Литература

1. Оборудование [Электронный ресурс] // Интернет-портал о металлообработке. – URL: <https://wikimetall.ru/oborudovanie> (дата обращения: 05.02.2024).
2. *Труднев С.Ю.* Исследование параллельной работы ШИМ-инвертора и однофазной сети // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб, 2014. – Вып. 28. – С. 60–66.
3. Исследование тепловых процессов асинхронного электродвигателя в продолжительном режиме работы с вариативной нагрузкой / *Г.С. Мясников, К.Р. Федосеев, Н.С. Рябовол, О.А. Белов* // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 58–62.
4. Исследование тепловых процессов асинхронного электродвигателя в кратковременном режиме работы с номинальной нагрузкой / *К.Р. Федосеев, Н.С. Рябовол, Г.С. Мясников, О.А. Белов* // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (9–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 86–90.
5. *Дыбля А.Ю., Дыбля Ю.В.* Использование промышленного интерфейса RS-485 и протокола передачи данных MODBUS RTU в системах диспетчеризации здания // Славянский форум. – 2019. – № 4. – С. 319–327.
6. *Труднев С.Ю.* Компьютерное моделирование однофазного асинхронного двигателя // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2020. – № 54. – С. 29–35.

УДК 637.5.02

С.Н. Царенко, Е.А. Голованев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: golovanev.evg@yandex.ru*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА НОЖАХ КУТТЕРА

В статье рассмотрена методика динамического расчета лабораторного стенда для исследования динамических нагрузок на ножах куттера. Математическая модель представлена двумя системами дифференциальных уравнений, решение которых получено аналитически. Установлен диапазон частот, в котором возможно возникновение резонансного режима работы оборудования.

Ключевые слова: куттер, нож куттера, динамические нагрузки, лабораторный стенд, колебания упругих систем.

S.N. Tsarenko, E.A. Golovanev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: golovanev.evg@yandex.ru*

DETERMINATION OF THE FREQUENCY CHARACTERISTICS OF A LABORATORY BENCH FOR THE STUDY OF DYNAMIC LOADS ON CUTTER KNIVES

The article considers the method of dynamic calculation of a laboratory bench for the study of dynamic loads on cutter knives. The mathematical model is represented by two systems of differential equations, the solution of which is obtained analytically. A frequency range has been set in which a resonant mode of operation of the equipment is possible.

Key words: cutter, cutter knife, dynamic loads, laboratory bench, vibrations of elastic systems.

Основную технологическую роль в производстве колбасной продукции исполняют машины для измельчения сырья. Для тонкого измельчения мясного мягкого сырья и превращения его в однородную гомогенную массу используют куттеры. Рабочим инструментом куттера являются ножи, которые устанавливаются на одном, двух или четырех валах. Узел ножевого вала куттера подвергается значительным нагрузкам динамического характера, которые зависят как от степени обработки сырья, так и от состояния самого оборудования (острота кромки ножа, износ подшипников и т. п.). Бесперебойная и качественная работа машины может быть обеспечена за счет постоянного мониторинга технического состояния оборудования, как его отдельных узлов, так и привода в целом. Существуют различные методы контроля состояния оборудования, например, косвенного характера – за счет контроля температуры и силы тока на двигателе привода [1]. Широкое распространение получили методы вибрационного контроля, так как дают комплексную информацию о состоянии оборудования. В работах [2, 3] рассмотрено применение метода вибрационного контроля для оценки состояния подшипникового узла ножевого вала куттера. Особенность применения данного метода заключается в том, что не всегда очевидна причинно-следственная связь между изменением амплитудно-частотных характеристик и факторов, их вызывающих. При этом важно определить не только сами усилия, которые возникают на опорах или валу, но и понять их специфику, природу происхождения, в чем различие сил: вызванных дисбалансом масс, затуплением кромки ножа, износом подшипникового узла и т. д.

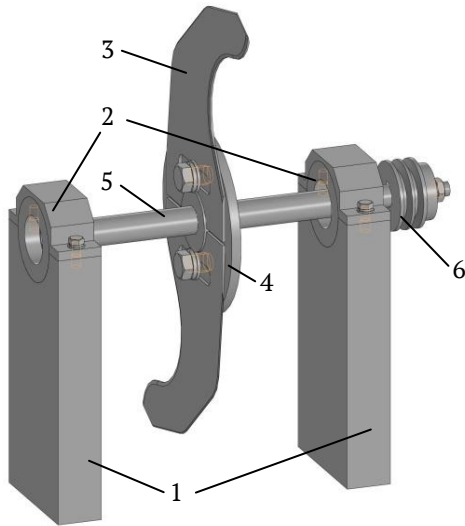


Рис. 1. Модель стенда для исследования динамических усилий в приводе ножевого вала куттера:
 1 – стойки; 2 – подшипниковые узлы с датчиками давления; 3 – ножи куттера; 4 – фланец крепления ножей; 5 – ножевой вал; 6 – приводной шкив

Для организации системы мониторинга технического состояния ножевого узла куттера был разработан лабораторный стенд для исследования динамических нагрузок, возникающих в процессе измельчения сырья. На рис. 1 представлены основные элементы стенда, не показаны чаша с измельчаемым продуктом и защитный кожух. В работе [4] приводится более детальное описание конструкции стенда, а также определены его основные массоцентровые характеристики.

Целью данного исследования является определение спектра собственных частот колебаний, что позволит установить диапазон скоростей, на котором возможно возникновение резонансных режимов работы.

В качестве расчетной схемы принята модель твердого тела на упругих опорах с четырьмя степенями свободы, аналогичный подход был использован в работе [5] для исследования динамических усилий в подвесах монорельсовой дороги.

Расчетная схема стенда представлена на рис. 2, здесь c_{kz} (c_{ky}), $k = 1, 2$ – жесткость опор в вертикальном и горизонтальном направлениях соответственно; l_n – осевая координата блока ножей; l_c – осевая

координата центра масс подвижного узла; $l_{ш}$ – осевая координата приводного шкива; G – вес подвижного узла; Q – усилие на ремне приводного шкива; P_z , P_y – составляющие силы резания на ноже куттера.

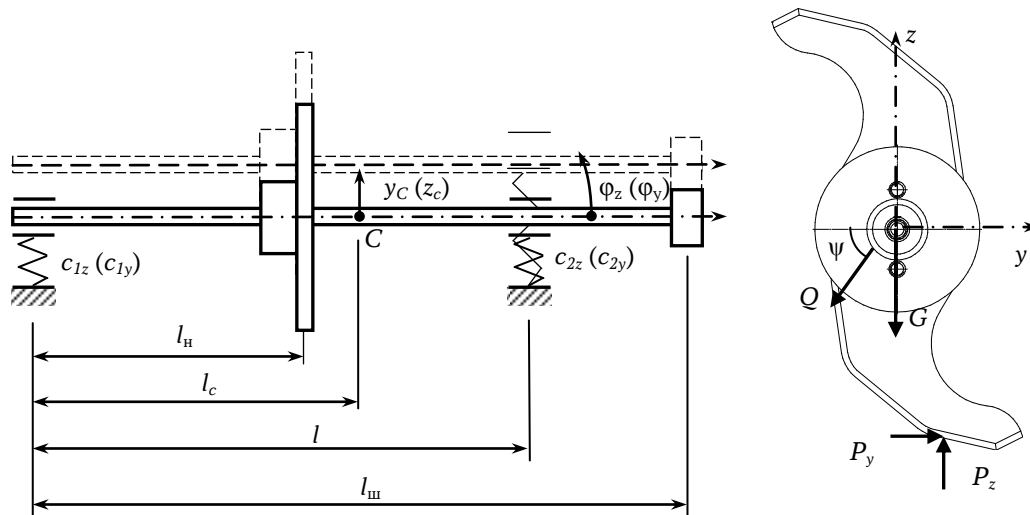


Рис. 2. Расчетная схема лабораторного стенда определения динамических усилий на приводе ножей куттера

Кинетическая энергия подвижного узла стенда с учетом упругой податливости опор будет:

$$T = \frac{M\dot{z}_c^2}{2} + \frac{M\dot{y}_c^2}{2} + \frac{I_{zc}\dot{\phi}_z^2}{2} + \frac{I_{yc}\dot{\phi}_y^2}{2}, \quad (1)$$

где \dot{z}_c , \dot{y}_c – проекции вектора скорости центра масс на координатные оси, $\dot{\phi}_y$, $\dot{\phi}_z$ – угловые скорости относительно осей y и z соответственно.

Обобщенные силы по соответствующим перемещениям имеют вид

$$\begin{aligned} Q_z &= -G - c_{1z}(z_c + \varphi_y l_c) - c_{2z}(z_c - \varphi_y(l-l_c)) - Q \sin \psi + P_z; \\ Q_y &= -c_{1z}(y_c + \varphi_y l_c) - c_{2z}(y_c - \varphi_y(l-l_c)) - Q \cos \psi + P_y; \\ Q_{\varphi_y} &= -c_{1z}(z_c + \varphi_y l_c) l_c + c_{2z}(z_c - \varphi_y(l-l_c))(l-l_c) - Q \sin \psi (l_{ш} - l_c) - P_z(l_c - l_n); \\ Q_{\varphi_z} &= -c_{1y}(y_c + \varphi_z l_c) l_c + c_{2y}(y_c - \varphi_z(l-l_c))(l-l_c) - Q \cos \psi (l_{ш} - l_c) - P_y(l_c - l_n). \end{aligned}$$

На основе уравнения Лагранжа 2-го рода [6] получим две системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} M\ddot{z}_c + c_{1z}(z_c + \varphi_y l_c) + c_{2z}(z_c - \varphi_y(l-l_c)) = -G - Q \sin \psi + P_z; \\ I_y \ddot{\varphi}_y + c_{1z}(z_c + \varphi_y l_c) l_c - c_{2z}(z_c - \varphi_y(l-l_c))(l-l_c) = -Q \sin \psi (l_{ш} - l_c) - P_z(l_c - l_n). \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} M\ddot{y}_c + c_{1y}(y_c + \varphi_z l_c) + c_{2y}(y_c - \varphi_z(l-l_c)) = -Q \cos \psi + P_y; \\ I_z \ddot{\varphi}_z + c_{1y}(y_c + \varphi_z l_c) l_c - c_{2y}(y_c - \varphi_z(l-l_c))(l-l_c) = -Q \cos \psi (l_{ш} - l_c) - P_y(l_c - l_n). \end{cases} \quad (3)$$

Ограничимся случаем собственных колебаний, когда правая часть систем (2) и (3) равна нулю. Для данного случая получим зависимости для углов поворота φ_y , φ_z и уравнения поперечных перемещений центра масс относительно осей z и y :

$$\varphi_y = \frac{M\ddot{z}_c + (c_{1z} + c_{2z})z_c}{c_{1z}l_c - c_{2z}(l-l_c)}; \quad \varphi_z = \frac{M\ddot{y}_c + (c_{1y} + c_{2y})y_c}{c_{1y}l_c - c_{2y}(l-l_c)}, \quad (4)$$

$$\frac{d^4 z_c}{dt^4} + \alpha_z \frac{d^2 z_c}{dt^2} + \beta_z z_c = 0; \quad \frac{d^4 y_c}{dt^4} + \alpha_y \frac{d^2 y_c}{dt^2} + \beta_y y_c = 0, \quad (5)$$

здесь введены следующие обозначения:

$$\alpha_z = \frac{1}{MI_y} (I_y(c_{1z} + c_{2z}) + Mc_{1z}l_c^2 + Mc_{2z}(l-l_c)^2); \quad \beta_z = \frac{c_{1z}c_{2z}l^2}{MI_y},$$

$$\alpha_y = \frac{1}{MI_z} (I_z(c_{1y} + c_{2y}) + Mc_{1y}l_c^2 + Mc_{2y}(l-l_c)^2); \quad \beta_y = \frac{c_{1y}c_{2y}l^2}{MI_z}.$$

Подставив параметры модели, полученные в работе [4], для наименее выгодного расположения вала:

$$c_{1z} = c_{2z} = 1,34 \cdot 10^9 \text{ Н/м}; \quad c_{1y} = c_{2y} = 9,08 \cdot 10^7 \text{ Н/м}; \quad l = 0,315 \text{ м}; \quad l_c = 0,205 \text{ м};$$

$$M = 7,16 \text{ кг}; \quad I_y = 0,105 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad I_z = 0,0776 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

получим значения коэффициентов:

$$\begin{aligned} \alpha_z &= 1,07 \cdot 10^9 \text{ с}^{-2}; \quad \beta_z = 2,37 \cdot 10^{17} \text{ с}^{-4}; \\ \alpha_y &= 8,87 \cdot 10^7 \text{ с}^{-2}; \quad \beta_y = 1,47 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-4}. \end{aligned} \quad (6)$$

Решения уравнений (5) имеют вид:

$$z_c(t) = A_1 \sin \omega_1 t + B_1 \cos \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t + B_2 \cos \omega_2 t; \quad (7)$$

$$y_c(t) = A_3 \sin \omega_3 t + B_3 \cos \omega_3 t + A_4 \sin \omega_4 t + B_4 \cos \omega_4 t, \quad (8)$$

где

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{2}(\alpha_z - \sqrt{\alpha_z^2 - 4\beta_z})}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{2}(\alpha_z + \sqrt{\alpha_z^2 - 4\beta_z})},$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{1}{2}(\alpha_y - \sqrt{\alpha_y^2 - 4\beta_y})}; \quad \omega_4 = \sqrt{\frac{1}{2}(\alpha_y + \sqrt{\alpha_y^2 - 4\beta_y})}$$

– собственные частоты колебаний системы;

$A_k, B_k, k = 1-4$ – произвольные постоянные, определяются из начальных условий.

С учетом найденных значений коэффициентов (6) получим значения собственных частот:

$$\omega_1 = 17\,800 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_2 = 27\,400 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_3 = 4\,700 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_4 = 8\,160 \text{ с}^{-1}. \quad (9)$$

Учитывая, что податливость опор в произвольном направлении определяется геометрической суммой податливостей вдоль осей z и y , к нежелательному можно отнести весь диапазон частот от 4 700 до 27 400 с^{-1} . Таким образом, если частота возмущающей нагрузки совпадает с частотой вращения вала, то резонанс будет возможен в диапазоне от 44 900 до 261 000 об/мин. При взаимодействии ножей с обрабатываемым продуктом опасные частоты надо уменьшитькратно числу рабочих ножей.

Для лабораторного стенда планируется использовать асинхронный двигатель с частотой не более 3 000 об/мин, что гораздо ниже возможного резонансного диапазона частот, однако следует учесть возможность возникновения резонанса за счет изгибных колебаний самого вала. С использованием формул (7), (8), а также зависимостей (4) можно получить выражения для определения динамических реакций в подшипниковых опорах. Исходя из того, что жесткость опор вдоль оси z на два порядка превышает жесткость вдоль оси y , для дальнейших исследований расчетную схему можно будет упростить. После изготовления стенда требуется уточнить массоцентровые характеристики системы и коэффициенты жесткостей опор.

Литература

1. Чижикова Т.В., Дальская Т.А., Маркус Л.И. Диагностика надежности оборудования мясной промышленности // Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. – № 1–2. – С. 100–103.
2. Диагностика подшипникового узла ножевого вала куттера по низкочастотной вибрации / С.Т. Антипов, А.Н. Рязанов, А.В. Шаров, В.В. Корзин // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 1. – С. 7–11.
3. Исследование состояния рабочих органов измельчающих машин на основании анализа вибраций [Электронный ресурс] / С.Т. Антипов, А.Н. Рязанов, В.Ю. Овсянников, А.В. Шаров // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 27–30. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-27-30
4. Царенко С.Н., Голованев Е.А. Разработка стенда для определения динамических нагрузок в элементах узла ножевого вала куттера // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Шестой Нац. (всерос.) науч.-техн. конф. (8–10 ноября 2023 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2024. – С. 24–27.
5. Царенко С.Н., Игнаткина Е.Л., Костенко А.В. Определение динамических усилий в подвесах пути шахтной подвесной монорельсовой дороги [Электронный ресурс] // Известия вузов. Горный журнал. – 2021. – № 5. – С. 99–108. DOI: 10.21440/0536-1028-2021-5-99-108
6. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для втузов. – 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. – 416 с.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6

Тел.: +7 (415-2) 42-34-57; факс: +7 (415-2) 41-24-64

E-mail: korostelevs@mail.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН»

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41

Тел.: +7 (863) 250-98-29; факс: +7 (863) 266-56-77

E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6

Тел.: +7 (8152) 47-31-81; факс: +7 (8152) 47-33-31

E-mail: pinro@vniro.ru

Хабаровский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, д. 13а

Тел.: +7 (4212) 31-54-47

E-mail: khvniro@vniro.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17

Тел.: +7 (499) 264-93-87; факс: +7 (499) 264-91-87

E-mail: vniro@vniro.ru

ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» Дальневосточного отделения РАН

690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, д. 17

Тел.: +7 (423) 231-09-05

E-mail: nscmb@mail.ru

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук»

184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24А

Тел.: +7 815-55-76-472; 79-310 (секр.)

E-mail: iep@ksc.ru

НОК «Приморский океанариум» – филиал ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» Дальневосточного отделения РАН

690992, Владивосток, ул. Академика Касьянова, д. 25

Тел.: +7 966 292 9770

E-mail: shulgina_ma@primosean.ru

Образовательные организации

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52б

Тел.: +7 (423) 244-03-73; факс: +7 (423) 244-24-32

E-mail: festfu@mail.ru, dalrybvtyz@mail.ru

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

690922, Приморский край, о. Русский, п. Аякс 10
Тел.: +7 (423) 265-24-29; факс: +7 (423) 243-23-15
E-mail: rectorat@dvfu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

236022, г. Калининград, Советский пр-кт, д. 1
Тел.: +7 (4012) 99-59-01; факс: +7 (4012) 99-53-46
E-mail: rector@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр-кт, Ленина, д. 33
Тел.: +7 (814-2) 71-10-01
E-mail: rectorat@petrsu.ru

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

190005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1
Тел.: +7 (812) 316-23-94
E-mail: bgtu@voenmeh.ru

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Тел.: +7 (4722) 54-20-87; +7 (4722) 54-52-27
E-mail: rector@intbel.ru

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1
Тел.: +7 (4912) 35-88-31
E-mail: university@rgatu.ru

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
Тел.: +7 (499) 750-01-11
E-mail: mgupp@mgupp.ru

Другие организации

КГУП «Камчатский водоканал»

683009, г. Петропавловск-Камчатский, пр-кт Циолковского, д. 3/1
Тел.: +7 (4152) 21-86-10; факс: +7 (4152) 21-86-29
E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

Ассоциация прибрежного рыболовства и марикультуры «ПРИМА»

690091, г. Владивосток, ул. Пологая, д. 63, оф. 9
Тел.: +7 (423) 2764713
E-mail: artur.expert@yandex.ru