

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

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

*Материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(24–25 марта 2020 г.)*



Петропавловск-Камчатский
2020

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
В.А. Швецов, д.х.н.; Ю.А. Агунович, к.э.н.; И.А. Рычка, к.ф.-м.н.;
Н.С. Салтанова, к.т.н.; Р.Г. Болотова; О.А. Белавина, к.х.н.;
О.В. Ольхина; А.А. Седельникова*

П77 **Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (24–25 марта 2020 г.) / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2020. – 228 с.

ISBN 978-5-328-00404-6

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.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00404-6

© КамчатГТУ, 2020
© Авторы, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Афейчук Л.С. Состояние промысловых скоплений анадары Броутона (<i>Anadara broughtonii</i>) в заливе Петра Великого (Японское море) по материалам 2019 года.....	6
Блохин И.А., Морозов Т.Б. Сообщества бокоплавов (Amphipoda, Gammaridea) мягких грунтов Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) В 2019 году.....	11
Бонк А.А., Пушкарев А.Н., Железнякова Е.В. Опыт использования автономных гнезд-инкубаторов	17
Будникова Л.Л., Седова Л.Г. Размерно-половой состав скоплений мизид <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i> и <i>Neomysis mirabilis</i> в районе острова Рейнеке (залив Петра Великого, Японское море).....	21
Власенко Р.В., Кротова Д.А. Особенности распределения и состав поселений двустворчатого моллюска мерценарии Стимпсона (<i>Mercenaria stimpsoni</i>) в бухтах Баклан, Успен и в заливе Китовое Ребро (Японское море)	26
Жилин А.Ю. Хлорированные углеводороды в северной креветке (<i>Pandalus borealis</i>) Баренцева моря.....	31
Жильцова Л.В. Современное состояние поля анфельции в бухте Баклан (залив Петра Великого, Японское море).....	36
Клочкова Н.Г., Клочкова Т.А. Промысловое использование растительных ресурсов ламинариевых водорослей российского Дальнего Востока.....	40
Матвеев А.А. Запасы бычков (семейство Cottidae) у западного побережья Камчатки	44
Минеев А.К. Морфофизиологический статус ротана (<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877) пойменных водоемов Саратовского водохранилища	49
Седова Л.Г. Промысел и ресурсы двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края (Японское море)	54
Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Размерно-половой состав скоплений мизид <i>Neomysis mirabilis</i> и <i>N. awatschensis</i> в северной части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море).....	59
Сидорова Л.И., Горохова Е.С. Современные данные по гидробиологии нижнего течения реки Яна.....	65
Смирнов А.А., Семенов Ю.К., Омельченко Ю.В., Елатинцева Ю.А., Горбачев В.В., Ткаченко А.А. Состояние половозрелой части популяции гижигинско-камчатской сельди после 8 лет возобновления масштабного промысла	69
Шубкин С.В., Бирюков А.М., Киреев И.Н. Оценка степени заполнения производителями лососей нерестовых рек Камчатки в 2019 году.....	72

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

Балыкин П.А. Водные биоресурсы арктических морей и перспективы их использования	77
Белов О.А., Ястребов Д.П., Рогожников А.О., Швецов В.А., Зайцев С.А., Тарабанов Б.В. Разработка автоматизированной системы контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов	82

Коростелев С.Г., Рафанов С.В., Кисляк Ю.В.	
Снижение прилова морских птиц на донном ярусном промысле в дальневосточных морях	86
Наумов Д.Г.	
Обзор исследований поляризационной чувствительности головоногих моллюсков	91
Окрестина Н.Ф., Исаева О.М.	
Поиск натуральных пищевых аттрактантов в рационе кижуча (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	95
Тарабанов Б.В., Кузнецов Г.В., Ушакевич А.П.	
Совершенствование электрооборудования упаковочной линии рыбоперерабатывающего завода судна БМРТ «Механик Ковтун»	100
Труднев С.Ю.	
Улучшение характеристик электроэнергетической системы путем внедрения дополнительного источника питания	105

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Авдощенко В.Г., Климова А.В.	
Содержание свинца в почве и растительном покрове территорий г. Петропавловска-Камчатского	109
Борисенко А.Д., Цветкова Н.Н.	
Формирование химического состава болотных вод в условиях антропогенного преобразования на примере болота Свиного в Калининградской области	115
Герасимова И.Г.	
Проблемы обращения с рыбными отходами, образующимися в результате хозяйственной деятельности рыбодобывающих предприятий Камчатского края	120
Горбачева Е.А.	
Опыт применения личинок <i>Artemia salina</i> L. для экотоксикологических исследований донных отложений Баренцева моря	124
Кашутин А.Н., Шадрин Е.А., Болотова Р.Г.	
Постэмбриональное развитие бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> (Phaeophyceae, Fucales) после длительного воздействия низкой отрицательной температуры	129
Мурашева М.Ю., Токранов А.М.	
Межгодовая динамика размерно-возрастной структуры бурого морского петушка <i>Alectrias alectrolophus</i> (Stichaeidae) в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка)	134
Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.	
Влияние природных факторов на состояние водозабора «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод	139
Позолотина Л.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г.	
Содержание Zn, Pb и Cd у бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка)	143
Финова В.В., Болтрукевич Д.В.	
Экологические проблемы землепользования республики Беларусь	147

Секция 4. ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Благонравова М.В., Самохин А.В.	
Обоснование целесообразности использования непищевых отходов от переработки кальмара в технологии многокомпонентного обогатителя	150
Бондаренко М.А., Салтанова Н.С.	
Интенсификация процесса биохимического созревания молок лососевых при производстве пресервов	155
Долгань Д.А., Чмыхалова В.Б.	
Разработка технологии замороженной салатной добавки на основе мышечной ткани минтая	160

Елистратова М.В., Салтанова Н.С. Обоснование использования водорослевого альгинатсодержащего геля при производстве фарша рыбного	164
Ключко Н.Ю., Макеева А.В. Исследование рынка рыбных полуфабрикатов в Калининградской области и пути повышения их биологической ценности.....	168
Лемаева В.В. Технология рациональной переработки рыбного сырья при производстве формованных изделий с обогатителями	173
Максимов С.В., Чмыхалова В.Б. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности с шиповником	178
Шланберов А.В. Использование дикоросов Камчатки в технологии сдобных сухарей	183

Секция 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Агунович Ю.А., Шуликов А.О. Государственная политика в сфере рыболовства: этапы эволюции, проблемы реализации, перспективные направления развития.....	188
Берлинская А.И., Шуликов А.О. Тенденции и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края.....	193
Болотова Р.Г., Агунович Ю.А. Правовые и финансовые аспекты создания малого инновационного предприятия на базе вуза	198
Булатова Т.В., Царева В.А., Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Сапунова Е.В., Анисова И.М. Основные направления спутникового мониторинга температурных условий в промысловых акваториях Мирового океана.....	202
Воловик А.П. Проблемы экстенсивного роста эффективности в рыбной промышленности	208
Горюнова Л.А., Михайлов А.А. Использование информационных технологий финансового анализа в менеджменте организаций рыбопромыслового флота	212
Недоступ А.А., Ражев А.О. Постановка задачи управления разноглубинными траловыми комплексами	217
Ражев А.О., Недоступ А.А., Львова Е.Е. Математическая модель визуализации крученых канатно-веревочных изделий для задач проектирования орудий промышленного рыболовства	222
Список организаций – участников конференции и их адреса	227

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК [639.27:594.1](265.54)"2019"

Л.С. Афейчук

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ СКОПЛЕНИЙ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) ПО МАТЕРИАЛАМ 2019 ГОДА

В работе дано описание состояния промысловых скоплений анадара Броутона в Амурском и Уссурийском заливах по результатам мониторинга 2019 г. Суммарная численность моллюсков в скоплениях на общей площади около 167 км² составляет порядка 62 млн экз. Общий запас насчитывает 12,5 тыс. т, промысловый – 9,7 тыс. т. Эксплуатируемая часть скоплений находится на уровне 6,3 тыс. т. Состояние скоплений оценено как относительно стабильное.

Ключевые слова: анадара Броутона, промысловые скопления, Амурский залив, Уссурийский залив, распределение, размерный состав, общий запас, промысловый запас, эксплуатируемая часть, освоение ресурсов.

L.S. Afeychuk

*Pacific branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

STATE OF ANADARA (*ANADARA BROUGHTONII*) COMMERCIAL CLUSTERS IN PETER THE GREAT BAY (JAPANESE SEA) DUE TO THE DATA OBTAINED IN 2019

Stock of the bivalve *Anadara broughtonii* in the Amur and the Ussuri Bays (Peter the Great Bay, Japanese Sea) is described based on the monitoring results in 2019. The total number of mollusks in clusters on a total area of about 167 km² is about 62 million samples. The total stock amounts to 12,5 thousand tons, the commercial stock amounts to 9,7 thousand tons. The exploited part of the clusters is at the level of 6,3 thousand tons. The state of the clusters was estimated as relatively stable.

Key words: *Anadara broughtonii*, commercial clusters, the Amur Bay, the Ussuri Bay, distribution, size composition, total stock, commercial stock, exploited part, resource development.



Рис. 1. Анадара Броутона

Анадара Броутона (*Anadara broughtonii* Schrenck, 1867) – двусторчатый зарывающийся моллюск (рис. 1), который является одним из ценных промысловых видов в странах Юго-Восточной Азии и Приморье. Благодаря богатому химическому составу употребление в пищу продуктов из анадара положительно влияет на состояние здоровья человека.

Промысловые скопления данного вида в южном Приморье располагаются на акватории залива Петра Великого – в северных частях Амурского и Уссурийского заливов. Промысел анадара в заливах ведут дражным способом, начиная с 2000-х годов.

Ежегодный вылов составляет менее 0,3 тыс. т. Основной объем выловленной анадары экспортируют в Японию.

Исследованию состояния промысловых скоплений анадары в заливе Петра Великого в межгодовой динамике был посвящен ряд работ [1–5].

Целью данной работы является оценка состояния промысловых скоплений анадары в заливе Петра Великого по материалам 2019 г.

Научно-исследовательские работы в пределах скоплений анадары в северных частях Амурского и Уссурийского заливов были проведены на специализированном мотоботе дражным способом с июня по октябрь 2019 г. Учетные драгирования протяженностью около 200 м располагали на глубинах от 2 до 12 м согласно стандартной сетке станций. В каждом драгировании определяли количество анадары в штучном и весовом выражении. Анализ уловов и промеры моллюсков производили на борту судна. В пределах исследованной площади, в целом составляющей 166,84 км², было выполнено 222 учетных драгирования, промерено 4 032 особей анадары (в Амурском заливе – 134,52 км², 148 драгирований, 3119 экз., в Уссурийском – 32,32 км², 74 драгирования, 913 экз. соответственно). Все выловленные моллюски после промеров были выпущены в среду обитания в живом виде. Материалы были обработаны с помощью пакетов программ Statistica, Map Info Professional и Microsoft Office Excel.

Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промыслового запасов скоплений моллюска проводили традиционными методами. В процессе обработки полученных данных был использован метод полигонов (полигоны Тиссена или ячейки Дирихле – Вороного), с применением геоинформационной системы MapInfo. При расчете ресурсных параметров скоплений применяли коэффициент уловистости (КУ), равный 0,2.

Результаты нашего исследования по распределению плотности и удельной биомассы показали, что в промысловых скоплениях анадары залива Петра Великого картина распределения моллюсков была мозаичной (рис. 2).

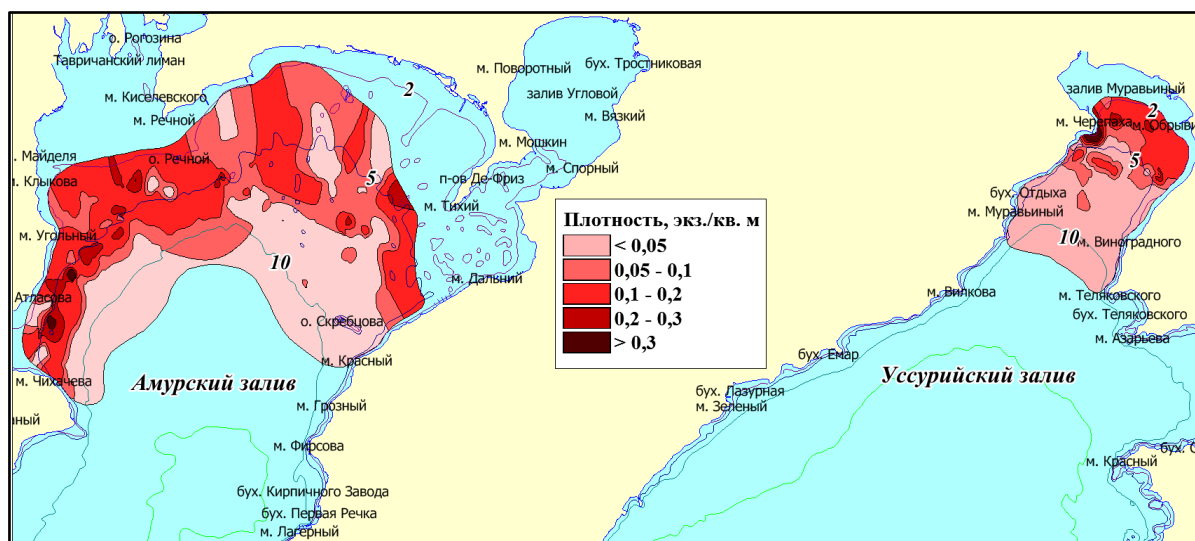


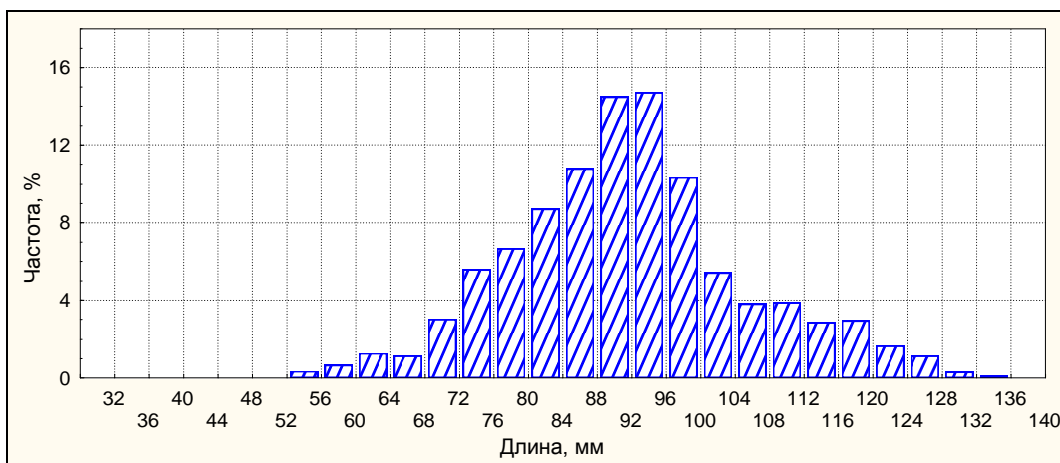
Рис. 2. Распределение плотности анадары в промысловых скоплениях залива Петра Великого (КУ = 1)

С учетом КУ = 0,2 средняя плотность анадары в скоплении Амурского залива была 0,59 экз./м², удельная биомасса – 119,5 г/м², в скоплении Уссурийского залива эти показатели были ниже и составляли 0,45 экз./м² и 75,2 г/м² соответственно.

Максимальные значения показателей обилия зафиксированы в районах интенсивного лова на глубинах от 3 до 7 м. В Амурском заливе в данном диапазоне глубин плотность была в пределах 0,9 экз./м², удельная биомасса в среднем составляла 183 г/м², в Уссурийском заливе – соответственно 0,54 экз./м² и 91 г/м², что сопоставимо с данными предыдущих лет.

Размерный состав анадары в промысловых скоплениях залива Петра Великого и его характеристики представлены на рис. 3 и в табл. 1. Промысловый размер анадары принят 80 мм по длине раковины моллюска в соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна.

Амурский залив



Уссурийский залив

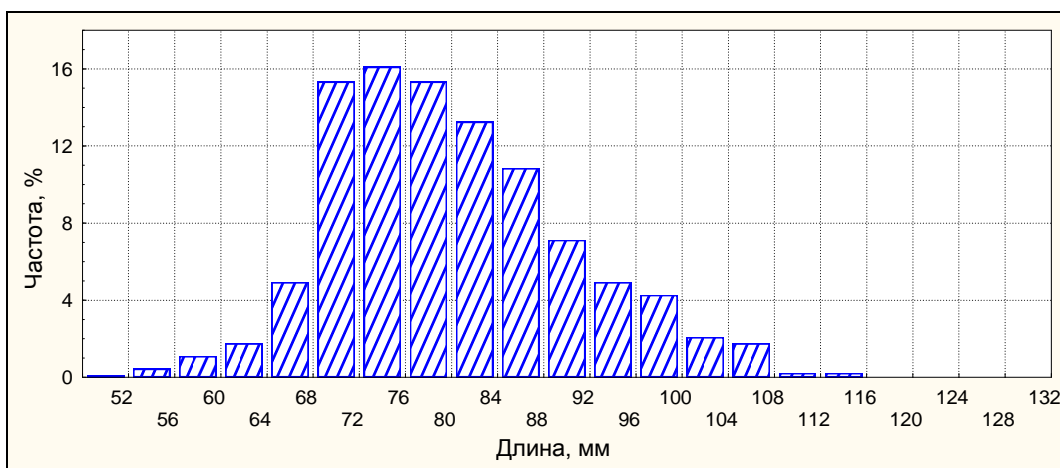


Рис. 3. Размерный состав промысловых скоплений анадары в заливе Петра Великого

Таблица 1

Статистические характеристики промысловых скоплений анадары

Среднее значение длины раковины, мм	Минимум, мм	Максимум, мм	Медиана, мм	Мода, мм	Стандартное отклонение, мм
Амурский залив					
91	12	135	90	88	13,84
Уссурийский залив					
83	49	116	82	78	10,44

Размерный состав скоплений Амурского и Уссурийского заливов имеет характерные различия. Моллюски из скопления Уссурийского залива являются более тугорослыми, чем моллюски из скопления Амурского залива, где условия существования для этого вида более благоприятны. Поэтому в Амурском заливе особи анадары крупнее, чем в Уссурийском заливе.

Для размерного состава скопления анадары Амурского залива характерно численное сближение таких статистических характеристик, как среднее значение длины раковины, медиана и мода. Частотное распределение длины раковины на гистограмме близко к нормальному, что обусловлено балансом пополнения и смертности особей (как естественной, так и промысловой) в скоплении. Доля промысловых особей в скоплении составляла около 81%, что находится на уровне показателей 2009, 2010, 2018 гг.

В скоплении моллюсков Уссурийского залива доля промысловых особей значительно ниже и составляет около 60%, что находится на уровне показателей 2013, 2017 гг. Многочисленны моллюски с длиной раковины от 68 до 96 мм, их доля составила около 83% от общей численности.

В размерном составе анадары выделяется размерная группа, востребованная на международном рынке «эксплуатируемая часть скопления» – это моллюски с длиной раковины от 80 до 96 мм. В Амурском заливе таких особей было 51%, а в Уссурийском – 48%.

Данные мониторинга состояния промысловых скоплений анадары залива Петра Великого представлены в табл. 2.

Таблица 2

Ресурсные параметры промысловых скоплений анадары залива Петра Великого

Местоположение скопления	Площадь, км ²	Численность, млн экз.	Общий запас, тыс. т	Пром. запас, тыс. т
Амурский залив	134,52	53,005	10,689	8,658
Уссурийский залив	32,32	9,213	1,793	1,076

По данным мониторинга, на общей исследованной площади 166,84 км² насчитывалось 62,218 млн экз. моллюсков, общий запас оценен в 12,482 тыс. т, промысловый – 9,734 тыс. т. Эксплуатируемая часть скопления находится на уровне 6,3 тыс. т.

Рассматривая распределение ресурсов анадары в батиметрическом аспекте, следует отметить, что основные ресурсы анадары находятся на глубинах от 3 до 7 м, т. е. в районе интенсивного лова. В Амурском заливе здесь насчитывается около 47 млн экз. с общим запасом, составляющим 9,35 тыс. т, в Уссурийском заливе – 5,8 млн экз. и 1,16 тыс. т соответственно.

В скоплении Амурского залива на глубинах от 3 до 7 м концентрируется 88% запаса анадары по численности, в Уссурийском заливе – 84% (рис. 4).

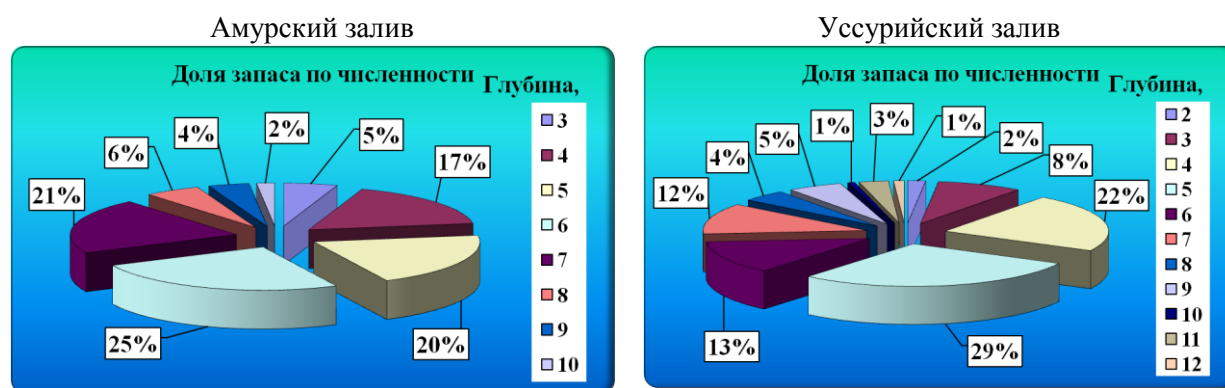


Рис. 4. Батиметрическое распределение запасов анадары в промысловых скоплениях залива Петра Великого

Основная нагрузка добычи анадары приходится на скопление Амурского залива, в котором сосредоточено более 85% ресурсов промысловых скоплений моллюсков залива Петра Великого (табл. 3).

Таблица 3

Процентное соотношение показателей обилия в промысловых скоплениях залива Петра Великого

Заливы	Численность, млн экз.	Общий запас, тыс. т	Промысловый запас, тыс. т	Эксплуатируемая часть, тыс. т
Амурский	85,19%	85,66%	88,91%	86,37%
Уссурийский	14,81%	14,34%	11,09%	13,63%
ВСЕГО	100%	100%	100%	100%

По данным ресурсных исследований, проведенных в промысловых скоплениях анадары залива Петра Великого в 2019 г., возможно изъятие порядка 289 т анадары (продукция – 798 т; элиминированная биомасса – 509 т; прирост – 289 т), или округленно 300 т.

Вылов анадары в 2019 г. не превысил 85% от выделяемой квоты (295 т, или около 3% от промыслового запаса моллюсков Амурского и Уссурийского заливов). За 10 лет освоения ресурсов анадары в заливе Петра Великого вылов в среднем составил около 88% от выделяемой квоты, усредненное значение которой находится в пределах 295 т.

В результате мониторинга состояния промысловых скоплений анадары, проведенного в 2019 г. на акваториях северных частей Амурского и Уссурийского заливов, было выявлено, что на площади 166,84 км² насчитывалось 62,218 млн экз. моллюсков, общий запас оценен в 12,482 тыс. т, промысловый – 9,734 тыс. т. Эксплуатируемая часть скоплений находится на уровне 6,3 тыс. т.

В двух промысловых скоплениях залива Петра Великого рекомендовано к изъятию 0,3 тыс. т. анадары, что составляет около 3% от промыслового запаса или 4,8% от эксплуатируемой части моллюсков скоплений. Как показывает практика, изъятие в данном объеме не наносит ущерба ресурсам вида.

Мониторинг состояния промысловых скоплений анадары залива Петра Великого, находящихся на краю ареала, по-прежнему актуален, т. к. дает возможность проследить за изменениями, ежегодно происходящими в пределах скоплений, а также позволяет оценить перспективу оценки общего допустимого улова (ОДУ).

Литература

1. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) из скопления Амурского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы IV Международной научно-технической конференции (18–19 мая 2017 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 70–75.

2. Афейчук Л.С. Динамика ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) залива Петра Великого (Японское море) // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: Материалы II Всероссийской конференции с международным участием, приуроченной к году экологии в России (3–4 октября 2017 г.). – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2017. – С. 8–11.

3. Афейчук Л.С. Межгодовая динамика ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в промысловых скоплениях залива Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – С. 15–19.

4. Афейчук Л.С. Результаты мониторинга промыслового скопления анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) по материалам 2018 года // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы X Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГУ, 2019. – С. 6–10.

5. Афейчук Л.С. Результаты мониторинга промыслового скопления анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) Уссурийского залива (Японское море залив Петра Великого) // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: Материалы II Национальной научно-практической конференции (15–17 мая 2019 г.). – Керчь: КГМУ, 2019. – С. 267–271.

УДК 565.371(265.5)"2019"

И.А. Блохин, Т.Б. Морозов

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: ivblokhin@gmail.com; tmorozov@kamniro.ru*

**СООБЩЕСТВА БОКОПЛАВОВ (AMPHIPODA, GAMMARIDEA)
МЯГКИХ ГРУНТОВ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)
В 2019 ГОДУ**

Выявлено 46 видов непромысловых ракообразных, 34 из них пришлось на долю амфипод (гаммарид). Максимальные биомассы и плотности поселения отмечены ближе к выходу из Авачинской губы на песчаном грунте. Средняя плотность поселения Gammaridea Авачинской губы в 2019 г. составила 354 экз./м² весной и 240 экз./м² осенью, средняя биомасса – 1,48 г/м² и 1,12 г/м². Данные показатели ниже, чем описанные для открытых вод Камчатки. По индексам плотности выделены сообщества гаммарид, определены руководящие, характерные и случайные виды этих сообществ мягких грунтов Авачинской губы. Показаны сезонные смены видов в сообществах.

Ключевые слова: макрозообентос, амфиподы, гаммариды, количественные показатели, индекс плотности.

I.A. Blokhin, T.B. Morozov

*Kamchatka branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: ivblokhin@gmail.com; tmorozov@kamniro.ru*

**AMPHIPOD COMMUNITIES (AMPHIPODA, GAMMARIDEA) IN SOFT SOILS
OF THE AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA) IN 2019**

46 species of non-commercial crustaceans were identified. 34 of them were amphipods (gammarids). Maximum biomass and population densities were noted closer to the mouth of the Avacha Bay on sandy ground. The average population density of Gammaridea in 2019 was 354 samples/m² in spring and 240 samples/m² in autumn, the average biomass was 1,48 g/m² and 1,12 g/m². These indicators are lower than those described for open waters of Kamchatka. Using density indices, gammarid communities were identified, the leading, characteristic and random species of soft ground communities of the Avacha Bay were determined. Seasonal changes of species in communities are revealed.

Key words: macrozoobenthos, amphipods, gammarids, quantitative indicators, density index.

Первые сведения о бентофауне Авачинской губы были представлены Н.А. Гребницким в «Известиях Восточно-сибирского отдела Императорского русского Географического общества» [1]. В своей работе автор сообщал о находках представителей нескольких групп беспозвоночных и рыб в драговых и неводных уловах, в том числе указывал на «особо обратившие на себя внимание Sorperoda и Amphipoda». Он, не указывая видовую принадлежность, выделил несколько форм амфипод, паразитирующих в асцидиях и медузах.

В дальнейшем А.М. Попов показал вертикальное распределение макробентоса Авачинской губы, предварительно выделив 8 биоценозов, обращая внимание на «несколько форм» амфипод, встречающихся повсеместно [2].

Немногочисленные последующие работы по описанию донной фауны Авачинской губы [3–7] носили предварительный характер и были ориентированы на отдельные группы бентоса с приблизительным выделением донных сообществ, с указанием на присутствие бокоплавов.

После значительного перерыва исследования бентоса Авачинской губы были продолжены с 1982 по 1985 г. коллективом лаборатории гидробиологии Камчатского отдела ИБМ ДВНЦ АН СССР. При выполнении водолазных и дночерпательных разрезов была собрана 281 проба. Эти исследования по праву могут считаться на сегодняшний день наиболее полными как в фаунистическом отношении, так и в плане распределения организмов на всей площади Авачинской губы. В результате этих исследований было обнаружено 46 видов амфипод, показана их зоогеографическая принадлежность, указаны плотностные и биологические характеристики, распространение в Авачинской губе [8].

При всей ценности этой работы авторы не проводили биоценотический анализ как бентоса в целом, так и выделения сообществ отдельных групп беспозвоночных животных в пределах сообществ макробентоса.

Цель настоящей работы – показать современный видовой состав и распределение сообществ Gammaridea мягких грунтов сублиторали Авачинской губы, определить роль отдельных видов в пределах сообществ этой группы.

В мае и сентябре 2019 г. выполнены съемки бентоса по схеме учетных станций (рис. 1, а).

Сбор материала осуществляли по стандартным гидробиологическим методикам [9, 10] с использованием дночерпателя «Океан-50». Во время съемки проводили визуальную оценку и описание донных отложений по классификации А.С. Константинова [11] (рис. 1, б).

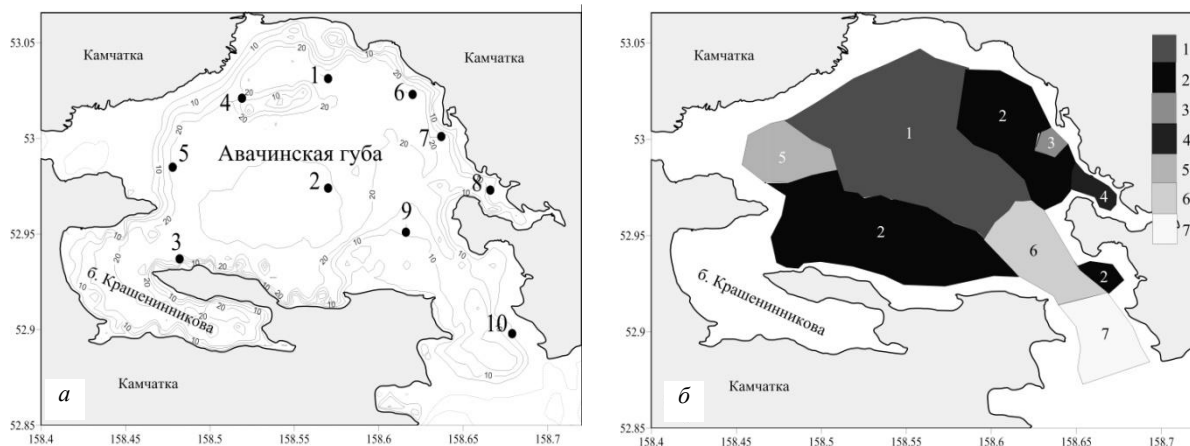


Рис. 1. а – карта-схема расположения мониторинговых станций с обозначением изобат; 1–10 – номера станций; б – приблизительная карта-схема грунтов глубоководной части Авачинской губы: 1 – сероводородный ил; 2 – черный ил; 3 – черный ил, илак; 4 – черный ил, ракушка; 5 – ил, илистый песок; 6 – мелкий илистый песок; 7 – песок

Определение видового состава и количественную оценку бентосных организмов проводили в лабораторных условиях. При обработке каждой пробы производили взвешивание и подсчет организмов с дальнейшим пересчетом на 1 м² поверхности дна. Найденные организмы сортировали по группам и далее определяли до вида. На основании индекса плотности, рассчитанного по формуле [12, 13]:

$$\text{Индекс плотности} = \sqrt{M_{\text{cp}} \cdot N},$$

где M_{cp} – средняя биомасса вида, N – плотность поселения вида, определяли роль видов амфипод в пределах сообществ: руководящие – виды с максимальным индексом плотности, характерные – индекс плотности в два раза меньше, чем максимальный для этой станции, и случайные – индекс плотности меньше в три и более раз, чем максимальный [14, 7]. Название сообществ давали по преобладающему (руководящему) виду или видам, если в числе руководящих оказывалось два или даже три вида. Карты распределения составляли с использованием программы Surfer, анализ данных, расчеты индексов плотности и построение графиков выполняли в программе Microsoft Excel.

В пробах макрозообентоса в 2019 г. нами идентифицировано 46 таксонов непромысловых ракообразных, 34 из них отнесены к амфиподам (Amphipoda, Gammaridae); 6 – к кумовым ракам (Cumacea), 3 – к декаподам (Decapoda); изоподы, мизиды и остракоды до вида нами не определялись (табл. 1).

Таксономический состав непромысловых ракообразных в пробах макрозообентоса в 2019 году

№ п/п	Таксон	2019 май	2019 сент.	№ п/п	Таксон	2019 май	2019 сент.
1	<i>Anonyx nugax pacificus</i>	+		24	<i>Pleustomesus medius</i>	+	
2	<i>Orchomenella minuta</i>	+	+	25	<i>Nototropis collingi</i>	+	+
3	Lysianassidae gen. sp. (juv.)	+	+	26	<i>Melita</i> sp.		+
4	<i>Eohaustorius eous</i>	+	+	27	<i>Pontogeneia ivanovi</i>	+	
5	<i>Paraphoxus simplex</i>	+	+	28	<i>Ischyrocerus anguipes</i>	+	+
6	<i>Paraphoxus oculatus</i>	+	+	29	<i>Ischyrocerus commensalis</i>	+	+
7	<i>Grandifoxus longirostris</i>	+	+	30	<i>Ischyrocerus krascheninnikovi</i>	+	
8	<i>Grandifoxus robustus</i>	+	+	31	<i>Unciola leucopis</i>	+	
9	<i>Grandifoxus calcarata</i>		+	32	<i>Crassicorophium crassicorne</i>	+	+
10	<i>Harpiniopsis gurjanovae</i>	+		33	<i>Caprellidea</i> fam sp.	+	
11	Phoxocephalidae gen.sp.		+	34	Gammaridea fam.sp.	+	+
12	<i>Oedicerus borealis</i>		+	35	<i>Diastylis alaskensis</i>	+	+
13	<i>Bathymedon langsdorfi</i>		+	36	<i>Diastylopsis davsoni calmani</i>	+	+
14	<i>Rastroculodes longirostris</i>	+		37	<i>Lampros beringi</i>	+	
15	<i>Bathymedon</i> sp.	+		38	<i>Eudorellopsis deformis</i>	+	+
16	<i>Aceroides</i> sp.		+	39	<i>Eudorella minor</i>		+
17	Oedicerothidae gen.sp.	+		40	Cumacea fam.sp.		+
18	<i>Protomeideia fasciata</i>	+	+	41	Mysida fam.sp.		+
19	<i>Protomeideia grandimana</i>	+	+	42	Isopoda fam. sp.		+
20	<i>Protomeideia popovi</i>	+	+	43	Ostracoda fam. sp.	+	+
21	<i>Protomeideia</i> sp.		+	44	Decapoda fam. sp.	+	
22	<i>Photis</i> sp.	+		45	<i>Eualis machilentus</i>	+	
23	<i>Pleusyntes uncigera</i>	+	+	46	<i>Pagurus</i> sp.		+

В мае 2019 г. средняя плотность поселения и биомасса бентосных организмов составили 975,6 экз./м² и 702,032 г/м², а в сентябре – 2 406,8 экз./м² и 973,5 г/м² соответственно. Данные показатели несколько ниже указываемых значений биомассы, например, для Берингова моря, где средняя биомасса на мелководье составляет более 1 кг на 1 м² дна [15].

Среди непромысловых ракообразных амфиподы являлись доминантами как по плотности поселения, так и по биомассе (рис. 2).

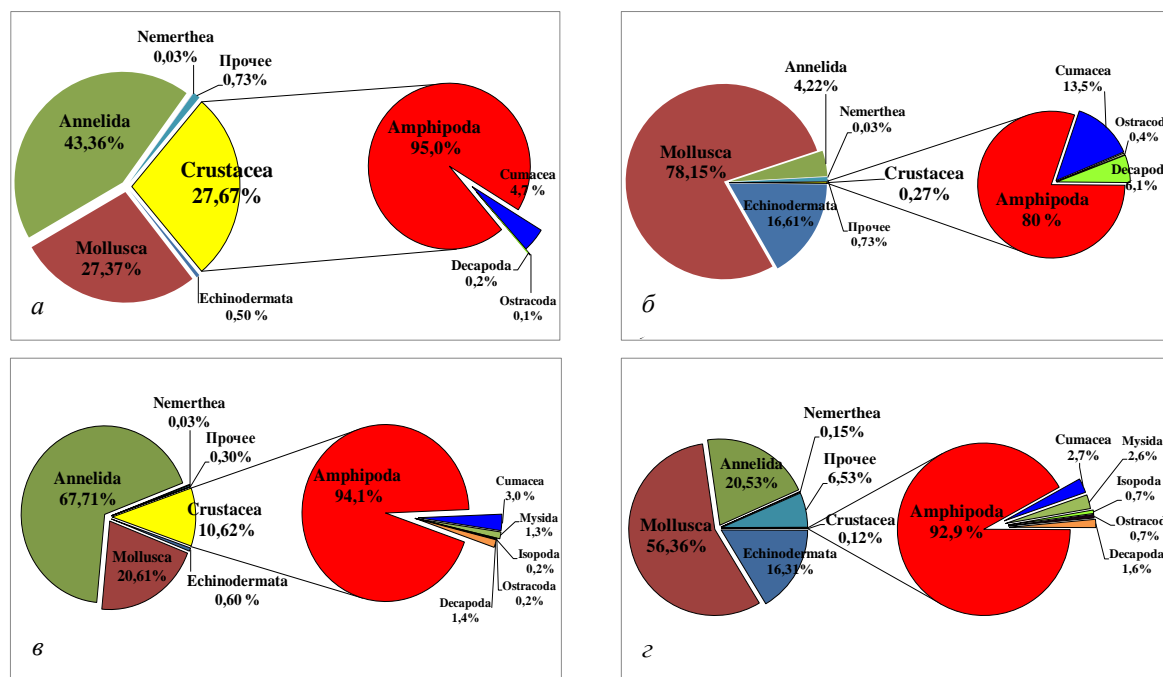


Рис. 2. Соотношение средней плотности поселения и средней биомассы бентосных организмов к общему дочерпательному макрозообентосу в 2019 г. с выделением непромысловых ракообразных: – доли средней плотности поселения организмов макрозообентоса по группам в мае (а) и в сентябре (в) 2019 г.; – доли средней биомассы организмов макрозообентоса по группам в мае (б) и в сентябре (г) 2019 г.

В весеннее время максимальные численность и биомасса амфипод были зафиксированы на 9 ст. (1 624 экз./м² и 5,548 г/м²); на втором месте по этим показателям была ст. 1, где плотность поселения и биомасса были представлены исключительно комменсалами семейств Ischyocseridae, Corophiidae – 764 экз./м² и 3,068 г/м² соответственно. Далее по убыванию биомассы амфипод идут станции 10, 3 и 4 – 2,88 г/м², 1,832 г/м² и 1,144 г/м² соответственно (рис. 3). На остальных станциях амфиподы или отсутствовали, или были единичными.

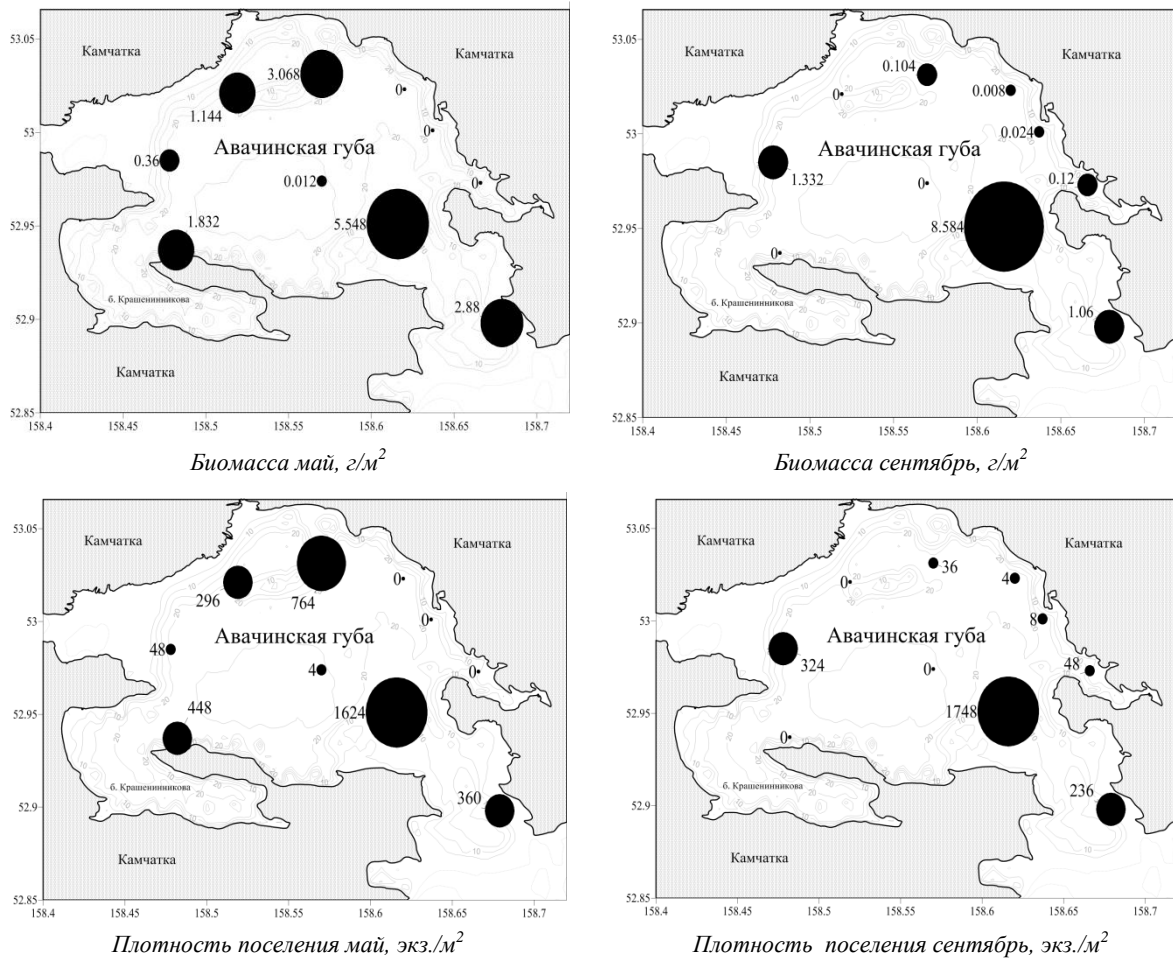


Рис. 3. Карты-схемы распределения биомассы и плотности поселения амфипод в акватории Авачинской губы в 2019 г.

Осенью максимальные значения плотности поселения и биомассы амфипод зафиксированы на станциях с илистыми или песчаными грунтами – 5, 9 и 10. На этих станциях плотность поселения составила 324 экз./м², 1 748 экз./м² и 236 экз./м² соответственно при биомассе 1,332 г/м², 8,584 г/м² и 1,06 г/м² (рис. 3). На остальных станциях амфиподы встречались единично и существенной роли в сообществах не играли.

Средняя плотность поселения амфипод в Авачинской губе составила (354,4 ± 162,80) экз./м² весной и (240,4 ± 171,33) экз./м² осенью. Биомасса амфипод по сравнению с другими группами организмов невелика (см. рис. 2) и в среднем составляла (1,48 ± 0,589) г/м² весной и (1,12 ± 0,843) г/м² осенью (рис. 3).

По сравнению со средней биомассой амфипод шельфовой зоны восточной Камчатки [7, 16, 17] биомасса этих ракообразных в Авачинской губе намного ниже (табл. 2).

Таблица 2

Биомасса амфипод шельфа восточной Камчатки

Шельфовая зона	Биомасса, г/м ²	Шельфовая зона	Биомасса, г/м ²
Берингово море	2,6 ± 0,74	Кроноцкий залив	8,9 ± 1,93
Камчатский залив	4,4 ± 1,10	юго-восток Камчатки	25,2 ± 7,3

На основании индексов плотности выявлены сообщества гаммарид: весной 2019 г. – 4 сообщества, осенью – 3 (табл. 3).

Таблица 3

Сообщества гаммарид мягких грунтов Авачинской губы в 2019 году

Сообщество	Станции	Грунт *
май 2019 года		
« <i>I. commensalis</i> + <i>I. anquipes</i> » ^{**} ; характерные: <i>O. minuta</i> , <i>P. uncigera</i>	1, 2, 3, 4	ЧИ, H ₂ S ил
« <i>P. grandimana</i> + <i>P. fasciata</i> »; характерные: <i>I. commensalis</i> , <i>O. minuta</i> ; случайные: <i>P. uncigera</i> и <i>Protomedeia</i> sp	5	Ил
« <i>O. minuta</i> »; характерные: <i>H. gurjanovae</i> , <i>E. eous</i> , <i>P. simplex</i> , <i>P. fasciata</i> , <i>C. crassicorne</i> , <i>U. leucopis</i> ; случайные: <i>I. krascheninnikovi</i> , <i>P. medius</i>	9	МИП
« <i>A. nugax</i> p. + <i>E. eous</i> + <i>G. longirostris</i> »; характерные: <i>G. robustus</i> , <i>P. simplex</i> , <i>O. minuta</i> , <i>N. collingi</i> , <i>R. longirostris</i> , <i>Bathymedon</i> sp.; случайные: <i>P. oculatus</i> , <i>C. crassicorne</i>	10	П
сентябрь 2019 года		
« <i>P. uncigera</i> »; характерные: <i>I. commensalis</i>	1	H ₂ S ил
« <i>P. grandimana</i> + <i>P. fasciata</i> »; характерные: <i>O. minuta</i> , <i>P. fasciata</i> , <i>P. simplex</i> , <i>B. langsdorfi</i> , <i>Melita</i> sp.; случайные: <i>I. commensalis</i> , <i>P. popovi</i> , <i>P. oculatus</i>	5, 8, 9	Ил, ЧИ + P, МИП
« <i>E. eous</i> + <i>G. longirostris</i> »; характерные: <i>G. robustus</i> , <i>G. calcarata</i> , <i>P. simplex</i> , <i>Phoxocephalidae</i> gen. sp., <i>O. minuta</i> , <i>N. collingi</i> , <i>O. borealis</i> , <i>Aceroides</i> sp.; случайные: <i>P. uncigera</i> , <i>C. crassicorne</i>	10	П

* ЧИ – черный ил, H₂S ил – сероводородный ил, P – ракуша, П – песок, МИП – мелкий илистый песок;

** – жирным курсивом обозначены названия сообществ.

В сентябре на ст. 6 и 7 гаммариды были единичными и потому отнесены нами к случайным.

Распределение сообществ амфипод в Авачинской губе имеет видовые и сезонные отличия, указать причины подобных изменений пока нельзя, необходимы дополнительные исследования. Учитывая, что, обладая коротким жизненным циклом, высокой плодовитостью, способностью активно перемещаться и быстро реагировать на изменения среды обитания, амфиподы могут послужить удобным индикаторным объектом для оценки экологического состояния Авачинской губы.

Литература

1. Гребницкий Н.А. Исследования морской фауны Великого Океана в Авачинской губе // Известия Восточно-сибирского Императорского русского Географического общества. Т. XI, № 1–2-й. – Иркутск, 1880. – С. 83–85.
2. Попов А.М. О фауне Авачинской губы и ее распределении по биоценозам // Доклады Академии наук СССР. Т. IV (IX), № 8–9 (77). – Изд-во АН СССР, 1935. – С. 353–356.
3. Виноградов К.А. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: Дис. ... д-ра биол. наук. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1946. – 783 с.
4. Виноградов К.А. Зоогеографический очерк прибрежной морской фауны Юго-Восточной Камчатки // Зоол. журн. – Т. 28, № 1. – М, 1949. – С. 99–101.
5. Спасский Н.Н. Литораль юго-восточного побережья Камчатки // Исслед. дальневост. морей. Вып. 7. – Л, 1961. – С. 261–311.
6. Кузнецов А.П. Материалы по экологии некоторых массовых форм бентоса из района Восточной Камчатки и Северных Курильских островов // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 46. – М, 1961. – С. 85–97.
7. Кузнецов А.П. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – 271 с.
8. Гидробиологические исследования в Авачинской губе / В.В. Ощурков, А.Г. Бажин, А.И. Буяновский, И.А. Кашин, О.Г. Комиссаренко, Н.К. Балагурова, С.И. Масленников, А.В. Ржавский, Е.В. Солохина, А.В. Хоменко, А.Х. Кофиади, С.Р. Михайлов; Академия наук СССР Дальневосточное отделение Институт биологии моря. – Владивосток, 1989. – 136 с.
9. Нейман А.А. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. – М.: ВНИРО, 1983. – 24 с.
10. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта / Сост. Г.И. Фролова. – М.: Лесная страна, 2008. – 112 с.

11. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш. шк., 1972. – 472 с.

12. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь / Предисл. В.Д. Федорова. – Кишинев: Гл. ред. Молд. сов. энцикл., 1990. – 406 с. – ISBN 5-88550-006-1.

13. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

14. Броцкая В.А., Зенкевич Л.А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Т. IV. – М., 1939. – С. 5–98.

15. Моря СССР. Моря и океаны России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bruo.ru/> (дата обращения: 14.02.2020).

16. Кобликов В.Н., Надточий В.А. Количественная оценка бентоса прибрежных вод некоторых районов Восточной Камчатки // Биологические ресурсы Тихого океана. – М., 1992. – С. 100–116.

17. Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Некоторые результаты бонитировки бентоса в российских водах дальневосточных морей: состав и количественное распределение (Берингово море) // Известия ТИНРО. – Т. 153, 2008. – С. 264–282.

УДК 639.3.041.2

А.А. Бонк, А.Н. Пушкарев, Е.В. Железнякова

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

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ГНЕЗД-ИНКУБАТОРОВ

Проведено испытание возможности применения искусственных гнезд-инкубаторов для инкубации икры тихоокеанских лососей и получения жизнестойкого потомства. В качестве посадочного материала была использована икра кеты на стадии глазка. Испытания проводились в искусственных условиях – в установке замкнутого водоснабжения. Результаты экспериментов показали, что выживаемость развивающейся икры и выклюнувшихся свободных эмбрионов достигает 100%.

Ключевые слова: кета, инкубация икры, гнездо-инкубатор, установка замкнутого водоснабжения.

A.A. Bonk, A.N. Pushkarev, E.V. Zheleznyakova

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

EXPERIENCE OF AUTONOMOUS NESTS-INCUBATORS USAGE

The possibility of using artificial nests-incubators for incubating Pacific salmon roe and obtaining resilient offspring was tested. As a planting material, chum salmon roe was used at the eye stage. The tests were carried out in artificial conditions – in a closed water supply system. The results of experiments showed that the survival rate of developing eggs and hatched free embryos reaches 100%.

Key words: chum salmon, egg incubation, nest-incubator, closed water supply system.

Современное искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в Дальневосточном регионе, и на Камчатке в том числе, осуществляется на стационарных лососевых заводах (ЛРЗ), основная цель которых заключается либо в восстановлении потерянных популяций, либо в получении дополнительной их продукции на отдельных реках. В настоящее время на Дальнем Востоке функционирует 60 лососевых рыбоводных заводов различных форм собственности [1, 2]. В частности, на Камчатке функционируют пять лососевых рыбоводных заводов общей мощностью выпуска около 40–45 млн экз. молоди тихоокеанских лососей, в основном кеты, нерки, чавычи и кижуча [3–5]. Современные лососевые рыбоводные заводы представляют собой комплекс стационарных сооружений, в которых размещается оборудование для инкубации икры (аппараты Аткинсона и частично NOPAD) и подращивания молоди в бассейнах с ежедневным кормлением несколько раз в сутки [6]. После достижения молодь лососей определенных (нормативных) характеристик ее выпускают в естественную среду обитания – водоемы, на берегах которых располагаются ЛРЗ. Стоимость разработки, проектирования, постройки и дальнейшей эксплуатации ЛРЗ достаточно высокая, а экономическая эффективность их деятельности зачастую низкая.

В последние десятилетия в нашей стране активно проводятся работы по внедрению в процесс искусственного воспроизводства лососевых рыб внезаводских методов инкубации. В качестве инструмента используются автономные гнезда-инкубаторы. Первые экспериментальные образцы таких инкубаторов и опыт их применения для атлантического лосося были разработаны в 2003 г. и использовались на реках Кольского полуострова, а также на о. Сахалин для тихоокеанских лососей [7–9]. На Камчатке первые опыты использования искусственных гнезд были проведены в 1950-х годах на Карымайском наблюдательном пункте КамчатНИРО. Следующая

попытка использования искусственных гнезд была предпринята в середине второго десятилетия текущего века [4, 5]. Для этого в качестве «гнезда» использовался каркас из металлической арматуры, обтянутой синтетической сетью с ячейей 10×10 мм.

Для выполнения настоящего исследования нами для инкубации икры кеты использованы гнезда-инкубаторы типа «Шайба», неплохо зарекомендовавшие себя в других регионах [9–10], а для получения сравнительных результатов – прототип модели инкубатора, разработанный на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура» (ВБ) КамчатГТУ. Итоги этого эксперимента представлены ниже.

Для инкубации икры кеты использованы два типа гнезд-инкубаторов: типа «Шайба» и прототип, который представлял собой квадратный сетчатый ящик из пищевого полимера размером 330×330×100 мм с крышкой из перфорированного пластика (рис. 1).

Для проведения экспериментов 14 ноября 2018 г. на Паратунском рыбоводном лососевом заводе (ПЛРЗ) было приобретено 1 500 икринок кеты на стадии «глазка». Икра по 500 шт. с соблюдением всех норм профилактики заболеваний была размещена в три гнезда-инкубатора: в два типа «Шайба» и в модель, разработанную на кафедре.

В качестве установки замкнутого водоснабжения использовался аквариум емкостью 500 л, оборудованный приспособлением для обеспечения проточности воды. Водообмен в гнездах-инкубаторах с одновременной ее очисткой обеспечивался при помощи внешнего фильтра Jebo-865UV.



Рис. 1. Конструкции гнезд-инкубаторов, использованных в эксперименте: слева – гнездо-инкубатор «Шайба», справа – прототип инкубатора, разработанного на кафедре ВБ КамчатГТУ

Первоначально первые четверо суток гнезда-инкубаторы с заложенной в них икрой находились в естественных условиях ручья Трезубец. Но из-за угрозы внешнего воздействия 18 ноября 2018 г. их перенесли в экспериментальную аквариальную лабораторию кафедры ВБ, где они находились в установке замкнутого водоснабжения до окончания инкубации икры. К сожалению, емкость УЗВ позволила установить только два гнезда-инкубатора. Икра не вошедшего в УЗВ гнезда-инкубатора (тип «Шайба») была зафиксирована для учебных целей.

Регулярно, раз в двое суток, в аквариуме производилась замена 1/3 объема воды. В помещении, где располагалась установка, поддерживалась температура воздуха 9–10°C. Таким образом, температура воды в период инкубации изменялась от 9 до 10,1°C, составляя в среднем 9,35°C (рис. 2). Колебания показателя кислотности (рН) в период эксперимента составили 6–6,8 (в среднем 6,6), а содержание растворенного кислорода – 9,34–9,99 мг/л (средний показатель 9,66 мг/л).

Общая продолжительность инкубации икры в таких искусственных условиях составила 22 суток. Первые свободные эмбрионы появились на 17 сутки после перемещения гнезд инкубаторов в УЗВ, а их массовый выклев в обоих гнездах произошел 17 декабря 2018 г. Длина и масса тела выклюнувшихся свободных эмбрионов кеты колебалась в пределах 168–171 мм (среднее значение 169 мм) и 122,3–418,1 мг (среднее значение 195,6 мг), всего измерено 20 экземпляров. Гибель развивающейся икры в процессе инкубации, а также выклюнувшихся свободных эмбрионов в обоих конструкциях гнезд-инкубаторов не отмечена. Выклюнувшихся личинок поместили в мини-УЗВ для дальнейшего подращивания.

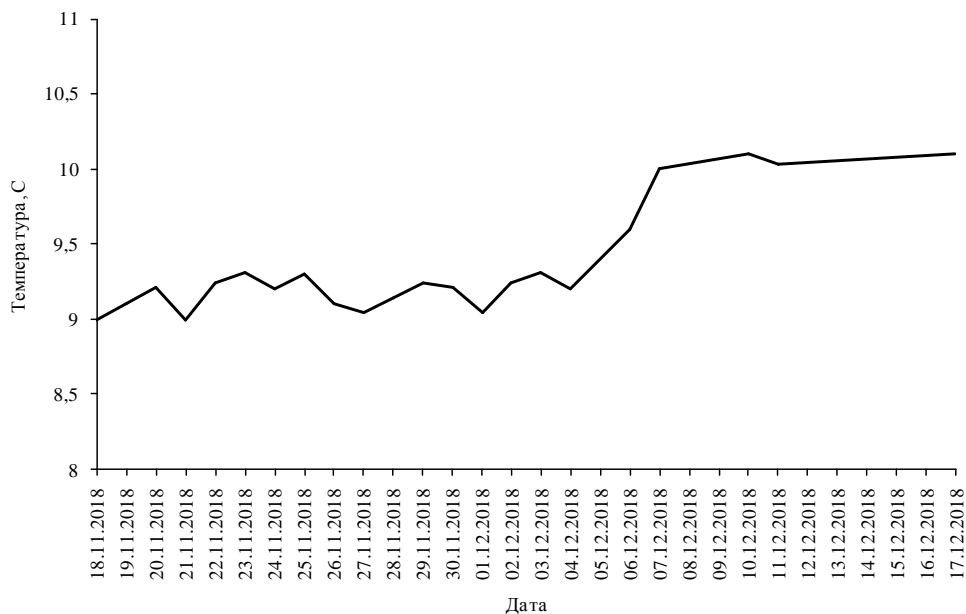


Рис. 2. Динамика температурного режима воды в период инкубации икры кеты

Исходя из полученных результатов, использованные в эксперименте обе конструкции гнезд-инкубаторов могут быть рекомендованы к применению для инкубации икры кеты, а возможно, и других видов тихоокеанских лососей. Следующим этапом подобных экспериментов может быть их испытание в условиях естественной среды – на естественных нерестилищах.

Литература

1. Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 105–120.
2. Курганский Г.Н. Оценка эффективности лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока // Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России: Тезисы докладов научной конференции (г. Южно-Сахалинск, 29–30 мая 2018 года). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2018. – С. 16–18.
3. Ксенофонтов М.Ю., Гольденберг И.А. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. Анализ рыбохозяйственного комплекса бассейна реки Большая и разработка предложений по повышению эффективности использования лососевых ресурсов в целях развития устойчивого рыболовства и сохранения видового разнообразия. – М.: Права человека, 2008. – 152 с.
4. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыбоводных заводов Камчатского края / А.В. Бугаев, Н.А. Растягаева, Н.Н. Ромаденкова, М.А. Кудзина, Д.А. Давидюк, Т.В. Гаврюсева, Е.А. Устименко, Е.В. Бочкова, Е.Г. Погодаев // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 180. – С. 273–309.
5. Современное состояние здоровья тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в аквакультуре Камчатки / Т.В. Гаврюсева, Е.В. Бочкова, Н.В. Сергеенко, Е.А. Устименко // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2018. – Вып. 48. – С. 19–30.
6. Хованская Л.Л., Сафроненков Б.П., Фомин Е.А. Руководство по искусственному разведению тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Магаданской области / Магадан. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Магадан: Кордис, 2014. – 147 с.
7. Опыт искусственной инкубации атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в р. Суне (бассейн Онежского озера) / А.Е. Веселов, Д.С. Павлов, М.А. Скоробогатов, Д.А. Ефремов, Е.Н. Белякова, К.Ю. Потанов // Труды Карельского научного центра РАН. – 2011. – № 3. – С. 28–38.
8. Инновационные технологии и устройства для инкубирования икры лососевых рыб в реках / Д.С. Павлов, А.Е. Веселов, М.А. Скоробогатов, К.В. Илюшин, Д.А. Ефремов, М.А. Ручьев, С.А. Деревянко // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 63–66.

9. Опыт воспроизводства кеты (*Oncorhynchus keta*) с применением гнезд-инкубаторов на малых реках Сахалина / Л.К. Фёдорова, А.Е. Веселов, Д.А. Ефремов, М.А. Скоробогатов, А.И. Мадудин // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: Сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 84–90.

10. Испытания гнезд-инкубаторов икры кеты (*Oncorhynchus keta*) «Шайба 400» в малых притоках реки Малка (о. Сахалин) / Д.А. Ефремов, А.Е. Веселов, М.А. Ручьев, М.А. Скоробогатов, Л.К. Фёдорова, А.И. Мадудин // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. – № 6. – С. 57–73.

УДК 595.383.3(265.54)

Л.Л. Будникова, Л.Г. Седова

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ МИЗИД *PARACANTHOMYSIS SHIKHOTANIENSIS* И *NEOMYSIS MIRABILIS* В РАЙОНЕ ОСТРОВА РЕЙНЕКЕ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Изучен размерно-половой состав скоплений мизид *Paracanthomysis shikhotaniensis* и *Neomysis mirabilis* в районе о-ва Рейнеке (залив Петра Великого, Японское море) в мае – октябре 2015 г. Максимальный размер самок *P. shikhotaniensis* составил 22,5 мм, самцов – 18,3 мм; самок *N. mirabilis* – 18,2 мм, самцов – 17,1 мм. В половом составе скоплений *N. mirabilis* в мае – июне преобладали самки (86,0–92,8%). В половом составе *P. shikhotaniensis* в июне – сентябре доминировали самки (60,0–73,9%), в октябре – молодь (66,7%).

Ключевые слова: мизиды, *Paracanthomysis shikhotaniensis*, *Neomysis mirabilis*, размерно-половой состав, залив Петра Великого, Японское море.

L.L. Budnikova, L.G. Sedova

Pacific branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

SIZE AND GENDER COMPOSITION OF MYSID *PARACANTHOMYSIS SHIKHOTANIENSIS* AND *NEOMYSIS MIRABILIS* IN THE AREA OF REINECKE ISLAND (PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)

Size and gender composition of mysid *Paracanthomysis shikhotaniensis* and *Neomysis mirabilis*, collected in the area of Reinecke Island (Peter the Great Bay, Japanese Sea) during May–October 2015 was studied. The maximum size of *P. shikhotaniensis* females was 22,5 mm, males was 18,3 mm; *N. mirabilis* females was 18,2 mm, males was 17,1 mm. *N. mirabilis* females prevailed (86,0–92,8%) in the gender ratio during May–June. *P. shikhotaniensis* females prevailed (60,0–73,9%) in the gender ratio during June – September, juveniles prevailed (66,7%) in October.

Key words: mysid, *Paracanthomysis shikhotaniensis*, *Neomysis mirabilis*, size and gender composition, Peter the Great Bay, Japan Sea.

Мизиды (Crustacea: Mysidacea) – высшие ракообразные надотряда Peracarida, населяющие морские, солоноватые и пресные водоемы. Они являются важным объектом питания многих рыб, могут употребляться в пищу человеком [1]. В заливе Петра Великого водится 11 видов мизид, однако на мелководье обитают в основном три вида: *Neomysis awatschensis*, *N. mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Два последних вида отмечены в районе о-ва Рейнеке [2–4].

N. mirabilis (Czerniavsky, 1882) – наиболее массовый бореальный вид, распространен в северной части Тихого океана от Сангарского пролива до Анадырского залива, Командорских островов и Аляски, повсеместно встречающийся в северной половине Японского моря и населяющий воды с температурой от –1,6 до +24°C и соленостью 15–34,3 eps [5]. Обитает он на глубинах от 0,2 до 140 м.

P. shikhotaniensis Petryashov, 1983 – стеногалинный бореальный вид, обитает в водах с нормальной океанической соленостью от 30 до 34 eps на глубине от 0 до 21,5 м при температуре воды от –1,5 до +22,6°C, распространен от северо-восточной Японии до залива Корфа в Беринговом море. В Японском море обнаружен в заливе Петра Великого и Татарском проливе [5].

Краткие сведения о биологии этих двух видов содержатся в определителе мизид Японского моря [5] и работах токсикологов [6, 7]. Однако сроки размножения, количество генераций, темпы роста, размерно-половая структура, продолжительность жизни и время образования массовых скоплений дальневосточных мизид изучены недостаточно.

Цель исследования – анализ размерно-полового состава скоплений *Paracanthomysis shikhotaniensis* и *Neomysis mirabilis* в районе о-ва Рейнеке (залив Петра Великого).

Исследования проводили в прибрежной полосе о-ва Рейнеке с 19 мая по 15 октября 2015 г. Лов мизид осуществляли в дневное время на глубине 0,5–2,0 м сачком диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитым из мельничного газа № 1.

После определения видового состава мизид разделяли на самцов, самок и молодь. Пол определяли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) камеры. К молоди относили ювенильные особи, у которых еще нет выраженных половых признаков. У самок выделяли 5 стадий развития: 1) молодые (с зачатками оостегитов), 2) яйценосные, 3) стадия 1, в марсупиальных сумках которых были эмбрионы без стебельчатых глаз с черным пигментом, 4) стадия 2, в марсупиальных сумках которых были эмбрионы с черными оформленными глазами, 5) отнерестившиеся, с пустыми марсупиумами.

Длину тела каждого экземпляра измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляра-микрометра под бинокляром с точностью до 0,1 мм. Всего было проанализировано 596 особей *P. shikhotaniensis* и 344 особи *N. mirabilis*. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ STATISTICA, Microsoft Excel.

В прибрежной полосе о-ва Рейнеке мизиды *P. shikhotaniensis* и *N. mirabilis* образуют небольшие скопления в основном в зарослях морской травы zostеры. В ясную погоду «стайки» мизид можно наблюдать у поверхности прозрачной воды. В мае в пробах присутствовал только один вид мизид – *N. mirabilis*, который массово встречался в течение мая – июня, а в период с июля до первой половины сентября попадались только единичные экземпляры. В октябре вид в районе о-ва Рейнеке отсутствовал. Появление *P. shikhotaniensis* отмечено со второй половины июня, более массовые скопления этот вид образовывал с августа по октябрь.

N. mirabilis имел длину тела от 9,0 до 18,2 мм, средний размер в мае составлял $(15,4 \pm 0,1)$ мм (пределы: 10,8–17,5 мм), в июне – $(14,6 \pm 0,1)$ мм (12,0–18,2 мм). В половом составе скоплений всегда преобладали самки (86,0–92,8%) (рис. 1).

В июне по сравнению с маем количество самцов увеличилось, появилась молодь (0,5%). В мае средний размер самок составлял $(15,5 \pm 0,1)$ мм (пределы: 11,0–17,5 мм), в июне – $(14,8 \pm 0,1)$ мм (12,5–18,2 мм). У самцов длина тела в мае была $(13,8 \pm 0,7)$ мм (10,8–17,1 мм), в июне – $(13,8 \pm 0,2)$ мм (12,0–16,4 мм). Молодь имела размеры от 11,5 до 15,2 мм.

В мае в скоплениях присутствовали самки на всех стадиях развития, но больше всего было самок стадии 1 (86,2%) (табл. 1). В июне отсутствовали молодые самки с зачатками оостегитов, а яйценосные, на стадиях 1 и 2 составляли 26,8–38,5%. Самки одного размера могли находиться на различных стадиях развития (рис. 2).

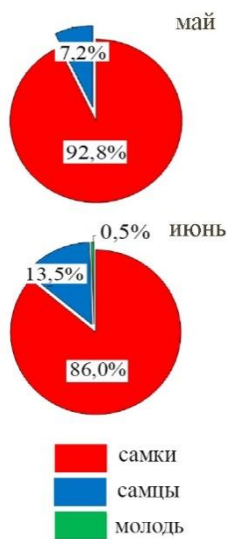


Рис. 1. Соотношение полов в скоплениях *N. mirabilis*

Таблица 1

Соотношение самок (%) *N. mirabilis* на разных стадиях развития

Стадии развития самок	Май	Июнь
С зачатками оостегитов	3,4	–
Яйценосные	4,3	26,8
Стадия 1	86,2	31,3
Стадия 2	2,7	38,5
Отнерестившиеся	3,4	3,4

P. shikhotaniensis имел длину тела от 6,0 до 22,5 мм, средний размер рачков за период исследований изменялся от 18,9 до 11,5 мм, максимальные значения отмечены в июне (табл. 2). Максимальный размер самок составлял 22,5 мм, средние значения варьировали от 12,6 до 20,4 мм. Максимальная длина тела самцов – 18,3 мм, средние значения – в пределах 10,3–16,6 мм. Молодь имела размеры от 6,0 до 14,7 мм (табл. 2).

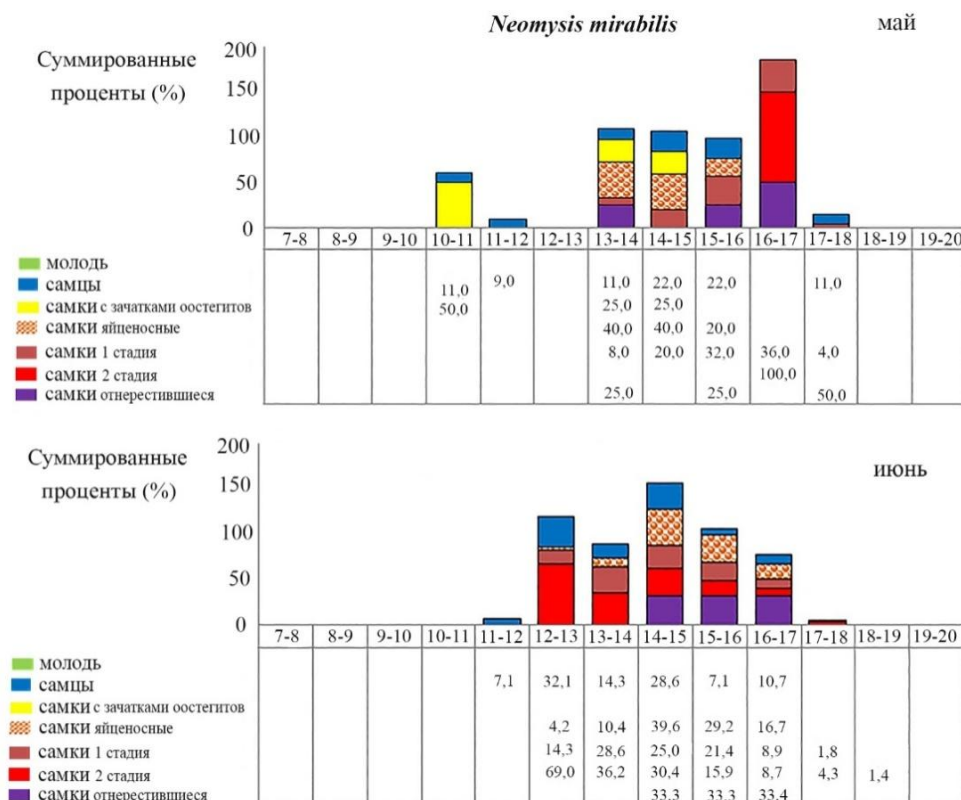


Рис. 2. Размерно-половой состав скопления *N. mirabilis*, 2015 г.

Таблица 2

Длина тела *P. shikhotaniensis* в период исследований

Мизиды	Значения, мм	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Все особи	среднее	18,9 ± 0,4	13,1 ± 0,3	12,1 ± 0,2	11,5 ± 0,1	11,9 ± 0,1
	пределы	14,3–22,5	8,5–22,0	7,5–19,1	6,0–14,7	6,3–15,0
Самки	среднее	20,4 ± 0,3	14,6 ± 0,4	12,7 ± 0,2	12,6 ± 0,1	13,6 ± 0,2
	пределы	17,6–22,5	9,5–22	9,3–19,1	10,6–14,7	12,8–15,0
Самцы	среднее	16,6 ± 0,3	10,9 ± 0,2	10,9 ± 0,2	10,3 ± 0,1	12,01 ± 0,1
	пределы	14,3–18,3	8,7–14,3	8,5–12,5	9,2–12,0	10,2–14,0
Молодь	среднее	–	9,8 ± 0,2	9,0 ± 0,6	8,9 ± 0,2	11,7 ± 0,2
	пределы	–	8,5–11,4	7,5–10,5	6,0–11,0	6,3–14,7

В половом составе скоплений в июне – сентябре преобладали самки (60,0–73,9%), их доля в октябре снизилась до 8,9% (рис. 3). Доля самцов с июня по сентябрь уменьшилась от 40,0 до 18,2%, а в октябре вновь возросла до 24,4%. Молодь в июне отсутствовала, а в июле – сентябре ее доля составляла 6,8–19,9%, а в октябре достигла 66,7%.

В июне и октябре в скоплениях не было молодых самок (с зачатками оостегитов) и яйценосных. В июне количественно преобладали самки стадий 1 и 2 (соответственно 50,0 и 41,7%), а в октябре – отнерестившиеся (83,4%).

С июля по сентябрь в скоплениях присутствовали самки на всех стадиях развития (табл. 3). Самки одного размера, как и у *N. mirabilis*, находились на различных стадиях развития (рис. 4).

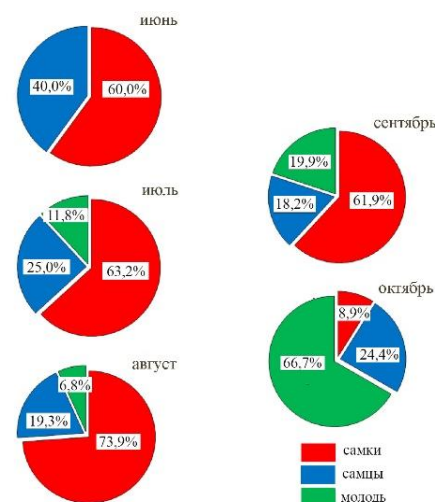


Рис. 3. Соотношение полов в скоплениях *P. shikhotaniensis*

Соотношение самок (%) *P. shikhotaniensis* на разных стадиях развития

Стадии развития самок	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
С зачатками оостегитов	–	31,3	33,8	9,8	–
Яйценозные	–	30,2	23,1	20,5	–
Стадия 1	50,0	3,1	21,5	42,0	8,3
Стадия 2	41,7	26,0	18,5	20,5	8,3
Отнерестившиеся	8,3	9,4	3,1	7,2	83,4

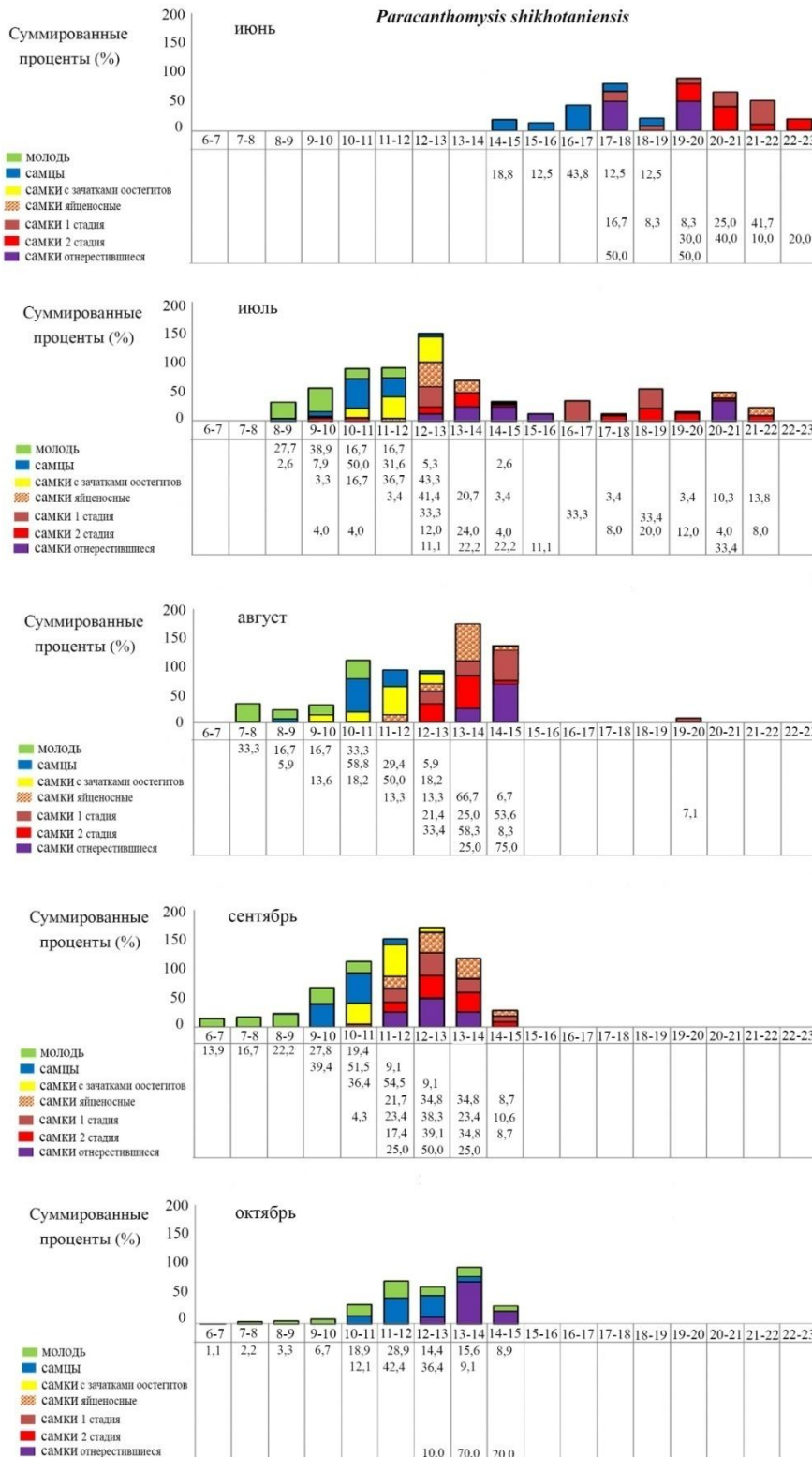


Рис. 4. Размерно-половой состав скопления *P. shikhotaniensis*, 2015 г.

N. mirabilis в районе о. Рейнеке образует скопления в конце весны и начале лета, в остальное время встречаются единичные особи. *P. shikhotaniensis* появляется в прибрежье во второй половине июня, а скопления образует с августа по октябрь.

Длина тела у самцов и самок *N. mirabilis* практически одинакова: максимальная длина тела самок – 18,2 мм, самцов – 17,1 мм. По литературным данным, максимальная длина тела *N. mirabilis* больше у самок, достигает 35,5 мм, у самцов – 37,5 мм [5]. *P. shikhotaniensis* – более крупный вид. Самки имеют большие размеры, чем самцы. Максимальный размер самок за период исследований составил 22,5 мм, самцов – 18,3 мм. В 2014 г. максимальный размер самок достигал 27,8 мм, а самцов – 19,0 мм [8], тогда как по литературным данным максимальная длина тела самок 27,1 мм, а самцов – 22,6 мм [5]. Средний размер тела у обоих видов уменьшается летом. Связано это с тем, что весной и в начале лета в популяции присутствуют крупные перезимовавшие особи из прошлогодней генерации. Средний размер тела *N. mirabilis* в мае составлял $(15,4 \pm 0,1)$ мм, в июне – $(14,6 \pm 0,1)$ мм. Средний размер тела у *P. shikhotaniensis* за период исследований изменялся от 18,9 мм в июне до 11,5 мм в сентябре.

В половом составе скоплений *N. mirabilis* всегда преобладали самки (86,0–92,8%), у *P. shikhotaniensis* в июне – сентябре преобладали самки (60,0–73,9%), а в октябре доминировала молодь (66,7%). В скоплениях мизид *P. shikhotaniensis* и *N. mirabilis* отмечено постоянное присутствие самок различного размера, находящихся на разных стадиях развития, а также молодки, что свидетельствует о наличии в популяции одновременно размножающихся нескольких генераций.

Литература

1. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях: Монография. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006. – 484 с.
2. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 41–45.
3. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Биологические характеристики мизид *Paracanthomysis shikhotaniensis* (Crustacea: Mysidacea) залива Петра Великого (Японское море) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию севастопольской биологической станции (19–24 сентября 2016 г.). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016а. – Т. 1. – С. 122–125.
4. Влияние гидрологических условий на распределение мизид в заливе Петра Великого (Японское море) / Л.Г. Седова, В.И. Рачков, Л.Л. Будникова, Г.Г. Шевченко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – Ч. I. – С. 173–175.
5. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea Boas, 1883 // Ракообразные (ветвистоусые, тонкопанцирные, мизиды, эвфаузииды) и морские пауки: Биота российских вод Японского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – Т. 1. – С. 55–96.
6. Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л. Экотоксикологический анализ состояния прибрежных экосистем залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. рыб-ва. – 2005. – Т. 6, № 4 (24). – С. 637–652.
7. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконь М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестн. ДВО РАН. – 2012. – № 2 (162). – С. 55–63.
8. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Размерно-половой состав скоплений и весомой рост мизид *Paracanthomysis shikhotaniensis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016б. – С. 60–63.

УДК 594.1(265.54)

Р.В. Власенко¹, Д.А. Кротова^{1,2}

¹ Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091;

² Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, 690091, 690922
e-mail: rv_vlasenko@mail.ru; adm26523@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СОСТАВ ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТОГО
МОЛЛЮСКА МЕРЦЕНАРИИ СТИМПСОНА (*MERCENARIA STIMPSONI*)
В БУХТАХ БАКЛАН, УСПЕНИЯ И В ЗАЛИВЕ КИТОВОЕ РЕБРО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Представлено пространственное распределение отдельных поселений двустворчатого моллюска мерценарии Стивсона (*Mercenaria stimpsoni*) на выбранных акваториях, а также приведены распределения их плотностей и биомасс по глубинам. Описан размерно-весовой состав поселений рассматриваемого вида.

Ключевые слова: *Mercenaria stimpsoni*, Японское море, распределение, поселения, размерный состав.

R.V. Vlasenko¹, D.A. Krotova^{1,2}

¹ Pacific branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690061;

² Far Eastern Federal University,
Vladivostok, 690061, 690922
e-mail: rv_vlasenko@mail.ru ; adm26523@gmail.com

**DISTRIBUTION AND COMPOSITION FEATURES OF BIVALVE
MERCENARIA STIMPSONI SETTLEMENTS IN THE BAKLAN BAY,
THE USPENIYA BAY AND THE KITOVOYE REBRO GULF (JAPAN SEA)**

The spatial distribution of individual settlements of the bivalve mollusk *Mercenaria stimpsoni* in selected water areas is presented. The distribution of their densities and biomass by depth are given. The size and weight composition of the settlements of this type is described.

Key words: *Mercenaria stimpsoni*, Japan Sea, distribution, settlements, size composition.

Беспозвоночные, в частности двустворчатые моллюски, являются неотъемлемыми объектами прибрежного лова и марикультуры. Как известно, эта группа животных имеет очень важное значение в пищевой промышленности, фармакологической и медицинской областях, в первую очередь потому, что многие двустворчатые моллюски являются источниками незаменимых аминокислот, минеральных веществ и БАВ. А значительная часть современного российского промысла сосредоточена именно в морях Дальнего Востока, что, несомненно, делает актуальными работы по анализу биомассы и численности отдельных поселений беспозвоночных, тем более востребованных промыслом. Ведь только грамотные и биологически обоснованные рекомендации по вылову и дальнейшей реализации гидробионтов помогают человеку извлекать полезные для него материалы без губительных последствий для водных экосистем.

Двустворчатый моллюск мерценария Стивсона *Mercenaria stimpsoni* (Gould, 1861) является промышленно востребованным, а освоение ресурсов названного гидробионта на акватории Приморского края начато в 2010 г. В настоящее время ежегодная установленная квота на вылов в 600 т осваивается в среднем на 51%. Оцененные запасы объекта у берегов Приморского края являются суммой биомасс поселений вида, находящихся на отдельных акваториях. Промыслом охвачен ряд поселений моллюсков в водах северного Приморья, и при развитии прибрежного рыболовства следует ожидать расширения его географии.

Целью настоящей работы является описание состава и распределения поселений мерценарии Стимпсона, приуроченных к разным районам побережья Приморского края.

По биогеографической принадлежности мерценария является тихоокеанским приазиатским низкобореальным видом. Распространена от Корейского полуострова до курильского о. Итуруп, также у о. Хоккайдо и северного побережья о. Хонсю. У берегов Приморья моллюск отмечен от устья р. Туманной до м. Золотого [1]. Мерценария Стимпсона – сублиторальный вид. Обитает у открытых берегов и в открытых бухтах на глубинах от 2 до 22 м, у скалистых прибойных берегов – на глубинах 10–45 м. Селится на гравийном, ракушечном, мелко-галечном, песчаном и илисто-песчаном грунтах [1]. Запас исследуемого вида в зал. Петра Великого оценен в 2 400 т на площади 1 400 га, на акватории от м. Поворотный до м. Золотой – 24 000 т на площади 8 700 га. Таким образом, суммарный запас мерценарии у берегов Приморского края составляет примерно 26 000 т на площади 10 100 га [2]. Моллюски являются промысловыми по достижению размера – 55 мм в длине раковины [3].

Материалом, положенным в основу данной работы, являются результаты водолазных гидробиологических съемок, проводимых на судах «ТИНРО» в 2012, 2014 и 2016 гг. в прибрежной полосе Японского моря на трех акваториях (табл. 1). Бухта Баклан, расположенная на западе зал. Петра Великого, характеризуется разнообразием подводных ландшафтов, особенно в прибрежной зоне. Грунт – песок, изредка попадается камень. Бухта является открытой.

Бухта Успения – открытая. Данная акватория находится северо-восточнее зал. Петра Великого, имеет илистое дно на глубине 2–10 м, окаймленное полосой илистого песка, который сменяется песчаным грунтом на выходе из акватории. Между входными мысами на глубине более 15 м расположен участок дна, сформированный песком с примесью гальки.

Залив Китовое Ребро, имеющий самое северное положение из исследуемых акваторий, характеризуется возвышенными и скалистыми берегами, переходящими в низкий галечный берег. Грунт в заливе представлен илом и песком, у берега лежат валуны [4].

В пределах каждой из изученных акваторий были исследованы такие параметры, как длина раковины и индивидуальная масса моллюсков (табл. 2).

Таблица 1

Объем изученного материала

Район	Год исследования	Кол-во станций	Кол-во станций с мерценарией	Выборка мерценарии, экз.
Бухта Баклан	2016	127	8	68
Бухта Успения	2012	104	21	116
Залив Китовое Ребро	2014	69	40	318

Таблица 2

Статистические характеристики длины раковины и массы мерценарии в исследуемых акваториях

Район	№, экз.	Длина раковины, мм			Масса особи, г		
		Средняя	Мин.	Макс.	Средняя	Мин.	Макс.
Бухта Баклан	68	74,5 ± 0,9	33,0	90,0	123,6 ± 4,2	10,5	217,0
Бухта Успения	116	62,3 ± 1,1	28,0	79,0	83,1 ± 3,9	6,0	183,0
Залив Китовое Ребро	318	58,2 ± 0,4	25,0	72,0	58,7 ± 1,1	4,0	112,0

В бухте Баклан мерценария встречалась на глубинах от 5 до 13 м. Максимальные значения плотности и биомассы наблюдаются на глубинах 8–9 м (рис. 1, А). Показатели плотности поселения исследуемого вида в данной бухте лежат в диапазоне от 0,33 до 5,0 экз./м² (средняя – 2,7 экз./м²). Показатели биомассы находятся в границах от 3,5 до 835,0 г/м² (средняя – 376,4 г/м²) (рис. 2).

В бухте Успения моллюски обнаружены на глубинах от 5 до 16 м (рис. 1, Б). Максимальная плотность поселения наблюдается на глубинах 11–12 м, максимальная биомасса – на глубинах 6–7 м. В рассматриваемой бухте плотность поселения мерценарии изменялась от 0,3 до 12,0 экз./м² (в среднем 4,3 экз./м²) (рис. 3). Биомасса варьировала в пределах от 4,8 до 1200,0 г/м² (средняя – 307,9 г/м²) (рис. 4).

В заливе Китовое Ребро моллюски распределены в диапазоне глубин от 7 до 20 м, но стоит отметить, что объект был обнаружен и глубже 20 м (рис. 1, В). Максимальные плотности и био-

массы поселения соответствуют глубинам 16–17 м. В исследуемом заливе значения плотности поселения имеют границы от 0,3 до 41,0 экз./м² (средняя – 7,6 экз./м²). Биомасса поселения варьирует в пределах от 6 до 2731 г/м² (в среднем 448,8 г/м²) (рис. 5).

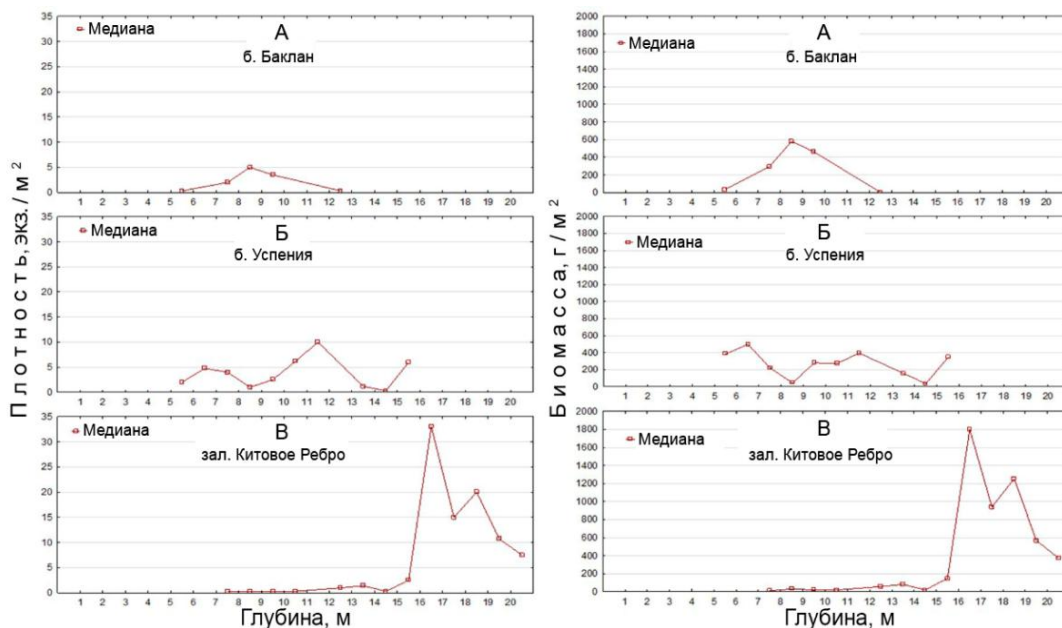


Рис. 1. Распределение плотности и биомассы поселений мерценарии в исследуемых акваториях по глубине

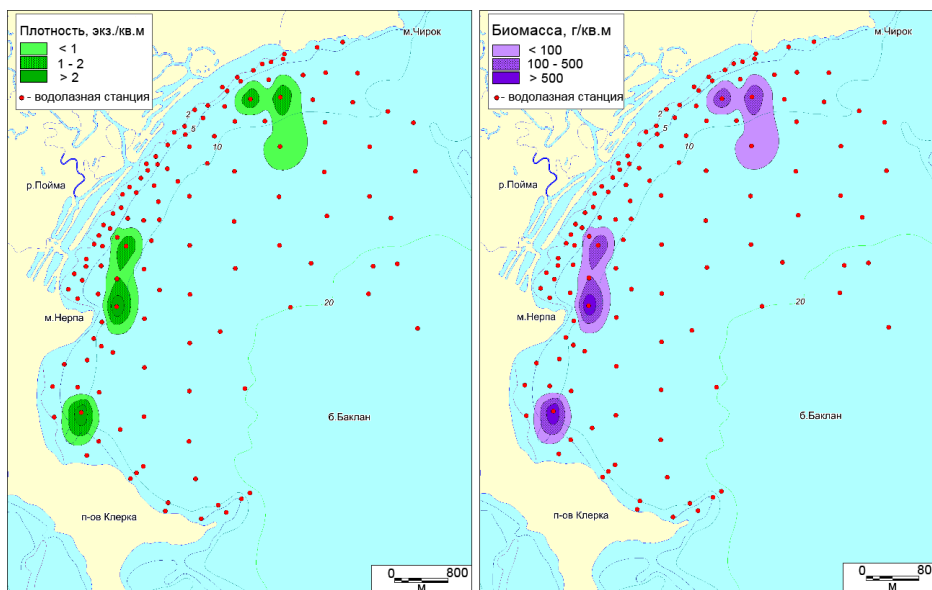


Рис. 2. Распределение плотности (слева) и биомассы (справа) поселения мерценарии в бух. Баклан

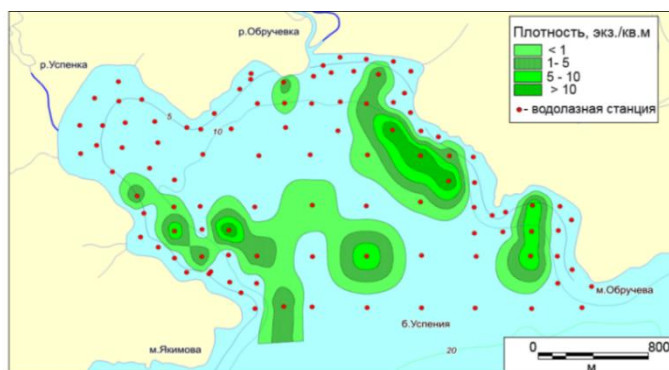


Рис. 3. Распределение плотности поселения мерценарии в бух. Успения

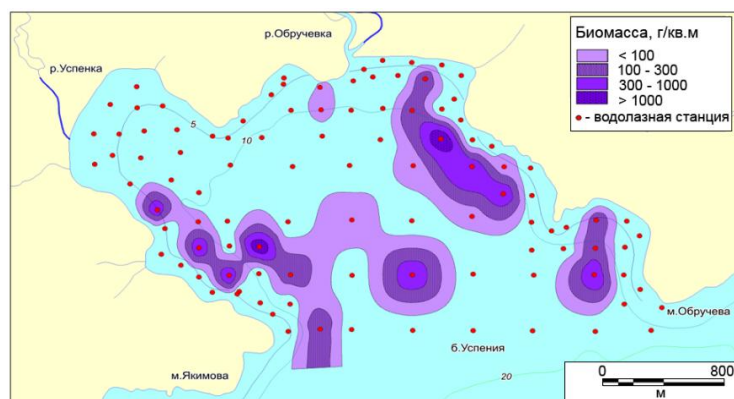


Рис. 4. Распределение биомассы поселения мерценарии в бух. Успеня

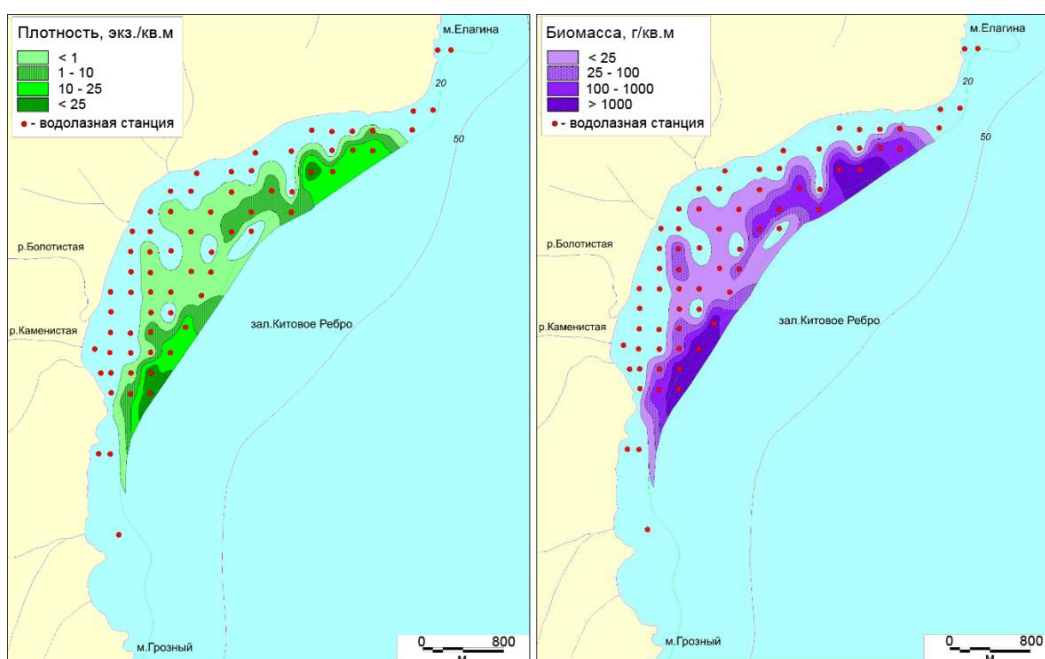


Рис. 5. Распределение плотности (слева) и биомассы (справа) поселения мерценарии в зал. Китовое Ребро

В бухте Баклан длина раковин встреченных моллюсков лежит в границах от 33 до 90 мм (средняя $(74,5 \pm 0,9)$ мм) (табл. 2). Модальная группа имеет значения от 70 до 80 мм (66%). Доля особей непромысловой части мала (2%). Индивидуальная масса моллюсков на данной акватории изменялась от 10,5 до 217 г (средняя $(123,6 \pm 4,2)$ г). Модальная группа лежит в границах 100–130 г (51%) (рис. 6, А).

В бухте Успеня длина раковины мерценарии лежит в границах от 28 до 79 мм (в среднем $(62,3 \pm 1,1)$ мм) (табл. 2). Моллюски с размерами 65–75 мм составляют модальную группу, их доля – 51%. Доля непромысловой части составляет 23,5%. Индивидуальная масса встреченных в бух. Успеня моллюсков изменялась в пределах 6–183 г (средняя $(83,1 \pm 3,9)$ г). Распределение индивидуальной массы в исследуемом районе является бимодальным, чаще всего встречались моллюски с массой 10–30 (16%) и 90–110 г (24%) (рис. 6, Б).

В зал. Китовое Ребро длина раковины моллюсков находится в диапазоне от 25 до 72 мм (средняя – $(58,2 \pm 0,4)$ мм) (табл. 2). Значения модальной группы относятся к интервалу 55–65 мм (57%). Доля непромысловой части – 27%. Индивидуальная масса мерценарии в зал. Китовое Ребро изменялась в пределах от 4 до 112 г (в среднем $(58,7 \pm 1,1)$ г). Модальная группа представлена особями, относящимися к диапазону 40–60 г (42%) (рис. 6, В).

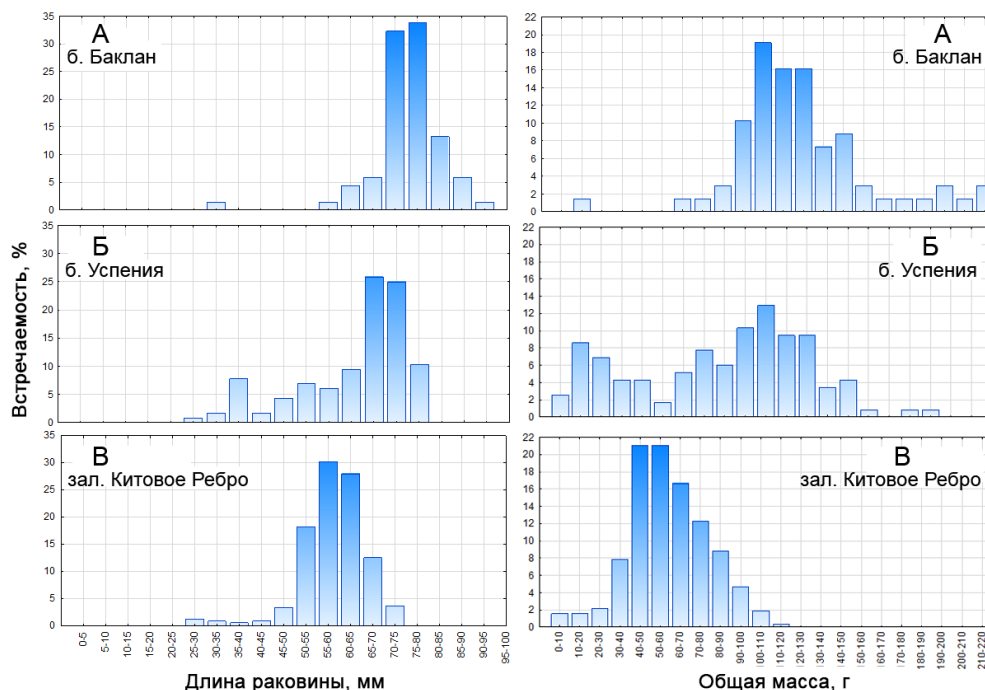


Рис. 6. Размерный состав (слева) и состав по массе (справа) поселений мерценарии

Таким образом, подводя итог, выявлено следующее: минимальные значения плотности и биомассы поселения мерценарии характерны для самой южной из рассмотренных акваторий (бух. Баклан), а максимальные – северной (зал. Китовое Ребро), что, вероятнее всего, связано с комплексом различных факторов, к которым можно отнести состояние кормовой базы моллюсков, гидрологический режим и состав грунтов на каждой акватории.

Для распределения по глубине свойственно следующее: в бух. Баклан максимальные показатели плотности и биомассы наблюдаются на глубинах 8–9 м. В бух. Успения максимальные плотности соответствуют 11–12 м, а биомассы – 6–7 м (самые мелкие из имеющихся глубин). В зал. Китовое Ребро максимальные плотности и биомассы обнаружены глубже, чем в ранее рассмотренных бухтах (16–17 м). Максимальные значения индивидуальной массы и длины раковины характерны для самой южной из рассмотренных акваторий, а минимальные для самой северной. Очевидно, что такие показатели, как длина раковины и индивидуальная масса мерценарии Стилпсона, во многом зависят от приуроченности к географическому положению, которое, в свою очередь, обуславливает температурный режим района, вероятнее всего, первостепенно влияющий на рассматриваемые признаки.

Литература

1. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 479 с.
2. Власенко Р.В. *Mercenaria stimpsoni* (Bivalvia, Veneridae) как промысловый объект у берегов Приморского края (Японское море) // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Материалы V Научно-практической конференции молодых ученых с международным участием (17–18 апреля 2017 г.). – М.: Изд-во ВНИРО, 2017. – С. 61–66.
3. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна [Электронный ресурс]. – Владивосток: Дальрыбтехцентр, 2015. – URL: <http://regulation.gov.ru/p/87085>
4. Лоция Японского моря. – Изд-во «ГУНИО», 1972. – Ч. I. – 287 с.

УДК [574.632: 595.384.12](268.45)

А.Ю. Жилин

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

ХЛОРИРОВАННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В СЕВЕРНОЙ КРЕВЕТКЕ (*PANDALUS BOREALIS*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Определены хлорированные углеводороды в 20 пробах мышечной ткани северной креветки *Pandalus borealis*, отобранной донным тралом в десяти промысловых районах в южной, центральной и восточной частях Баренцева моря. В нерыбных объектах промысла (в том числе ракообразных) не нормируется содержание хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов, но, тем не менее, они присутствуют в мышечной ткани креветки *P. borealis*. Полученные результаты указывают на низкий уровень загрязнения креветки *P. borealis* Баренцева моря хлорированными углеводородами.

Ключевые слова: Баренцево море, северная креветка, загрязнение, пестициды, полихлорбифенилы, токсичность.

A.Yu. Zhilin

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

CHLORINATED HYDROCARBONS IN THE NORTHERN SHRIMP *PANDALUS BOREALIS* OF THE BARENTS SEA

Chlorinated hydrocarbons in 20 samples of the muscle tissue of the Northern shrimp *Pandalus borealis*, selected by bottom trawl in 10 fishing areas in the southern, central and eastern parts of the Barents sea, were determined. The content of organochlorine pesticides and polychlorobiphenyls is not normalized in non-fish fishing objects (including crustaceans), but, nevertheless, they are present in the muscle tissue of *P. borealis* shrimp. The results indicate a low level of contamination of *P. borealis* shrimp with chlorinated hydrocarbons in the Barents Sea.

Key words: Barents Sea, northern shrimp, contamination, pesticides, polychlorobiphenyls, toxicity.

Хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – стойкие органические загрязнители (СОЗ), распространенные глобально, не имеющие природных аналогов. Ранее они длительное время использовались бесконтрольно. Как следствие, это привело к их накоплению в различных матрицах наземных и морских экосистем [1]. Для распределения хлорорганических соединений в организмах, обитающих в морях и океанах, характерна высокая степень неоднородности и повышенное содержание в депонирующих органах и тканях, где имеется высокое содержание жира [2].

В настоящем исследовании использованы пробы северной креветки *Pandalus borealis*, отобранные донным тралом в десяти промысловых районах на юге, в центре и на востоке Баренцева моря: Кильдинская банка, Юго-Западный склон Мурманской банки, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Мурманское мелководье, Центральный желоб, Возвышенность Персея, Новоземельская банка, Сухой нос, Северной склон Гусиной банки, Северная часть Новоземельского мелководья.

На рис. 1 представлена схема станций отбора проб северной креветки в Баренцевом море в марте 2019 г. Отбор, пробоподготовка и аналитические измерения выполнены в соответствии с методическими руководствами ИКЕС и ФАО [3–5]. В общей сложности проведен анализ ХОП

и ПХБ в 20 пробах мышечной ткани северной креветки *P. borealis*. Хлорированные органические пестициды [α -, β -, γ -гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор, изомеры и метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и полихлорированные бифенилы (конгенеры с номерами IUPAC 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180) были определены методом газовой хроматографии на спектрометре GCMS-QP 2010 Plus «Shimadzu» с капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS ($l = 30$ м) и масс-спектрометрическим детектором. Для идентификации индивидуальных соединений применяли режим выбранных ионов (SIM).

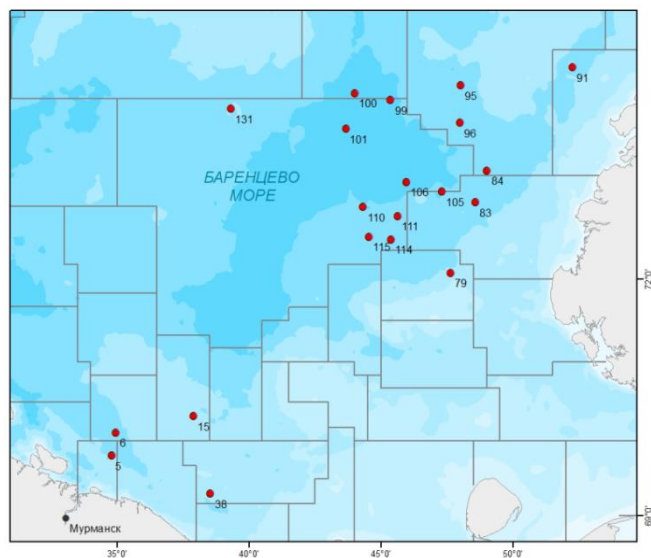


Рис. 1. Схема станций отбора проб креветки в Баренцевом море (НИС «Вильнюс», рейс № 109, март 2019 г.)

Приготовление калибровочных растворов осуществляли с использованием индивидуальных кристаллических веществ. Автоматическая обработка результатов анализа проводилась автоматически с применением программы «GCMS solution 2.5». Для контроля качества аналитических измерений использовали сертифицированный стандартный образец NISTSRM 2974a (Organochlorines in freeze dried mussel tissue).

Среднее содержание в мышцах креветки изомеров ГХЦГ (Σ ГХЦГ), ГХБ, суммы изомеров хлордана и суммы изомеров и метаболитов ДДТ (Σ ДДТ) показано на рис. 2–5.

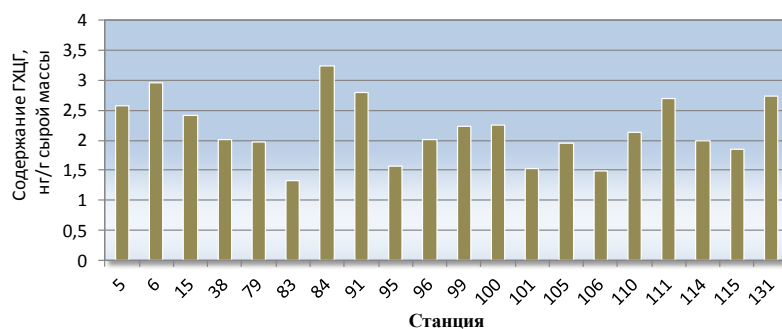


Рис. 2. Среднее суммарное содержание изомеров ГХЦГ в мышцах северной креветки Баренцева моря

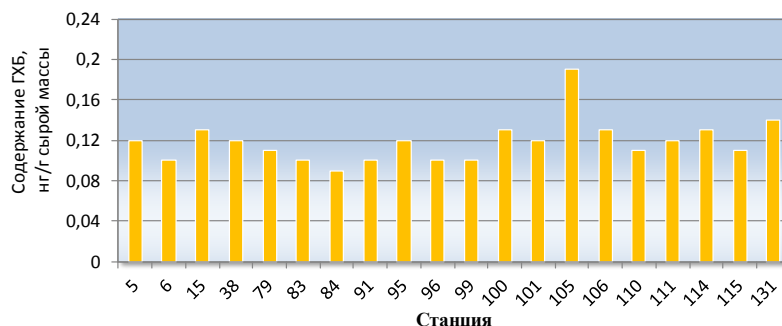


Рис. 3. Среднее содержание ГХБ в мышцах северной креветки Баренцева моря

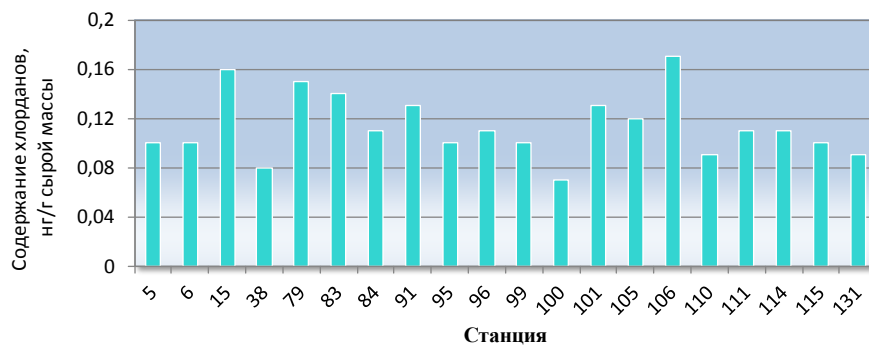


Рис. 4. Среднее суммарное содержание изомеров хлордана в мышцах северной креветки Баренцева моря

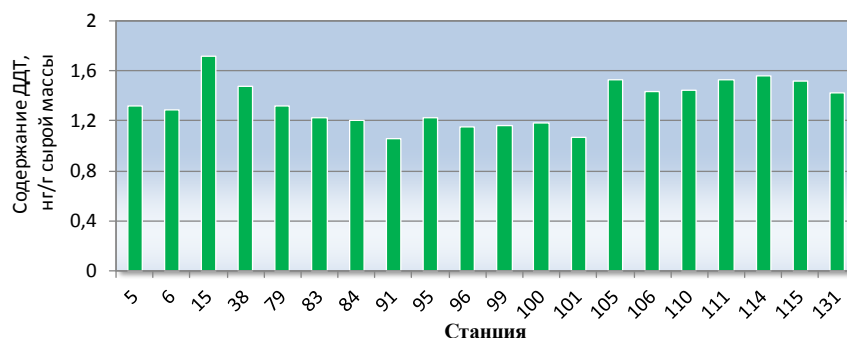


Рис. 5. Среднее суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах северной креветки Баренцева моря

Поступление пестицида ГХЦГ в морскую среду носило давний характер. Об этом говорит отношение содержания более стабильного изомера α -ГХЦГ к менее стабильному изомеру γ -ГХЦГ (α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ >1) в мышцах северной креветки *P.borealis*.

Длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты и, как следствие, давность загрязнения морской окружающей среды этим пестицидом подтверждает суммарное содержание метаболитов о,р'-ДДЕ, р,р'-ДДЕ, о,р'-ДДД и р,р'-ДДД в исследованных пробах мышц креветки, которое находилось на уровне свыше 70% от Σ ДДТ, что превышало содержание изомера р,р'-ДДТ в 6–12 раз [6, 7].

Наибольшее суммарное содержание изомеров ГХЦГ обнаружено в мышечной ткани северной креветки (3,23 нг/г сырой массы), отловленной на ст. 84 в промышленном районе Новоземельская банка. Максимальное содержание ГХБ определено в мышцах северной креветки (0,19 нг/г сырой массы) из промышленного района Северная часть Новоземельского мелководья (ст. 105) (см. рис. 1).

Ни в Советском Союзе, ни в России изомеры хлордана в качестве пестицидов никогда не применялись. В то же время в странах Западной Европы и США они широко использовались. В воде Баренцева моря изомеры хлордана обнаруживаются в следовых количествах главным образом в водах Северо-Атлантического течения, но в процессе накопления при передаче по пищевой цепи их содержание в водных организмах значительно растет. В мышцах всех исследованных проб северной креветки обнаружен только *транс*-нонахлор, содержание *цис*- и *транс*-хлордана находилось на уровне ниже предела обнаружения применяемого метода анализа. Наибольшее содержание суммы изомеров хлордана определено в мышцах северной креветки (0,17 нг/г сырой массы), выловленной донным тралом в промышленном районе Центральный желоб (ст. 106).

Среднее содержание Σ ПХБ в мышцах северной креветки Баренцева моря показано на рис. 6. В мышечной ткани исследованных проб креветок оно варьировало от 0,64 до 1,93 при среднем значении ($1,22 \pm 0,38$) нг/г сырой массы. В исследованных мышцах северной креветки преобладали индивидуальные соединения с номерами по номенклатуре IUPAC 118, 138 и 153, которые в среднем составляли свыше 70% от Σ ПХБ (рис. 7). Это говорит о техногенной составляющей загрязнения среды их обитания промышленными смесями ПХБ типа Aroclor. В России у них имеются аналоги – конденсаторное масло «Совол» и трансформаторное масло «Совтол-10».

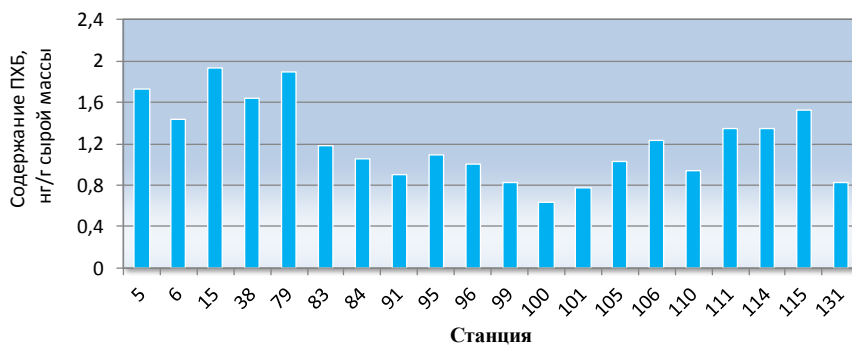


Рис. 6. Среднее суммарное содержание конгенов ПХБ в мышцах северной креветки Баренцева моря

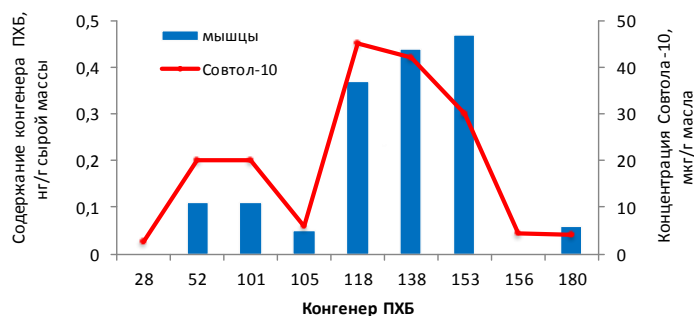


Рис. 7. Содержание конгенов ПХБ в «Совтоле-10» и в мышцах северной креветки Баренцева моря (ст. 5)

Основными ПХБ, которые входят состав «Совтола» и «Совола», являются соединения с номерами 52, 101, 118, 138 и 153, содержание которых в мышцах креветки составляло в среднем $(87,9 \pm 2,24)\%$ от Σ ПХБ (см. рис. 7).

Наибольшее содержание ПХБ (1,93 нг/г сырой массы) найдено в мышцах северной креветки, выловленной в промышленном районе Северо-Восточный склон Мурманской банки на ст. 15 (см. рис. 1). Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 в нерыбных объектах промысла и продуктах их переработки (включая ракообразных) содержание хлорированных пестицидов и полихлорированных бифенилов не нормируется [8], но в мышцах северной креветки *P. borealis* Баренцева моря они присутствуют.

Часть хлорорганических соединений, к которым относятся ХОП и ПХБ, являются диоксиноподобными веществами, обладающие теми же токсическими свойствами, что и диоксины, и идентичными механизмами действия на живые организмы. Существует международная шкала токсичности (I-TEF), где за эталон принимается самый сильный по своей биологической активности и достаточно изученный 2,3,7,8-тетрахлор-дibenзо-*p*-диоксин (2,3,7,8-ГХДД), фактор эквивалентной токсичности которого принят за 1. Для конгенов ПХБ с номерами 105, 118, 156 и 180, которые обнаружены в мышечной ткани исследованных образцов северной креветки, факторы эквивалентной токсичности составляют 0,0001, 0,0001, 0,0005 и 0,00001 ед. соответственно, а для пестицида ГХБ – 0,001 ед. [9]. Средняя токсичность по сумме диоксиноподобных хлорированных углеводородов в мышцах северной креветки, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,11 до 0,21 пг ТЭ/г сырой массы при среднем значении $(0,15 \pm 0,02)$ пг ТЭ/г сырой массы. Для диоксиноподобных хлорированных углеводородов, обнаруженных в мышцах северной креветки, средняя суммарная токсичность, была во всех случаях меньше 1. В мышечной ткани северной креветки, выловленной в промышленном районе Северная часть Новоземельского мелководья (ст. 105), величина этого показателя была максимальна (0,21 пг ТЭ/г сырой массы).

Сравнение полученных данных с результатами исследований содержания хлорированных углеводородов в органах и тканях такого представителя ракообразных Баренцева моря, как краб-стригун *Chionoecetes opilio*, показывает, что остаточные количества хлорорганических соединений в мышечной ткани северной креветки в среднем выше, чем в мышцах краба, за исключени-

ем содержания изомеров хлордана и ПХБ [10]. Среднее содержание в мышечной ткани Σ ГХЦГ, ГХБ, хлордана, Σ ДДТ и Σ ПХБ составило для северной креветки и краба-стригуна ($2,19 \pm 0,52$); ($0,12 \pm 0,02$); ($0,11 \pm 0,03$); ($1,34 \pm 0,18$); ($1,22 \pm 0,38$) и ($0,35 \pm 0,04$); ($0,11 \pm 0,07$); ($0,63 \pm 0,18$); ($1,59 \pm 0,23$); ($1,58 \pm 0,38$) нг/г сырой массы соответственно. Это может объясняться большим, по сравнению с крабом, содержанием жира в мышечной ткани креветки, а все ХОП и ПХБ имеют липофильные свойства [2]. Содержание жира в мышцах исследованных креветок в среднем составляло ($1,15 \pm 0,09$)%, а в мышцах крабов – ($0,52 \pm 0,05$)% [10]. В то же время по сумме диоксиноподобных хлорированных углеводов в мышцах северной креветки средняя токсичность, выраженная в единицах токсического эквивалента, была меньше этого показателя для краба-стригуна: ($0,15 \pm 0,02$) и ($0,25 \pm 0,19$) пг ТЭ/г сырой массы соответственно. Причиной является более высокий уровень загрязнения мяса крабов диоксиноподобными ПХБ [10].

Полученные результаты указывают на относительно низкий уровень загрязнения северной креветки *P. borealis* Баренцева моря СОЗ глобального распространения, в том числе диоксиноподобными соединениями, который в настоящее время отрицательно не сказывается на состоянии запасов этого промыслового объекта. Не представляется возможным оценить опасность накопления в северной креветке ХОП и ПХБ для человека при употреблении ее в пищу, так как нормативные документы по содержанию этих соединений в нерыбных объектах промысла и продуктах их переработки в России отсутствуют.

Литература

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
2. Kelly A.G., Campbell D. Persistent Organochlorine Contaminants in Fish and Shellfish from Scottish Waters // Scottish Fisheries Research Report. – 1994. – № 54. – 26 p.
3. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shelfish and in Sediments / Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
4. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 150. – 76 p.
5. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 158. – 124 p.
6. Современный уровень загрязнения хлорированными и нефтяными углеводородами донных отложений губы Печенга Баренцева моря / Г.Г. Матишев, В.М. Савинов, С. Дале и др. // Доклады РАН. – 1998. – Т. 361. – № 3. – С. 425–427.
7. Баярова М.Д., Лукьянова О.Н. Хлорированные углеводороды в гидробионтах залива Посьета Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 145. – С. 271–278.
8. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
9. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.
10. Жилин А.Ю., Плотыцина Н.Ф. Хлорированные углеводороды в крабе-стригуне *Chionoecetes opilio* Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы X Национальной (всероссийской) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 19–23.

УДК 561.273(265.54)

Л.В. Жильцова

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690109
e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-center.ru*

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛЯ АНФЕЛЬЦИИ В БУХТЕ БАКЛАН
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Приведены данные о современном состоянии поля анфельции в бухте Баклан (Японское море). Поле не подвержено промыслу в течение длительного времени. Его состояние относительно стабильно.

Ключевые слова: анфельция, запас, распределение, штормовые выбросы, сопутствующие виды.

L.V. Zhiltsova

*Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690901
e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-centrer.ru*

**CURRENT STATE OF *AHNFELTIA TOBUCHIENSIS* FIELD IN THE BAKLAN BAY
(PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)**

Current state of the *Anhfeltia tobuchiensis* field in the Baklan Bay (Peter the Great Bay, Japanese Sea) is presented. The field is not subjected to fishing for a long time. Its condition is relatively stable.

Key words: *Anhfeltia*, stock, distribution, storm emissions, related species.

В заливе Петра Великого анфельция представлена неприкрепленной формой вида *Anhfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Мак [1]. Растение многолетнее, размножается вегетативно [2]. Область распространения водоросли зависит от качества грунта (предпочитает песчаные и песчано-илистые грунты) и воздействия течений. Неприкрепленная к грунту водоросль образует свободно лежащие в толще воды пласты (поля) в проливе Старка, побережье г. Столовой, бухтах Троицы, Перевозная, Баклан, Северная, Ильмовая, характеризующиеся значительной сезонной и межгодовой динамикой. Кроме того что анфельция является промысловым видом, ее пласты представляют собой огромный по площади дополнительный субстрат для представителей различных таксономических групп, ослабляют водообменные процессы в своей толще, что в значительной степени и определяет многочисленность заселяющих их видов.

Цель данной работы – оценка современного состояния промыслового поля анфельции в бух. Баклан.

Исследования по изучению состояния поля анфельции в бух. Баклан проводили с использованием стандартных водолазных гидробиологических методов [3] и гидроакустическим методом [4] в летне-осенние периоды 2002–2018 гг. В качестве гидроакустической измерительной системы использовали малогабаритный научный эхолот СИМРАД EY60. В основу мониторинговых работ заложена ежегодная привязка к стандартной сетке станций, что позволяет анализировать изменение основных параметров (толщина пласта, см; биомасса, кг/м²; площадь поля, га; запас, тыс. т) в межгодовом аспекте.

Промысловое поле анфельции в бух. Баклан расположено на песчаных и илисто-песчаных грунтах на глубинах от 4 до 30 м. В сравнении с другими полями это наиболее глубоководное, в связи с чем раньше возникали трудности при водолазном обследовании (водолазные работы разрешены до 20 м изобаты). Применение гидроакустического метода позволило расширить диапазон изучаемых глубин и воспроизвести более точную картину распределения анфельции в этой бухте как по биомассе, так и по высоте пласта (рис. 1).

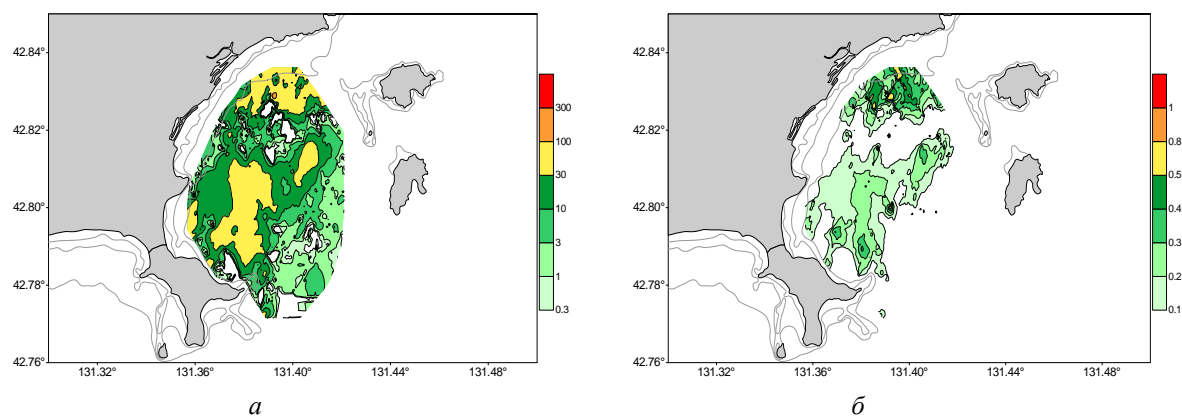


Рис. 1. Распределение: а – плотности (т/га), б – высоты слоя водорослей (м), – по данным гидроакустических измерений в бухте Баклан

Покрытие дна водорослями изменялось от 10 до 100%, биомасса достигала 12,4 кг/м² при изменении толщины пласта от 10 до 35 см (табл.). Все параметры находились в пределах среднеголетних значений по этому полю, что говорит об относительной стабильности его состояния.

Таблица

Биостатистические характеристики поля анфельции бухты Баклан (Японское море)

Год	Площадь, га	Глубина, м	Высота пласта, см	Доля примесей, %	Биомасса, кг/м ²	Проективное покрытие, %	Общий запас, тыс. т
2002	797	3,0–25,0	10–35	30	0,7–15,5	30–100	20,1
2003	705	10,0–26,0	5–30	10	1,0–12,4	20–100	18,0
2004	693	7,0–29,0	10–30	15	1,1–6,0	20–100	16,4
2005	712	5,5–26	15–30	25	1,0–6,3	10–95	17,3
2007	597	8,0–25,0	10–30	20	0,8–4,9	20–80	16,5
2009	723	7,0–27,0	10–40	15	1,0–6,1	15–100	18,0
2011	765	5–28	10–30	20	1–6,4	10–100	16,0
2012	666	11,5–30	10–30	10	1,2–4,5	10–100	17,7
2013	737	11,5–20	10–35	10	0,9–7,5	10–100	19,7
2015	709	8,0–20,0	10–35	15	1,2–5,5	10–90	18,6
2016	606	3–22	10–50	25	2,1–7,9	10–100	20,3
2017	813	6,0–24,0	10–35	20	0,9–5,9	20–100	16,8
2018	787	8,5–29,0	10–30	15	1,1–7,1	10–100	18,4

Из сопутствующих водорослей в пласте анфельции бух. Баклан следует отметить *Ptilota filicina*, *P. phacelocarpoides*, представленных неприкрепленными формами. Эти виды формируют поверхность пласта анфельции небольшие локальные скопления, покрывая его на 10–100% при биомассе 0,3–0,7 кг/м². В начале 1980-х гг. в бух. Баклан отмечали частичное замещение анфельции птилотой, которая занимала площадь в 450 га при площади самого поля порядка 700 га [5]. В настоящее время в этом районе птилота ежегодно отмечается в больших или меньших количествах, но не превышающих параметров пласта анфельции [6]. В общей доле примесей (см. табл.) ее присутствие может достигать более 50%. Причем при смещении на глубины свыше 10 м доля примесей уменьшается до 10%. Максимальное присутствие примесей, в которых доминирует птилота, отмечено на глубинах от 3 до 6 м (см. табл.). Скорее всего, это связано с тем, что на мелководье в отдельные годы создаются благоприятные условия (в частности прогрев воды) для развития этой водоросли.

Пласт анфельции населяют многочисленные беспозвоночные, большинство из которых встречается редко или в небольшом количестве и представлены в основном молодью. Были отмечены морские звезды: *Patiria pectinifera*, *Asteria samurensis*, *Lethasteria sfusca*, *Aphelasterias japonica*, *Distolasteria snipon*, *Lysastrosomaan thosticta*, *Swiftopecten swifti*, *Patinopecten yessoensis*, *Chlamysfarreri nipponensis*, *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis*, *Modiolus difficilis*, *Spisula sachalinensis*, *Mya japonica*, *Strongylocentrotu sintermedius*, *S. nudus*, *Cucumaria japonica*. Трехпанг *Apostichopus japonicus* представлен молодью (5–65 г) с плотностью до 57 экз./м² на отдельных участках. Распределение представителей фауны по полю анфельции в исследуемом районе

определяется в основном ветровыми и циркуляционными течениями. Анфельция – пластообразующая водоросль. Под воздействием штормов на сопредельную с пластом береговую полосу выбрасывает иногда значительные ее объемы. Штормовые выбросы являются естественным процессом для нормально функционирующего поля. Процесс их возникновения сложен и зависит от многих факторов. В Приморье они не включаются в объем рекомендуемого вылова. В районе бух. Баклан объемы штормовых выбросов анфельции могут достигать в разные годы от 50 до 2 000 тыс. т. Своевременно собранные штормовые выбросы анфельции являются полноценным сырьем (как и водоросли активного лова) для производства агар-агара. В прошлом они составляли основу промысла. Их качество должно соответствовать нормативным документам по агаровому сырью: ТУ 9254-129-00472012-98 и ТИ № 36-151-98 [7].

Общий запас этого ресурса в исследуемом районе в последние годы колеблется в пределах 16–20,3 тыс. т (рис. 2).

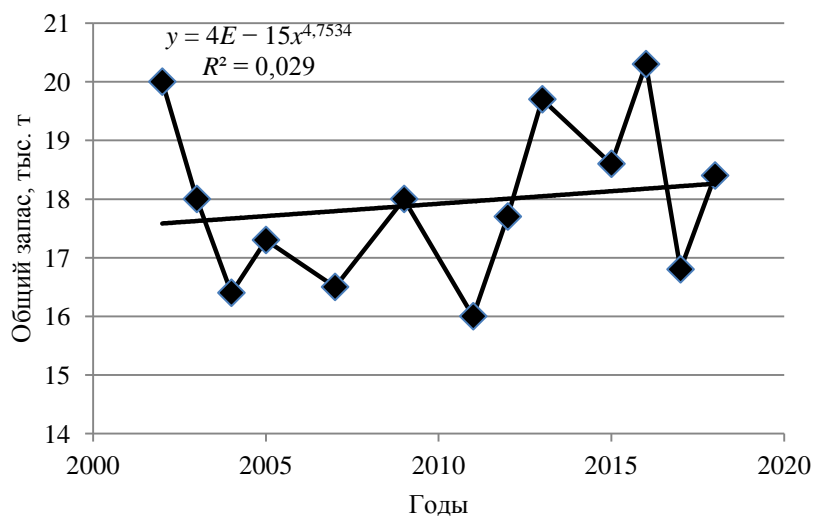


Рис. 2. Динамика запаса анфельции в бухте Баклан в период 2002–2016 гг.

Ввиду того, что водоросль не прикреплена к грунту, а образует свободно лежащий в толще воды пласт, поле характеризуется значительной динамикой как сезонной, так и межгодовой. Анализ динамики запаса за многолетний ряд наблюдений позволил выделить значения среднемноголетних уровней запаса и площади по бух. Баклан – 17,0 тыс. т, 588 га [8]. Несмотря на то, что в отдельные годы (2004, 2007, 2011, 2017) мы отмечали запас ниже среднемноголетнего уровня, его современное состояние оценивается как стабильное с тенденцией к увеличению (рис. 2).

Ежегодный мониторинг поля анфельции позволяет отслеживать его состояние и рекомендовать рациональную эксплуатацию этого ресурса. Наблюдения за штормовыми выбросами являются неотъемлемой частью мониторинга, так как позволяют косвенно судить о масштабах воздействия гидродинамических нагрузок на поле ценной промысловой водоросли.

Рекомендуемый вылов анфельции для этого поля составляет порядка 350 т. Изымать водоросли следует из предвыбросной зоны, откуда во время шторма они будут выброшены на берег. Тем не менее промысел здесь не ведется уже более 25 лет. Связано это прежде всего с отсутствием перерабатывающих предприятий в крае, невысокой коммерческой стоимостью сырья на отечественном рынке и высокой затратностью промысла.

Современное состояние поля анфельции в бух. Баклан оценивается как стабильное с тенденцией к увеличению. В настоящее время для организации промысла анфельции и сбора ее штормовых выбросов в этом районе имеются все предпосылки: состояние запаса позволяет вести активный промысел без включения штормовых выбросов в рекомендуемый вылов, разработан научный подход к рациональному его использованию.

Литература

1. Макиенко В.Ф. К систематике видов *Ahnfeltia fries* из дальневосточных морей СССР // Ботан. журнал. – 1970. – Т. 55, № 8. – С. 1077–1088.

2. Шафранова Л.М. Растение как жизненная форма (к вопросу о содержании понятия «растение») // Журн. общ. биологии. – 1990. – Т. 51, № 1. – С. 72–88.
3. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3 Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина, В.А. Штрик. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 135 с.
4. Гидроакустические исследования запасов морской водоросли анфельции тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* в заливе Петра Великого / М.Ю. Кузнецов, Л.В. Жильцова, И.А. Убарчук, Е.В. Сыроваткин // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 1. – С. 140–150.
5. Умудова Л.Л. Межгодовые изменения доминирующих макрофитов в бухте Баклан (залив Петра Великого) // Биология шельфовых зон Мирового океана: Материалы II Всесоюзной конф. по морской биологии. – Владивосток, 1982. – Ч. 3. – С. 44–45.
6. Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н., Гусарова И.С. Свободноживущие локальные сообщества сопутствующих видов водорослей в пласте анфельции залива Петра Великого (Японское море) // Гидробиотаника 2010: Материалы I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам. – Ярославль, 2010. – С. 113–115.
7. Жильцова Л.В. Штормовые выбросы анфельции в заливе Петра Великого в период 2015–2016 гг. // Научно-технические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Международной науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 142–147. ISBN 978-888-71-700-4.
8. Кулепанов В.Н., Дзизюров В.Д., Жильцова Л.В. Современное состояние полей *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. в заливе Петра Великого (Японское море) // Раст. ресурсы. – 1999. – Вып. 1. – С. 116–122.

УДК [639.2.053:582.272.46](265.5)

Н.Г. Клочкова, Т.А. Клочкова

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

ПРОМЫСЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЛАМИНАРИЕВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Среди морских биологических ресурсов российского Дальнего Востока ламинариевые водоросли занимают третье место по запасам. Описана история изучения запасов, история промысла ламинариевых на российском Дальнем Востоке и негативные последствия их механизированной добычи в Северном Приморье и у Малых Курил. В первом случае перепромысел водорослей привел к деградации глубоководных водорослевых полей *Saccharina japonica* Aresch. f. *longipes*. Во втором случае у Южных и Малых Курил произошло сокращение запасов наиболее ценных видов. Обсуждаются современные технические возможности ведения альгопромысловых исследований и контроля за состоянием ресурсов.

Ключевые слова: ламинариевые водоросли, растительные ресурсы шельфа, промысел ламинариевых, российский Дальний Восток, промысловая разведка ламинариевых.

N.G. Klochkova, T.A. Klochkova

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

INDUSTRIAL USAGE OF KELP SPECIES RESOURCES FROM RUSSIAN FAR EAST

In the Russian Far East, different commercial and potentially commercial kelps occupy 3rd place in terms of natural biological resources. The history of kelp gathering and negative influence of their mechanized extraction in the northern Primorski region and small Kurile Islands are described. The first case resulted in degradation of deep-water algal beds of *Saccharina japonica* Aresch. f. *longipes*, and in the second case, the reduction of most valuable kelp species occurred. The modern technical capabilities of conducting methods of algal-field research and monitoring the status of resources described.

Key words: kelp species, seaweed resources of tidal zone, gathering of kelp, Russian Far East, exploration of commercial seaweeds.

Ламинариевым водорослям в прибрежных водах морей и океанов Северного полушария принадлежит важнейшая экосистемная роль. Они дают здесь основную первичную продукцию, создают пространственный каркас сложных по составу и структуре многоярусных растительных сообществ. Присутствие ламинариевых водорослей обеспечивает разнообразие в сообществах мелководья фитофагов и, соответственно, поедающих их животных. Их заросли гасят сильно волнение воды, препятствуют замыванию жестких грунтов песчаными. Общеизвестна санитарная роль морских водорослей, антибактериальная и антимикотическая активность их соединений, которые в настоящее время активно используются в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности [1–3].

Хозяйственная ценность ламинариевых водорослей общеизвестна, она описана в ряде монографий [4–7]. Неудивительно, что потребности в водорослевом сырье в последние десятилетия неуклонно возрастают. Это требует развития марикультуры ценных в коммерческом отношении видов и рационального использования их природных зарослей. В странах Юго-Восточной Азии обоим указанным направлениям традиционно уделяется большое внимание. Культура потребления водорослей населением этих стран и традиции рационального использования их природных зарослей складывалась здесь веками. Жители азиатских стран хорошо осознают значимость

и пользу морских растений, а правительственные и научные организации осознают свою ответственность в отношении изучения состояния их запасов, осуществления контроля за использованием водорослевого сырья и охраны национального достояния.

В РФ водоросли являются самыми большими по объему запасов ресурсами после рыб и моллюсков, однако, к сожалению, считаются малоценным ресурсом. На российском Дальнем Востоке весьма ограниченный промысел ламинариевых был начат только со второй половины XIX в. у Приморского побережья Японского моря. Добывалась, главным образом, ламинария японская (*Laminaria japonica*). К началу XX в. здесь добывали 150–200 тыс. т сырой массы в год. Промысел вели главным образом корейские семьи и вплоть до 1917 г. всю сухую листовую морскую капусту отправляли в Китай.

Интенсивное развитие тяжелой промышленности в конце 20-х гг. прошлого века потребовало создания собственного йодового производства. Первоначально его было решено получать из морских водорослей. Это обстоятельство в свою очередь вызвало необходимость определения объема и размещения запасов ламинариевых водорослей вдоль всего российского побережья Дальнего Востока.

Разработка научной программы водорослевых исследований на российском Дальнем Востоке и организация водорослевой экспедиции были поручены альгологам Тихоокеанского института рыбного хозяйства (г. Владивосток). Научным руководителем проекта был назначен Гарри И. Гайл. Для проведения экспедиционных исследований были выделены определенные материальные ресурсы и суда. К середине 30-х гг. обследования были проведены вдоль всего российского побережья Японского моря, материкового берега Охотского моря, северных Курильских островов, западной и восточной Камчатки. В ходе этих исследований использовали примитивные методы сбора научной информации по распределению водорослей и такие орудия сбора их образцов, как канзу, драгу, водяной фонарь, позволявшие определять заросли водорослей только на глубинах 1–5 м. Водолазные исследования в ту пору не вели.

В итоге наиболее перспективным для организации йодового производства районом было признано северное побережье восточной Камчатки, поскольку здесь были обнаружены мощные заросли водорослей, и этот район был удобен в навигационном и климатическом отношении. Гарри И. Гайл предложил разместить йодовое производство на берегу Корфо-Карагинского залива. Далее он предложил соединить восточный берег автомобильной дорогой с противоположным западным берегом Камчатки, столь же богатым водорослевыми ресурсами. Но эти смелые планы не осуществились, поскольку ко времени принятия практического решения был найден другой более дешевый источник минерального йода.

В Приморье добыча ламинариевых продолжалась вплоть до начала 40-х гг., но объемы заготовок водорослевого сырья здесь не превышали 12–46 тыс. т сырца. В военные и послевоенные годы водоросли не добывались не только в нашей стране, но и почти во всем мире. Возобновили промысел ламинариевых в Приморье, у Южного Сахалина и Южных Курил только в 70–80 гг. прошлого века, но в послевоенное время их добыча уже никогда не достигала довоенного уровня.

Сбор водорослей, как известно, требует кропотливого ручного труда. Попытки механизировать процесс добычи глубоководной ламинарии японской в северном Приморье в конце 70-х гг. и у малых Курильских островов в конце 80-х гг. закончились неудачей и вызвали сильное ухудшение состояния растительного покрова, катастрофическое падение запасов ценных промысловых видов, перестройку структуры водорослевых сообществ. Промысел в указанных районах на много лет был запрещен. Запасы ламинариевых водорослей у малых Курильских островов, существенно сократившиеся в 1988 г., восстановились до прежнего уровня только к 2007 г., т. е. почти через 20 лет [8–9]. Этот печальный урок показал российским рыбопромышленникам, что использовать подводные растительные богатства следует чрезвычайно бережно.

В северном Приморье на глубинах от 10 до 30–32 м на значительном удалении от берега (0,5–2 км) было расположено поле *Saccharina japonica* [10]. Здесь она была представлена особой формой вида *S. japonica* Aresch. f. *longipes* (Miyabe et Tokida) Petrov, достигающей 12 м длины и имеющей самые высокие продукционные характеристики. На глубинах 20–27 м встречались ее заросли с проективным покрытием дна 30–50% и биомассой 3–4 до 8 кг/м² [11]. Эта форма вида обитает в местах с каменистыми и гравийно-галечными грунтами, пологим рельефом дна. В районах ее распространения сильное волновое воздействие отсутствует. Это препятствует выбросу крупных растений сахарины японской на берег.

В 70-х годах прошлого века промысел глубинной ламинарии осуществлялся судами, снабженными специальными приспособлениями для ее подрезания. Они были очень несовершенными, и их использование привело к деградации глубоководных зарослей *S. japonica*. Некогда единое водорослевое поле разорвалось на отдельные пятна. Местами на больших площадях дна оно полностью исчезло. Эти промысловые заросли до сих пор не восстановились до прежнего состояния [12–13], и промысел водорослей в этих районах ведется ныне весьма ограниченно.

Ценность данных по размещению запасов ламинариевых водорослей и рекомендаций по их промыслу во многом определяется методами проведения промысловой разведки. С конца 60-х гг. прошлого века в альгологических исследованиях стал широко использоваться водолазный способ отбора проб. Использование акваланга давало возможность отбирать количественные пробы фитобентоса, качественно производить флористические сборы в фотофильном горизонте растительности, простирающемся до глубины 20 м. Сборы водорослей на больших глубинах в те годы продолжали осуществлять драгами.

Гидробиологам хорошо известно, что производительность работ легководолазов, особенно на глубинах свыше 10–15 м, невелика. Им требуется значительное время на декомпрессию и восстановление после часовой работы, поэтому больше двух погружений в день они обычно не делают. Для повышения производительности экспедиционных исследований с конца 80-х гг. прошлого века для альгопромысловой разведки стали широко использовать портативные эхолоты. Их устанавливали на борт маломерного судна, иногда обычной моторной лодки и по характеру отраженного от морского дна сигнала эхолота судили о наличии или отсутствии под судном пояса водорослей. Зигзагообразное движение маломерного судна позволяло оконтурить заросли и вычислить площадь дна, занятую ламинариевыми. Сбор проб для определения биоразнообразия макрофитобентоса производил водолаз. Этот метод давал возможность картировать подводную растительность и использовался как вспомогательный.

На Белом море в те же годы активно развивался метод ландшафтного картирования морских макрофитов с использованием материалов аэрофотосъемок [14]. Но поскольку в то время еще не использовали компьютерные программы, дешифровка аэрофотоснимков и расчет площадей дна, занятых водорослями, представляли значительную сложность. Его преимущества перед другими методами ведения промысловой разведки были очевидными. Аэрофотосъемка давала огромный объем информации, позволяла достаточно точно выбирать промысловые участки с высоким проективным покрытием водорослей. Однако из-за высокой финансовой затратности она не получила должного развития в альгологических исследованиях.

На Дальнем Востоке профессиональная аэрофотосъемка водорослевого пояса была проведена у юго-восточной Камчатки, в Корфо-Карагинском районе и у среднего Приморья. Однако в Японском и Охотском морях традиционно проводились и до сих пор ведутся водолазные альгопромысловые съемки. В последнее время стали активно вести исследования, в которых сочетается работа водолазов и подводных телеуправляемых аппаратов. Они в настоящее время проводятся на севере Приморья и у материкового берега Татарского пролива [15] и позволяют получить надежные данные для точного картирования промысловых зарослей водорослей, определения их запасов.

Промысловые запасы водорослей в северо-восточной половине Охотского моря, у восточной Камчатки и Курильских островов, к сожалению, не используются, поэтому альгологические исследования здесь ведутся крайне нерегулярно и данные по распределению водорослей нуждаются в обновлении. Изучение размещения в этих районах водорослей актуально в связи с глобальными изменениями климата и возрастанием антропогенной нагрузки на прибрежные акватории. Современный уровень развития компьютерных и космических технологий позволяет использовать для гидробиологических и альгопромысловых исследований робототехнику, материалы космосъемки и дают надежду на прорыв в этой области морской гидробиологии.

Литература

1. Makarenkova I.D., Besednova N.N., Zaporozhets T.S. Antiviral action of sulfated polysaccharides // Antibiotics and chemotherapy. – 2009. – Vol. 54. – № 3–2. – P. 56–62.
2. Liu X.L., Liu D.Y., Wang Y.Q. et al. Immunomodulation and antitumor activity of fucoidan from *Undaria pinnatifida* in vivo // Chinese Journal of Microecology. – 2010. – Vol. 22. – № 2. – P. 86–92.

3. *Besednova N.N., Kuznetsova T.A., Zaporozhets T.S., Zvyagintseva T.N.* Brown seaweeds as a source of new pharmaceutical substances with antibacterial action // *Antibiotics and chemotherapy*. – 2015. – Vol. 60. – № 3–4. – P. 31–41.
4. *Chapman V.J., Chapman D.J.* Seaweeds and their uses. – London; New York: Chapman and Hall. 1980. – 334 p.
5. *Critchley A.T., Ohno A.M.* (Eds). Seaweed resources of the World. – Yokosuka: Japan International Cooperative Agency. – 1998. – 432 p.
6. *Суховеева М.В., Подкорытова А.В.* Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток.: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.
7. *Тутлянов Э.А., Тутлянова Т.В.* Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 377 с.
8. *Евсеева Н.В.* Состояние ресурсов бурых водорослей островов Малой Курильской гряды и последствия их интенсивного промысла // *Растительные ресурсы*. – 1992. – № 4. – С. 98–103.
9. *Евсеева Н.В.* Сукцессия и динамика состояния зарослей ламинариевых водорослей в прибрежье островов Малой Курильской гряды // *Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО*. – Ю.-Сахалинск: СахНИРО, 2007. – № 9. – С. 146–151.
10. *Аймеева Л.Г., Гусарова И.С.* Состояние зарослей *Laminaria japonica* Aresch. f. *longipes* (Miyabe et Tokida) Petr. в северном Приморье // *Комаровские чтения*. – Владивосток, 1993. – Вып. 38. – С. 20–36.
11. *Gussarova I.S.* Deep-water vegetation of northern Primorye // *Izvestia TINRO*. – 2010. – Vol. 160. – P. 118–127.
12. *Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н.* Современное распределение полей глубинной ламинарии вдоль побережья Приморья // *Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Тез. докл. I Международной конф.* – М.: ВНИРО, 2002. – С. 21–22.
13. *Dulenin A.A., Gussarova I.S.* Latitudinal variations in the composition and structure of vegetation in the northwestern Tatar Strait // *Russian Journal of Marine Biology*. – 2016. – Vol. 42, № 4. – P. 299–307.
14. *Сорокин А.Л.* Ландшафтное картирование морских макрофитов при помощи аэрофото-съемок // *Рыбное хозяйство*. – 1989. – Т. 2. – С. 43–49.
15. *Дуленин А.А., Кудревский О.А.* Использование легкого телеуправляемого необитаемого подводного аппарата для морских прибрежных гидробиологических исследований // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. – 2019. – № 48. – С. 6–17.

УДК 597.556.31(265.5)

А.А. Матвеев

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: matveev.a.a@kamniro.ru*

ЗАПАСЫ БЫЧКОВ (СЕМЕЙСТВО COTTIDAE) У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

В работе рассмотрена многолетняя динамика биомассы семейства рогатковых Cottidae, обитающих у западного побережья Камчатки. Для оценки запасов использованы данные летних донных траловых съемок, выполненных в 1960–2019 гг. и стандартизированных в пределах единого полигона. На современном этапе величина запасов превышает среднемноголетний уровень, равный 164,6 тыс. т и демонстрирует положительный тренд. Наибольший вклад в общую биомассу семейства вносят два близкородственных вида: керчак-яок *Myoxocephalus jaok* и многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus*. Суммарная доля этих видов в разные периоды варьировала от 72 до 60% (2016–2019 гг.)

Ключевые слова: рогатковые, бычки, Cottidae, биомасса, западное побережье Камчатки, донные траловые съемки, керчак-яок, *Myoxocephalus jaok*, многоиглый керчак, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*.

A.A. Matveev

*Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO)
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: matveev.a.a@kamniro.ru*

SCULPIN COTTIDAE STOCKS NEAR THE WEST COAST OF KAMCHATKA

The long-term dynamics of the biomass of slingshot Cottidae family that live off the western coast of Kamchatka is considered. To assess the reserves the data of summer bottom trawl surveys performed in 1960 – 2019 were used and standardized within a single area. At the present stage the value of reserves exceeds the long-term average level of 164,6 thousand tons and generally shows a positive trend. The greatest contribution to the total biomass of the family is made by two closely related species: the plain sculpin *Myoxocephalus jaok* and the great sculpin *Myoxocephalus polyacanthocephalus*. The total share of these species in different periods ranged from 72 to 60% in recent years (2016–2019 years).

Key words: slingshot, sculpin, Cottidae, biomass, the west coast of Kamchatka, bottom trawl surveys, plain sculpin, *Myoxocephalus jaok*, great sculpin, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*.

Бычки Cottidae, или рогатковые, являются типичными и широко распространенными обитателями дальневосточных вод. Представители этого семейства встречаются в качестве прилова на всех основных видах морского промысла [1–3]. В прикамчатских водах отмечается значительная численность и биомасса рогатковых. Обладая достаточно крупными размерами, многие виды семейства, несомненно, могут служить объектами промысла. Несмотря на это, их ресурсы у берегов Камчатки сегодня существенно недоиспользуются, а реальная величина вылова статистикой, как правило, достоверно не отражается [4–10].

К этому разнообразному в систематическом плане семейству относятся представители 66 видов из 22 родов, обитающих в прикамчатских водах. У западного побережья Камчатки встречаются представители 33 видов в Камчатско-Курильской подзоне и 31 вид в Западно-Камчатской подзоне [10]. По современным оценкам, в 2006–2015 гг. у западного побережья Камчатки было отмечено значительное увеличение общей биомассы рогатковых [11].

С учетом того, что общая биомасса семейства складывается из отдельных оценок запасов достаточно разнообразных по биологии и экологии видов, нами была поставлена следующая цель:

оценить современное состояние запасов бычков у западного побережья Камчатки как в целом для семейства, так и отдельно для наиболее массовых видов.

В работе использованы данные многолетних донных траловых съемок, выполненных у западного побережья Камчатки в 1960–2019 гг. в летний период. Оценки запасов для периода 1960 по 2015 г. взяты из работы А.А. Матвеева и Д.А. Терентьева [11].

Для того чтобы оценки запасов в межгодовом аспекте были сопоставимы, расчет величины биомассы производили в пределах «стандартного» полигона, в диапазоне глубин 15–250 м [12] с помощью ГИС «КартМастер» [13]. На протяжении всего периода исследований для проведения съемок, использовались 27,1 и 31,5-метровые донные тралы (преимущественно первые), оснащенные мягким грунтропом по нижней подборе. В кутцевую часть трала изнутри вшивалась вставка из мелкочаеистой дели размером 10×10 мм. Разбор улова и ихтиологические исследования выполнялись по общепринятым методикам [4]. В целом были обработаны и приняты к расчетам результаты четырех донных траловых съемок, выполненных в 2016–2019 гг.

В работе использовали латинские и русские названия видов рыб в соответствии с разделом «Рыбы и рыбообразные» из Каталога позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий [14].

Средняя величина запасов в период с 1960 по 1983 г. находилась на низком уровне и в среднем составляла около 77 тыс. т (рис. 1). Однако с 1986 по 1992 г. биомасса семейства значительно увеличилась (в среднем около 338 тыс. т), достигнув исторического максимума в 475 тыс. т (1989 г.). Стоит отметить, что после 1983 и вплоть до 2000 г. донные траловые съемки у западного побережья Камчатки проводились нерегулярно.

На современном этапе, начиная с 2000 г., в целом отмечалась положительная динамика величины запасов. За исключением отдельных лет (2003, 2009 и 2013 гг.), величина учтенной биомассы превышала (или была близка) среднемноголетнее значение, равное 164,6 тыс. т. По результатам донных траловых съемок, выполненных в 2016–2019 гг., общая тенденция к увеличению запасов подтвердилась. По осредненным оценкам биомасса рогатковых на шельфе у западного побережья Камчатки в 2016–2019 гг. превысила 280 тыс. т (рис. 1).

Таким образом, на современном этапе величина запасов семейства рогатковых находится на стабильно высоком уровне, превышающем среднемноголетнее значение.

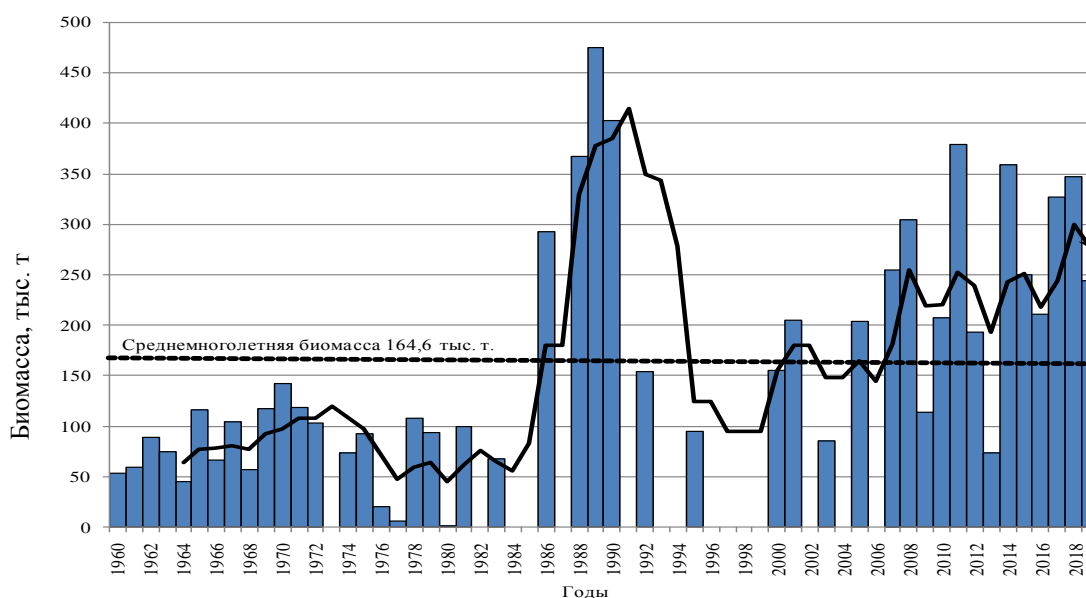


Рис. 1. Многолетняя динамика биомассы рогатковых у западного побережья Камчатки. Пунктирной линией обозначен среднемноголетний уровень

В рассматриваемый период (2016–2019 гг.) наибольшие оценки биомассы семейства были отмечены в 2017 и 2018 гг. – более 320 и 340 тыс. т соответственно. По результатам донной траловой съемки, выполненной в 2019 г., величина запаса снизилась до 245 тыс. т.

Внутри семейства наибольший вклад в биомассу (в среднем около 72% [11]) вносит род керчаки *Myoxocephalus*, а именно два наиболее массовых вида: керчак-яок *M. jaok* и многоиглый

керчак *M. polyacanthocephalus*. В период исследований суммарная доля (по биомассе) керчаков снизилась и в среднем составляла около 60% от общей биомассы семейства.

Поскольку до 1986 г. оценки биомассы рогатковых производились для семейства в целом, как правило, без разделения по родам и видам, в дальнейшем для анализа многолетней динамики учтенной биомассы видов использованы данные съемок, выполненных с 1986 по 2019 г.

Многоиглый керчак – наиболее значимый с точки зрения величины запасов вид семейства рогатковых, обитающих у западного побережья Камчатки. Его биомасса варьировала от 29 (2013 г.) до 206 тыс. т (1988 г.), составляя в среднем около 119 тыс. т (рис. 2). Стоит отметить, что в 2013 г., в связи с ограниченными сроками работ из-за поломки судна были исключены ряд станций на глубинах более 100–150 м, где обычно отмечаются повышенные уловы вида. Вероятно, это привело к недоучету части популяции и заниженным оценкам запаса. В современный период (с 2000 по 2018 г.) отмечался положительный тренд его запасов. Результаты оценок 2019 г. показали снижение биомассы до 103 тыс. т, что несколько ниже среднеемноголетнего значения (рис. 2).

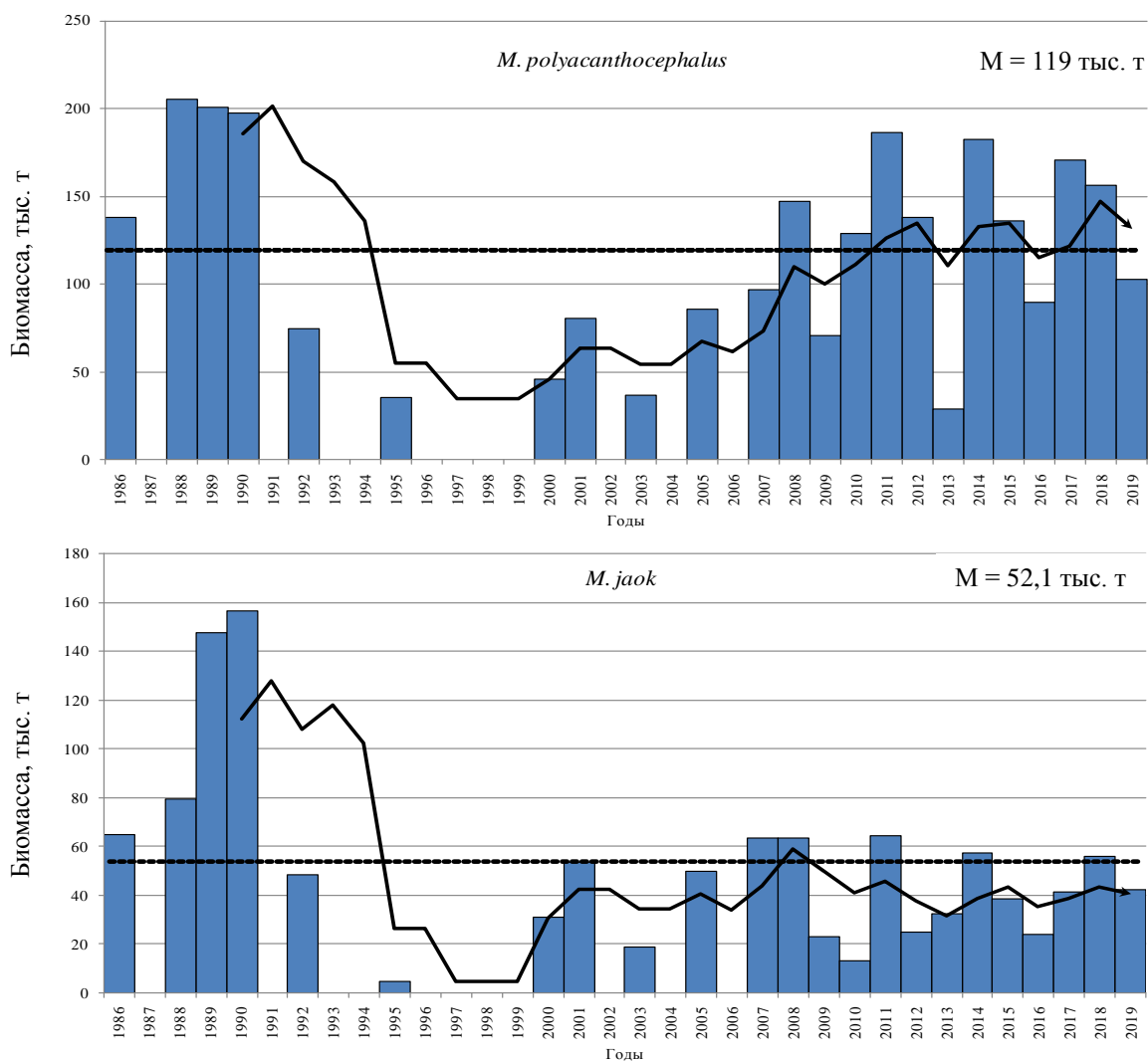


Рис. 2. Многолетняя динамика биомассы керчака-яока (*M. jaok*) и многоиглого керчака (*M. polyacanthocephalus*) у западного побережья Камчатки. Пунктирной линией обозначен среднеемноголетний уровень

Второй представитель доминирующего рода – керчак-яок. Среднеемноголетний уровень биомассы в рассматриваемый период составлял 52,1 тыс. т (рис. 2.). Максимальные оценки запаса отмечались в 1989 и 1990 гг. и составляли 148 и 156 тыс. т соответственно. Однако если принимать во внимание оценки запасов после 2000 г., когда донные траловые съемки проводились достаточно регулярно, то среднеемноголетний уровень биомассы составлял около 41 тыс. т. Минимальные значения учтенной биомассы отмечались в 1995 г. (около 5 тыс. т) и в 2010 г. (около 13 тыс. т), что, по нашему мнению, является заниженными оценками. Таким образом, оценки

запасов керчака-яока на современном этапе (2000–2019 гг.) демонстрируют стабильные значения, близкие к среднеголетнему уровню для рассматриваемого периода (рис. 2).

Подводя итог вышеизложенному, можно заключить, что общая биомасса семейства рогатковых, обитающих на шельфе у западного побережья Камчатки, находится на уровне выше среднеголетнего значения и демонстрирует общий положительный тренд.

В литературе уже неоднократно обсуждались перспективы использования массовых представителей семейства [4–9; 15 и др.]. В опубликованных работах обоснована технология их переработки, а также показана целесообразность использования мышечной ткани этих рыб в производстве кулинарной продукции [16–20].

Литература

1. *Матвеев А.А., Терентьев Д.А., Василец П.М.* Структура уловов на различных видах промысла в 2003–2017 гг. и организация многовидового рыболовства у западного побережья Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. – 2019. – Вып. 55.
2. *Терентьев Д.А., Василец П.М., Матвеев А.А.* Структура уловов на различных видах промысла в 2003–2017 гг. и организация многовидового рыболовства на примере Петропавловско-Командорской подзоны // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. – 2019. – Вып. 53. – С. 5–23. DOI: 10.15853/2072-8212.2019.53.5-21
3. *Василец П.М., Терентьев Д.А., Матвеев А.А.* Структура уловов на различных видах промысла в Карагинской подзоне в 2003–2018 гг. По данным официальной статистики и научно-исследовательских работ // Вестник КамчатГТУ. – 2019. – № 50. – С. 73–88. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-50-73-88
4. *Борец Л.А.* Донные ихтиоцены Российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1997. – 217 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. *Токранов А.М.* Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. – 1988. – Т. 93, вып. 4. – С. 61–69.
7. *Токранов А.М.* Итоги исследований и возможности промысла рогатковых рыб (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Всесоюзное совещание «Резервные пищевые биологические ресурсы открытого океана и морей СССР» (г. Калининград 20–22 марта 1990 г.). – М.: АтлантНИРО, ВНИРО, 1990. – С. 33–35.
8. *Токранов А.М.* «Нетрадиционные» объекты промысла: реально ли сегодня освоение их запасов?» // Рыбн. хоз-во. – 2002. – № 6. – С. 41–43.
9. *Токранов А.М.* Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. – Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. – 83 с.
10. *Токранов А.М.* Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Сборник докладов всероссийской конференции: «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата» (29 сентября – 3 октября 2014 г., Хабаровск). – С. 162–165.
11. *Матвеев А.А., Терентьев Д.А.* Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. – 2016. – Вып. 41. – С. 17–42.
12. Многолетняя динамика запасов донных рыб на шельфе западной камчатки / *А.О. Золотов, Д.А. Терентьев, О.И. Ильин, О.В. Новикова* // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 173. – С. 30–45.
13. *Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В.* Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хоз-во. – 2007. – № 1. – С. 96–99.
14. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – 166 с.

15. Орлов А.М. Биологические аспекты проблемы непромыслового прилова и сохранения биологического разнообразия рыб // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V научной конференции. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 132–135.

16. Технохимическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков / А.Н. Диденко, Г.А. Боровская, Л.И. Дроздова, Н.А. Лаврова // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 108. – С. 13–19.

17. Югай А.В. Обоснование комплексного использования бычков семейства керчаковых дальневосточного региона для производства пищевой продукции // Современное состояние биоресурсов: Материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ФГУП «ТИНРО-центр», 2008. – С. 964–967.

18. Югай А.В. Обоснование пищевого использования дальневосточных бычков семейства Cottidae // Известия ТИНРО. – Владивосток: ФГУП «ТИНРО-центр», 2009. – Т. 156. – С. 341–347.

19. Югай А.В. Разработка формованной продукции на основе мышечной ткани бычков семейства Cottidae // Известия ТИНРО. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2009а. – Т. 157. – С. 269–273.

20. Югай А.В., Слуцкая Т.Н., Классен Н.В. Исследование водоудерживающей способности рыбного фарша на основе рыбного фарша керчаков // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 112–119.

УДК 597.58(282.247.416.8)

А.К. Минеев

*Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук,
филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
Тольятти, 445003
e-mail: mineev7676@mail.ru*

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС РОТАНА
(*PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877) ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ
САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Представлены результаты многолетних исследований морфофизиологического состояния ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) из пойменных водоемов Саратовского водохранилища, где этот представитель ихтиофауны отмечается с начала 90-х годов XX века. У молоди рыб и половозрелых особей при отсутствии внешних морфологических аномалий обнаружены многочисленные патологии эритроцитов, отклонения в некоторых гематологических параметрах и гистопатологии внутренних органов: жабр, печени, гонад и сердечной мышцы. Особи с разнообразными морфофизиологическими нарушениями составили основу популяции в изученных водоемах. Полученные результаты свидетельствуют о хроническом воздействии комплекса стрессовых факторов среды на ротана, среди которых основными могут являться антропогенное загрязнение, неблагоприятный кислородный режим и перенаселенность пойменных водоемов Саратовского водохранилища данным видом рыб.

Ключевые слова: ротан, Саратовское водохранилище, патологии эритроцитов, гистопатологии внутренних органов.

A.K. Mineev

*Institute of Ecology of the Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences,
Branch of Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Togliatti, 445003
e-mail: mineev7676@mail.ru*

**MORPHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF AMUR SLEEPER
(*PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877) IN FLOODPLAIN PONDS
OF THE SARATOV RESERVOIR**

The results of long-term studies of the morphophysiological state of the Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) from floodplain reservoirs of the Saratov reservoir, where this representative of the ichthyofauna has been observed since the early 90-s of the XX century, are presented. Numerous pathologies of red blood cells, deviations in some hematological parameters and histopathology of internal organs: gills, liver, gonads and heart muscle were found in the absence of external morphological abnormalities in both juvenile fish and mature individuals. Individuals with various morphophysiological disorders formed the basis of the population in the studied reservoirs. The obtained results indicate the chronic impact of environmental stress factors on Amur sleeper such as anthropogenic pollution, unfavorable oxygen regime and overpopulation of floodplain reservoirs of the Saratov reservoir by this type of fish.

Key words: Amur sleeper, Saratov reservoir, pathologies of red blood cells, histopathology of internal organs.

Ротан, нативный ареал которого охватывает водоемы Приморья, в настоящее время заселил большинство водоемов ввропейской части России [1]. Этот вид, характеризующийся высокой экологической пластичностью и широкими адаптационными возможностями, оказывает значительное влияние на состояние популяций аборигенных видов рыб.

Вселяясь в пойменные водоемы, ротан быстро наращивает свою численность, преобладая над местными видами рыб, а в ряде случаев становится единственным представителем ихтио-

фауны, вытесняя аборигенные виды [1, 2]. Подобные процессы характерны и для пойменных водоемов волжских водохранилищ [3], особенно для тех озер, которые большую часть года либо постоянно изолированы от основной акватории. Сложившаяся ситуация является одной из важнейших экологических проблем Нижней Волги и Саратовского водохранилища, в частности.

Однако из-за того, что ротан является в волжских водоемах сорной рыбой, изучение его морфофизиологического состояния в приобретенном ареале долгое время не вызывало научного интереса. Но в силу того, что численность данного вида в пойменных водоемах водохранилищ Нижней Волги постоянно возрастает, он стал представлять опасность для аборигенных представителей ихтиофауны. Таким образом, возникла необходимость подробного изучения механизмов повышенной устойчивости ротана к комплексу неблагоприятных факторов в новых условиях обитания, а именно – некоторых гематологических параметров и гистологического состояния внутренних органов, которые являются эффективными маркерами состояния всего организма при воздействии внешнего стресса.

Сбор ихтиологического материала осуществлялся в период 1996–2013 гг. в водоемах Кольцово-Мордовинской поймы Саратовского водохранилища: оз. Солдатское, оз. Круглое, оз. Грязное, р. Студенка и некоторых безымянных постоянных и остающихся после половодья озер. Всего было исследовано 264 особи ротана в возрасте от 0+ (сеголетки) до 7+. Единично обнаружена особь 10+, однако экземпляров 8+ и 9+ не встречено за весь период исследований. Возраст особей определяли по отолитам [4]. На предмет нарушений внешней морфологии с применением патоморфологического метода обследовано 264 рыбы, у 250 особей произведены гематологические исследования с применением общепринятых методик [5], у 112 половозрелых экземпляров изучено состояние жабр, печени, гонад и сердца с применением современных гистологических методов [6].

Для статистического анализа использовали программный пакет STATISTICA Statsoft, Inc. (v. 6) и MS Excel (2007).

Водоемы Кольцово-Мордовинской поймы, из которых вылавливался ротан, большую часть года являются изолированными от акватории Саратовского водохранилища, за исключением реки Студенки, протяженность которой составляет около 2 км, а устьевой участок подтоплен водохранилищем. Все исследованные водоемы характеризуются определенным уровнем антропогенного загрязнения, складывающегося из диффузного стока с сельхозугодий, локальных источников загрязнения от лодочных стоянок и населенных пунктов (с. Мордово, п. Новый путь). Часть загрязнений поступает в период половодья от расположенной выше поймы по течению р. Самары и устья р. Чапаевка. Одним из основных источников загрязнения Кольцово-Мордовинской поймы являются диффузный водосбор с сельскохозяйственных угодий правобережья р. Волги и последующее накопление пестицидов, гербицидов, инсектицидов, содержащих Cu, Zn, Cd и Pb в воде и донных отложениях пойменных водоемов.

В результате во многих водоемах Кольцово-Мордовинской поймы наблюдаются превышения рыбохозяйственных ПДК по соединениям меди (от 1,0 до 3,5 ПДК), цинка (до 4,1 ПДК), свинца (до 0,333 мг/дм³) и т. д. [7]. При этом кислородный режим в исследованных водоемах и водотоках являлся благоприятным для ихтиофауны на протяжении всего периода исследования.

В сложившихся экологических условиях среди особей ротана разных возрастных групп не было обнаружено ни одного экземпляра с нарушениями внешней морфологии. Однако исследования гематологических параметров и гистологическое исследование внутренних органов ротана выявили разнообразные морфофизиологические нарушения, которые являются доказательством хронического стрессового воздействия не только на представителей данного вида рыб, но и на всю ихтиофауну изученных пойменных водоемов.

Использование гематологических показателей рыб для мониторинга экологического состояния водоемов и в качестве показателей адаптаций отдельных особей ранее предлагалось неоднократно в составе различных методик. Комплексно, с позиций экологической ихтиогематологии, исследовались гематологические показатели рыб с учетом гидрохимических параметров. При этом установлены закономерности функционирования системы крови рыб при адаптации к различным факторам среды [8]. Большинство гематологических показателей, являющихся индикаторами состояния всей иммунной системы рыб, являются достаточно чувствительными индикаторами загрязнения водных экосистем. На примере популяций леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) из разных участков Верхнеульяновского плеса Куйбышевского водохранилища, характеризую-

щихся экстремальными экологическими условиями, показана зависимость гематологических показателей (прежде всего клеточного состава крови) от состояния среды обитания [9].

У ротана из пойменных водоемов Саратовского водохранилища обнаружено 17 типов патологий эритроцитов, среди которых наиболее распространенными были пойкилоцитоз – 41, 52, 57% особей, ацентрическое расположение ядра – $(17,3 \pm 1,97)\%$ и вакуолизация цитоплазмы – $(7,3 \pm 1,36)\%$ обследованных рыб. При этом лишь у $(16,4 \pm 2,35)\%$ экземпляров за весь период исследования в красной крови не обнаружено патологических эритроцитов. Основу популяции ротана составили особи с клеточными патологиями, а у $(46,4 \pm 3,16)\%$ рыб фиксировались одновременно два и более типа патологий эритроцитов.

Картина гематологических нарушений дополнялась выраженными отклонениями в основных гематологических параметрах: соотношении зрелых и незрелых эритроцитарных форм, отражающем уровень гемопоэза, соотношении эритроцитов и лейкоцитов в кровяном русле, составе лейкоцитарной формулы.

Регенерация форменных элементов крови (гемопоэз) у рыб на протяжении всей жизни индивидуума обеспечивается кроветворными тканями (селезенкой, тимусом, почками, сердцем, полостями костей черепа, кишечником, жаберным аппаратом, сосудистой кровью) [5, 10]. Уровень эритропоэза (интенсивность образования красных клеток в кроветворных органах и тканях) определяется многими факторами: особенностями биологии рыб, гидрохимическим режимом водоема, периодом вегетационного сезона, неполноценностью и/или несбалансированностью пищи, способом выращивания, кровопотерями в результате травм и воздействия паразитов и др. [8, 11].

Морфологическая картина клеток красной крови ротана из водоемов Саратовского водохранилища представлена зрелыми и незрелыми (нормобласты, базофильные и полихроматофильные эритроциты) формами эритропоэза. У всех исследованных рыб на одном мазке обнаружены и зрелые эритроциты, имеющие эллипсоидную форму, и незрелые клетки округлой формы. У 37,2% особей зафиксирован патологически высокий уровень нормобластов в красной крови (более 25% незрелых форм – нормобластов и базофильных эритроцитов), что может являться прямым следствием воздействия комплекса стрессовых факторов среды. Подобные нарушения можно расценивать как неконтролируемые проявления адаптационных процессов в организме рыб. У других особей данный показатель также был повышенным (варьировал от 5 до 25% незрелых клеточных форм) и лишь у единичных экземпляров данный показатель соответствовал условной норме (до 5% нормобластов от общего количества красных клеток).

В то же время количество рыб с нормальным соотношением эритроцитов и лейкоцитов в кровяном русле (25,0–35,0% белых клеток от общего клеточного состава крови) не превышало 30,0% особей за весь период исследования, а основу популяции составили экземпляры с отклонениями в данном показателе. Так, у 60,0% рыб наблюдалось пониженное содержание лейкоцитов в крови – от 0 до 25,0%, у 8,8% особей этот показатель был повышенным – от 25,0 до 50,0% лейкоцитов от общего числа кровяных клеток, а у 1,2% ротанов содержание лейкоцитов в крови было патологическим ($> 50,0\%$).

Лейкоцитарный состав крови изученных рыб также был весьма изменчив. На соотношение отдельных групп лейкоцитов влияют различные биотические и абиотические факторы (возраст и пол животных, период нереста, сезонность, колебания температуры, алиментарный токсикоз, инфекционные и паразитарные заболевания, изменение физико-химических характеристик воды) [8]. Соотношение гранулоцитов и агранулоцитов, на основании которого рассчитан индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ), информативно отражает нарушения в иммунологической реактивности отдельных особей и позволяет судить о наличии патологического процесса [12, 13].

В норме ИСЛ большинства видов рыб составляет 0,25–0,35 (в среднем 0,30) [14]. На карповых рыбах показано, что отклонение ИСЛ в ту или иную сторону от нормальных значений является признаком заболевания или усиленного негативного пресса со стороны окружающей среды, а высокая частота встречаемости таких особей – признак неблагополучия популяции в целом [15]. Данная закономерность справедлива и для ротана.

Исследования показали, что у 67,6% рыб пойменных водоемов Саратовского водохранилища наблюдается сдвиг ИСЛ в сторону гранулоцитов – гранулоцитоз за счет в основном эозинофилов и нейтрофилов. 20,0% особей имели явные признаки агранулоцитоза – повышенного содержания агранулоцитов: лейкоцитов и моноцитов. И лишь 12,4% рыб характеризовались значением ИСЛ, соответствующим норме, то есть были здоровыми по данному показателю.

В отличие от гематологических нарушений, которые могут возвращаться к состоянию нормы при прекращении внешних стрессовых воздействий в силу повышенной реактивности системы крови, гистологические нарушения внутренних органов свидетельствуют о хроническом негативном влиянии факторов среды.

За весь период исследований лишь у 9,8% особей ротана не обнаружено гистопатологий следующих внутренних органов: жабр, печени, гонад и сердца, а основу популяции составляли рыбы с гистопатологиями жабр (см. табл.). Разнообразие типов патологий жаберных филamentos и ламелл также было наиболее выраженным – обнаружено 15 типов тканевых нарушений. Более чем у трети особей обнаружены восемь типов гистопатологий печени и семь типов гистопатологий гонад.

Таблица

Встречаемость особей ротана с гистопатологиями внутренних органов в пойменных водоемах Саратовского водохранилища

Число обследованных особей, экз.	Доля рыб без патологий внутренних органов, %	Встречаемость рыб с патологиями внутренних органов, %			
		жабры	печень	гонады	сердце
112	9,8 ± 2,82	77,7 ± 3,95	40,2 ± 4,65	36,6 ± 4,57	13,4 ± 3,23

У наименьшего количества особей зафиксированы гистопатологии миокарда, которых обнаружено четыре типа. Гистологические патологии миокарда не являются прямым следствием воздействия неблагоприятных факторов среды на организм, как, например, патологии жабр и печени. Возможно, наличие подобных нарушений в тканевых структурах сердца – это результат общего физиологического состояния организма, которое в силу ряда факторов (интоксикации, истощения, стресса и т. п.) может не соответствовать норме. Тем не менее сам факт обнаружения таких патологий в тканях органа, который является, на наш взгляд, наиболее физиологически защищенным от неблагоприятных внешних воздействий и не несет функций, напрямую связанных с детоксикацией организма, свидетельствует о хроническом воздействии окружающих неблагоприятных факторов среды на организм.

Таким образом, в ряду жабры → печень → гонады → миокард выявлены тенденции уменьшения разнообразия обнаруженных тканевых патологий и снижения доли особей в популяции с отдельными патологиями каждого типа. Это объясняется, прежде всего, тем, что негативные внешние факторы (в первую очередь комплексное загрязнение) воздействуют на внутренние органы (печень, гонады, миокард) опосредованно через кровь и лимфу, состояние которых у ротана пойменных водоемов Саратовского водохранилища было описано выше, тогда как жабры подвержены непосредственному прямому воздействию стрессовых факторов различного рода.

Несмотря на то, что при возможной нормализации условий обитания (снижении уровня загрязнений) некоторые гематологические параметры могут возвращаться к состоянию нормы в силу повышенной реактивности крови, то есть могут считаться обратимыми, в большинстве случаев этого не происходит, так как уровень загрязнения исследованных пойменных водоемов Саратовского водохранилища значителен и имеет хронический характер. При этом возникающие у ротана гематопатологии приобретают хроническую форму и вызывают последующие тканевые патологии, которые, в свою очередь, являются необратимыми. В сложившихся экологических условиях морфофизиологическое состояние ротана ничем не отличается от такового у представителей аборигенных видов рыб [16]. Однако за счет своей короткоциклового, раннего полового созревания и широкой экологической пластичности ротан продолжает успешно конкурировать с представителями аборигенной ихтиофауны и стабильно наращивать свою численность в пойменных водоемах Саратовского водохранилища.

Литература

1. Алимов А.Ф., Орлова М.И., Панов В.Е. Последствия интродукций чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по их предотвращению // Виды-вселенцы в европейских морях России: Сб. научных трудов. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2000. – С. 12–23.

2. Шатуновский М.И. Мониторинг биоразнообразия популяций пресноводных рыб // Мониторинг биоразнообразия / Ред. В.Е. Соколов и др. – М.: Изд-во ИПЭЭ РАН, 1997. – С. 154–158.
3. Семенов Д.Ю. Морфометрическая характеристика ротана-головешки (*Perccottus glenii* Dубowski, 1877) бассейна р. Свияги в пределах Ульяновской области // Сб. ст. международной научной конференции «Ихтиологические исследования на внутренних водоемах». – Саранск, 2007. – С. 136–139.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
5. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С. 64–71. – 184 с.
6. Histology for ichthyologists: Experience and advice / Mikodina E.V., Sedova M.A., Chmilevsky D.A., Mikulin A.E., Ryanova S.V., Poluektova O.G. – М.: VNIRO, 2009. – 112 p.
7. Минеев А.К. Современное морфофизиологическое состояние массовых видов рыб в экологических условиях водоемов и водотоков Средней и Нижней Волги: Дис. ... д-ра биол. наук. – Тольятти, 2017. – 378 с.
8. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Калининград: Калинингр. гос. техн. ун-т, 2002. – 49 с.
9. Богатов В.В., Назаренко В.А. Об использовании гематологических показателей для мониторинга экосистемы на примере популяции леща (*Abramis brama* L.) Верхнеульяновского плеса Куйбышевского водохранилища // Самарская Лука. – 2004. – № 15. – С. 300–302.
10. Грушко М.П. Особенности гемопоэза у воibly // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 126–131.
11. Comparative physiological and immunological characteristics of Carps (Cyprinidae) grown in aquaculture with different types of food / Pronina G.I., Koryagina N.Y., Petrushin A.B., Revyakin A.O. // Journal of Ichthyology. – 2017. – Vol. 57, № 3. – P. 490–493.
12. Ткаченко Е.А., Дерхо М.А. Лейкоцитарные индексы при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (47). – С. 81–83.
13. Шахова Е.В. Морфофизиологическая характеристика молоди европейского сига (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)), выпущенной в Куршский залив Балтийского моря в 2015 году // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2016. – Т. 3, № 4 (12). – С. 28–34.
14. Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калужная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. – Ростов н/Д: Молот, 1997. – 152 с.
15. Федоненко Е.В., Шарамок Т.С., Ананьева Т.В. Особенности лейкоцитарной формулы некоторых карповых рыб Запорожского водохранилища (Украина) // Труды ВНИРО. – 2017. – Т. 167. – С. 59–65.
16. Минеев А.К. Неспецифические реакции у рыб из водоемов Средней и Нижней Волги // Известия Самарского НЦ РАН. – 2013. – Т. 15, № 3–7. – С. 2301–2318.

УДК 639.27(265.54)

Л.Г. Седова

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

ПРОМЫСЕЛ И РЕСУРСЫ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Состояние промысловых запасов двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края позволяет вести их добычу. Анализ динамики их прибрежного промысла показал, что его объемы постоянно увеличиваются, осваиваются новые виды.

Ключевые слова: прибрежный промысел, двустворчатые моллюски, промысловый запас, залив Петра Великого, Японское море.

L.G. Sedova

*Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

BIVALVE MOLLUSKS FISHERY AND RESOURCES AT THE COAST AREA OF PRIMORSKY KRAI (JAPAN SEA)

The state of commercial stocks of bivalves in the coastal area of the Primorsky Krai allows to be extracted. Analysis of their coastal fishing dynamics showed that its volume is constantly increasing, new species are being developed.

Key words: coastal fishery, bivalve mollusks, fishing stock, Peter the Great Bay, Japan Sea.

Двустворчатые моллюски – одна из групп морских животных, наиболее широко распространенных и имеющих большую численность. Они являются ценными промысловыми объектами, имеют устойчивый спрос на внешнем и внутреннем рынках. Российский Дальний Восток в развитии прибрежного рыболовства опирается на опыт азиатских стран в тактике ведения промысла и учитывает потребности их рынков, на которые в настоящее время поступает весьма значительная доля уловов российских рыбаков [1].

Сырьевую базу прибрежного рыболовства составляют виды, обитающие на небольших глубинах, промыслом которых занимаются в основном малые предприятия. Для развития прибрежного (промышленного) рыболовства важное значение имеет расширение ресурсной базы, поиск новых и малоизученных гидробионтов, оценка их запасов и разработка методов рациональной эксплуатации [2]. Освоение прибрежных ресурсов в значительной мере сдерживается внутренним рынком, а именно низким покупательским спросом населения.

Первое масштабное исследование запасов промысловых двустворчатых моллюсков от зал. Посыета до зал. Владимира было проведено в 1930-х годах экспедицией под руководством А.И. Разина [3]. В период с 2000 по 2019 г. проводились ежегодные экспедиции по изучению запасов двустворчатых моллюсков, результаты которых отражены в научных трудах [4–11 и др.], и на их основе формировались биологические обоснования общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну.

Цель настоящей работы – на основе анализа состояния ресурсов двустворчатых моллюсков оценить возможности их промысла в прибрежье Приморского края.

Материалом послужили результаты исследований по запасам двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края за период с 2000 по 2019 г. на глубинах до 20 м [12–16]. Расчет

общей биомассы моллюсков осуществлялся методом диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [17]. Вылов, осуществленный рыбохозяйственными организациями, приведен по данным Приморского территориального управления Росрыболовства.

Двустворчатые моллюски в прибрежной зоне Приморского края на глубинах до 20 м широко представлены видами эпи- и инфауны [18].

Величина суммарного промыслового запаса двустворчатых моллюсков в 2019 г. значительно выше оценок 2000 и 2010 гг. (рис. 1), что в большей степени связано с обследованием новых, ранее не разведанных территорий. Наибольшие запасы имеют мидия Грея *Crenomytilus grayanus*, мерценария *Mercenaria stimpsoni*, спизула сахалинская *Spisula sachalinensis*, анадара *Anadara broughtonii*, устрица *Crassostrea gigas* (рис. 2).



Рис. 1. Суммарный промысловый запас двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края

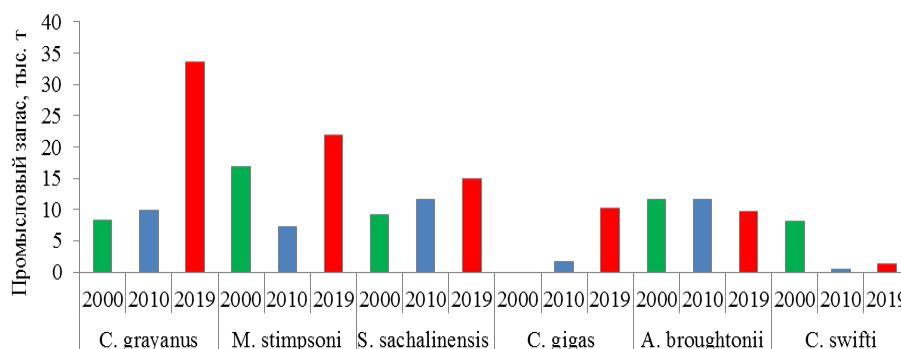


Рис. 2. Промысловый запас отдельных видов двустворчатых моллюсков

Такие виды, как глицимерис *Glycymeris yessoensis*, мактра *Mactra chinensis*, каллиста *Callista brevisiphonata*, каллитака *Callitaca adamsi*, мия *Mya japonica*, перонидии *Megangalu svenulosus* и *M. luteus*, имеют запасы, позволяющие вести промысел (рис. 3).

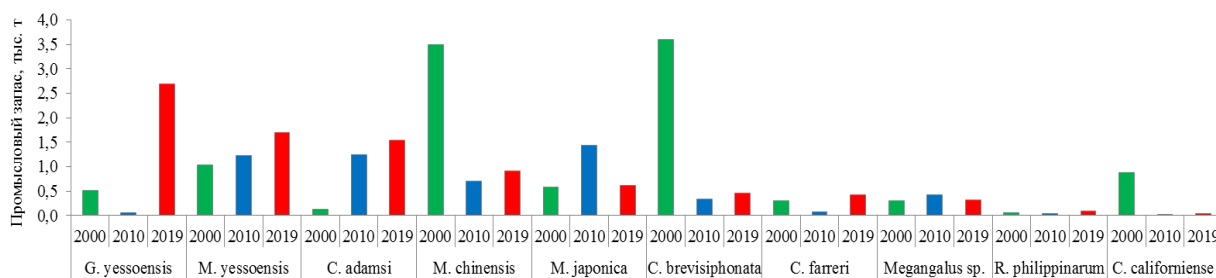


Рис. 3. Промысловый запас отдельных видов двустворчатых моллюсков

Для рационального использования имеющихся запасов гидробионтов разрабатываются биологические обоснования прогнозов их общих допустимых уловов (ОДУ) или рекомендуемого вылова (РВ).

В 2019 г., по сравнению с 2000 и 2010 гг., в целом для всех видов моллюсков, рекомендуемый (ОДУ, РВ) объем изъятия с учетом имеющихся запасов был увеличен, а объем освоения вырос в 3,8 и 1,8 раза соответственно (рис. 4).

Если сравнивать величины промысловых запасов рассматриваемых видов, то по состоянию на 2019 г. 33,5% приходится на ми-

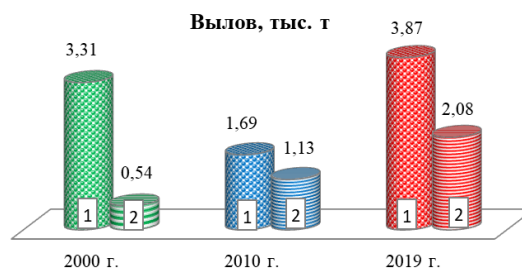


Рис. 4. Рекомендуемый (1) и фактический (2) вылов двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края

дию Грея, 21,7% – на мерценарию, 14,9% – на спизулу, 10,2% – на устрицу, 9,6% – на анадарту и на остальные виды – 10,1%.

До начала XX в. местный промысел моллюсков находился в руках китайцев, которые приезжали на промысловый период и занимались ловом. В 1908–1910 гг. появились первые заводы по консервированию устриц и других моллюсков, позднее выпускали консервы из спизулы и мегангулюса (перонидии), вялили и сушили мясо гребешка [1, 19].

В первой половине 1930-х годов с появлением крупных государственных рыбопромышленных предприятий и рыболовецких колхозов в зал. Петра Великого годовые объемы вылова моллюсков достигали: гребешка – 1,3 тыс. т, мидии Грея – 1,1 тыс. т, спизулы – 342 т, устриц – 33,5 т [3].

После депортации в 1937 г. корейского населения, представители которого составляли основную рабочую силу на береговых рыбодобывающих предприятиях, число и объемы вылова моллюсков значительно сократились. К середине 1990-х гг. почти все крупные государственные рыбопромышленные предприятия прекратили свое существование или были преобразованы в различные ООО, ОАО и ЧП [19]. В 2000-х гг. у рыбодобывающих организаций Приморского края в связи с появлением рынков сбыта возник интерес к отдельным видам двустворчатых моллюсков.

Освоение ресурсов анадарты началось в 1994 г. В 1994–1996 гг. установленный ОДУ анадарты в объеме 50 т осваивался на 40–64%. В дальнейшем объем ОДУ увеличивали, и с 1997 по 1999 г. его величина изменилась от 150 до 400 т, освоение составляло 35–45%.

В 2000 г. ОДУ, установленный в объеме 950 т, был освоен на 55%, в 2001–2002 гг. – на 97–100% от 800 т ОДУ. Интенсивный промысел анадарты в Уссурийском заливе (2001–2003 гг.) негативно отразился на состоянии ее скопления и привел к снижению запасов [20]. В целях восстановления численности моллюска в 2004 г. был введен запрет промысла анадарты в данном районе, и лов стали осуществлять в Амурском заливе. Во избежание подрыва запасов анадарты с 2003 по 2007 г. рекомендуемый ОДУ был снижен до 200 т, освоение составляло 80–100%.

Пятилетний запрет промысла в Уссурийском заливе, как мера регулирования промыслового воздействия на скопление анадарты, положительно повлиял на восстановление ресурсов моллюска [21]. В 2010 г. запрет был снят, и лов анадарты стал осуществляться как в Амурском, так и в Уссурийском заливах. С 2008 г. и по настоящее время ОДУ поддерживается на уровне 300 т, а его освоение составляет 80–100%. Эксплуатация ресурсов анадарты в этом объеме не оказывает негативного влияния на их состояние [10, 20].

Вылов мидии Грея с 2000 по 2007 г. варьировал от 0,4 до 56 т при объеме 50–350 т РВ. Освоение с 2008 по 2016 г. не превышало 40%, а в 2016 г. достигло 74% от 110 т РВ. В 2017 г. освоение составило 73% от 426 т РВ, в 2018 г. – 110% от 247 т, в 2019 г. – 14% от 1 108 т.

Освоение ресурсов спизулы начато в 2001 г., к 2003 г. ее вылов увеличился с 69 до 464 т от 550–850 т ОДУ. Рекомендуемый ОДУ с 2003 по 2007 г. варьировал в пределах 500–850 т, а освоение составляло 54–99%. С 2008 г. ОДУ установлен в объеме 600 т. В 2008 г. освоение составило 67%, в 2009–2010 гг. оно достигало почти 100%, а с 2011 г. находится на уровне 75–93%.

Освоение ресурсов мерценарии начато в 2010 г. РВ мерценарии, установленный в объеме 600 т, осваивается в объеме от 32 до 72%.

К освоению ресурсов мактры приступили в 2011 г. В 2011–2012 гг. вылов составлял 88–94% от 50 т РВ. В 2013–2014 гг. вылов не осуществлялся, но был возобновлен в 2015 г. и составил 4%. Затем постоянно увеличивался: в 2017 г. достиг 101%, в 2018 г. – 162%. В 2019 г. объем РВ был увеличен до 63 т, вылов составил 136%.

Каллисту начали добывать в 2011 г. С 2011 по 2017 г. вылов варьировал от 3 до 40% (РВ – 10 т). С увеличением в 2018 г. объема РВ до 20 т, освоение в 2018 г. составило 58%, в 2019 г. – 66%.

Промысел устриц был начат в 2014 г., вылов составил 17% от 1,8 т РВ, в 2015 г. – 93% от 8,7 т РВ. Несмотря на увеличение объема вылова, с 2016 г. наблюдался перелов моллюска: в 2016 г. – 225% от 14,8 т РВ, в 2017 г. – 142% от 248,5 т, в 2018 г. – 162% от 400 т. В 2019 г. освоение устрицы составило 80% от 969 т РВ.

Промысел глицимериса до 2018 г. не осуществлялся. В 2018 г. было добыто 9,2 т глицимериса – 105% от РВ для промышленного изъятия в объеме 8,8 т, в 2019 г. – 10,2 т (20% от РВ в объеме 50 т).

В 2019 г. осуществлялся вылов перонидий и сердцевидки, было выловлено 36 и 73% соответственно от РВ для каждого вида в объеме 1 т.

Промысел морских гребешков (*Mizuhopecten yessoensis*, *Chlamys swifti*, *C. farreri*) в прибрежье Приморского края запрещен [22].

В настоящее время интерес рыбохозяйственных организаций стабилен к таким видам двустворчатых моллюсков, как *A. broughtonii*, *S. sachalinensis*, *C. gigas*, *C. grayanus*, *M. stimpsoni*, для них устанавливается рекомендуемый вылов (ОДУ или РВ), обеспечивающий рациональную эксплуатацию их запасов (рис. 5).

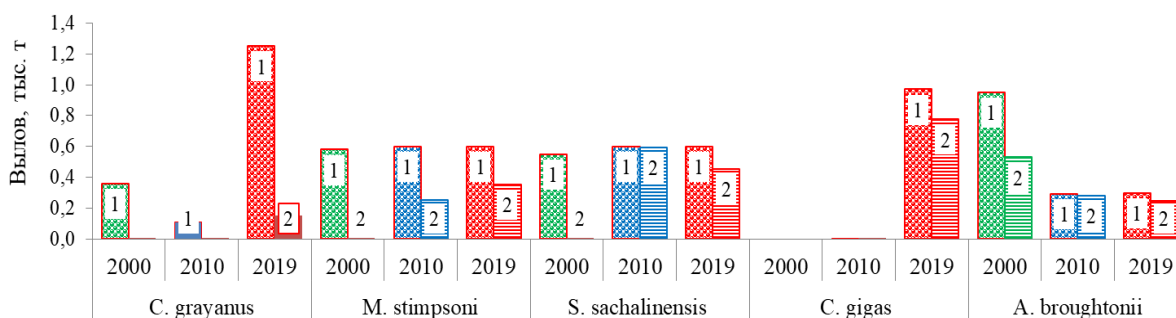


Рис. 5. Рекомендуемый (1) и фактический (2) вылов двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края

Начато освоение ресурсов *G. yessoensis*, *M. chinensis*, *C. brevisiphonata*, появилась заинтересованность в освоении *M. japonica*, *C. californiense*, *R. philippinarum*, *Megangalus sp.* В 2019 г. функционировало 105 добывающих организаций (ООО – 31, ИП – 74), что значительно превысило их количество в 2015 г. (ООО – 16, ИП – 29).

Добытые моллюски большей частью экспортируются в страны Юго-Восточной Азии, но также поступают и на внутренний рынок. В Приморском крае появились в продаже мидия Грея, анадара, спизула, мактра и другие двустворчатые моллюски, которых можно приобрести как в живом, так и в замороженном виде, из них изготавливаются пресервы и консервы, их подают в кафе и ресторанах, специализирующихся на морепродуктах.

Низкое освоение отдельных видов рекомендованных к вылову ресурсов связано с рядом факторов – неокончательно сформированный рынок сбыта, недостаточное количество промышленных мощностей, направленных на реализацию рекомендуемых объемов изъятия, неблагоприятные метеорологические условия (волнение моря как следствие сильных ветров и тайфунов), при которых промысел затруднителен.

Таким образом, состояние ресурсов двустворчатых моллюсков позволяет вести их промысел в прибрежье Приморского края. Учитывая биологическую ценность и разведанные запасы двустворчатых моллюсков, можно утверждать, что введение в промысел новых объектов – перспективное направление работ. Для сохранения ресурсов и их рациональной эксплуатации необходимы объективные обоснования общих допустимых уловов гидробионтов (ОДУ, РВ), чтобы освоение в пределах установленного объема не оказывало негативного влияния на состояние поселений.

Литература

1. Курмазов А.А. Прибрежное рыболовство Приморья – особенности развития // Известия ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 3–19.
2. Акулин В.Н., Ерухимович В.Б., Поздняков С.Е. Проблемы освоения биоресурсов и развития марикультуры в прибрежных районах Дальнего Востока // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 401–414.
3. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья (предварительные результаты япономорской экспедиции ТИРХа по изучению промысловых моллюсков в 1931–32 гг.): Изв. ТИРХ. – 1934. – Т. 8. – 110 с.
4. Седова Л.Г., Соколенко Д.А., Пономарева Г.А. Ресурсы гребешка приморского, мидии Грея, спизулы сахалинской и мерценарии Стивенса в заливе Петра Великого (Японское море). – Владивосток: Тихоокеан. НИИ рыб. х-ва и океаногр., 2007. – 55 с. Деп. в ВНИЭРХ 02.10.2007. № 1409-рх200.
5. Соколенко Д.А., Седова Л.Г. Распределение и ресурсы спизулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в прибрежных водах Приморья // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 66–75.
6. Борисовец Е.Э., Седова Л.Г. Ресурсы промысловых беспозвоночных в прибрежье Приморья // ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг.: Сборник статей. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. – С. 129–140.

7. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Численность и размерный состав поселений приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. – 2014. – Т. 179. – С. 226–235.
8. Власенко Р.В. Распределение и ресурсы двустворчатого моллюска мерценарии Стивенса *Mercentaria stimpsoni* в прибрежных водах Приморья // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 181. – С. 77–88.
9. Соколенко Д.А., Калинина М.В. Современное состояние и структура естественных поселений тихоокеанской устрицы в северной части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 195. – С. 48–60.
10. Афейчук Л.С. Межгодовая динамика ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в промысловых скоплениях залива Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всероссийской науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 15–19.
11. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Состояние поселений, ресурсы и промысел мидии Грея *Crenomytilus grayanus* в прибрежье Приморского края (Японское море) // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 198. – С. 33–45.
12. Прогноз возможного вылова промысловых гидробионтов на ДВ-бассейне России в 2000 г. – Владивосток: ТИНРО, 2000. – 124 с.
13. Прогноз возможного вылова промысловых гидробионтов на ДВ-бассейне России в 2002 г. – Владивосток: ТИНРО, 2001. – 202 с.
14. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2010 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО, 2009. – 302 с.
15. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2012 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО, 2011. – 321 с.
16. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2019 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО, 2019. – 448 с.
17. Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 1 (13). – С. 157–170.
18. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
19. Раков В.А. Социально-экологические проблемы рыбного хозяйства в заливе Петра Великого // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы V Международной науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – Ч. 1. – С. 175–179.
20. Афейчук Л.С. Ресурсы и современное состояние промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII Всероссийской науч.-практ. конф., посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Ч. I. – С. 29–33.
21. Седова Л.Г., Калинина М.В., Соколенко Д.А. Влияние запрета промысла на состояние поселения анадары в Уссурийском заливе (залив Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 101–109.
22. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Утверждены приказом Минсельхоза России от 23.05.2019 г. № 267. – 133 с.

УДК 595.383.3(265.54)

Л.Г. Седова, Л.Л. Будникова

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ МИЗИД *NEOMYSIS
MIRABILIS* И *N. AWATSCHENSIS* В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ
АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучен размерно-половой состав скоплений мизид *Neomysis mirabilis* и *N. awatschensis* в северной части Амурского залива в июне – июле 2016 г. Максимальный размер самок *N. mirabilis* составил 23,5 мм, самцов – 22,0 мм, самок *N. awatschensis* – 11,0 мм, самцов – 10,3 мм. Соотношение полов у обоих видов не было постоянным.

Ключевые слова: мизиды, *Neomysis mirabilis*, *N. awatschensis*, размерно-половой состав, Амурский залив, залив Петра Великого, Японское море.

L.G. Sedova, L.L. Budnikova

*Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

**SIZE AND GENDER COMPOSITION OF MYSID *NEOMYSIS MIRABILIS*
AND *N. AWATSCHENSIS* IN THE NORTHERN PART OF THE AMUR BAY
(PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)**

Size and gender composition of mysid *Neomysis mirabilis* and *N. awatschensis*, collected in the northern part of the Amur bay during June-July 2016, was studied. The maximum size of *N. mirabilis* females was 23,5 mm, males was 22,0 mm, *N. awatschensis* females was 11,0 mm, males was 10,3 mm. Gender ratio of both species was not constant.

Key words: mysid, *Neomysis mirabilis*, *N. awatschensis*, size and gender composition, the Amur Bay, Peter the Great Bay, Japan Sea.

Мизиды (Crustacea: Mysidacea) широко представлены в прибрежных морских сообществах, являются важным компонентом пищи многих рыб, их используют в качестве биоиндикаторов и тест-объектов при экотоксикологических исследованиях [1–3]. В странах Юго-Восточной Азии мизиды используются в пищу человеком и имеют промысловое значение.

Распределение мизид в зал. Петра Великого определяется гидрологическими условиями [4, 5]. В прибрежье северной части Амурского залива обитают два вида мизид: *Neomysis mirabilis* и *N. awatschensis* [5, 6].

N. mirabilis (Czerniavsky, 1882) – самый распространенный и массовый бореальный вид, повсеместно встречающийся в северной половине Японского моря и населяющий воды с температурой от –1,6 до +24°C и соленостью 15–34,3 eps [4].

N. awatschensis (Brandt, 1851) – эстуарно-пресноводный, верхнесублиторальный вид. Обитает на глубинах 0–11 м, в водах с температурой от –1,0 до +26°C и соленостью 0–27 eps. [4, 7]. Сведения по биологии дальневосточных мизид малочисленны. Большая часть работ посвящена систематике и описанию новых видов. Сроки размножения, количество генераций, темпы роста, размерная и половая структура, продолжительность жизни и время образования промысловых скоплений дальневосточных мизид изучены недостаточно.

Цель исследования – анализ размерно-полового состава скоплений *Neomysis mirabilis* и *N. awatschensis* в северной части Амурского залива.

Исследования проводили в северной (кутовой) части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) с мая по сентябрь 2016 г. Лов мизид осуществляли в дневное время в прибрежной полосе на глубине 0,5–2,0 м сачком диаметром 50 и глубиной 70 см, шитым из мельничного газа № 1.

После определения видового состава мизид разделяли на самцов, самок и молодь. Пол определяли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) камеры. К молоди относили ювенильные особи, у которых еще нет выраженных половых признаков. У самок выделяли 5 стадий развития: 1) молодые (с зачатками оостегитов), 2) яйценосные, 3) стадия 1, в марсупиальных сумках которых были эмбрионы без стебельчатых глаз с черным пигментом, 4) стадия 2, в марсупиальных сумках которых были эмбрионы с черными оформленными глазами, 5) отнерестившиеся, с пустыми марсупиумами.

Длину тела каждого экземпляра измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляра-микрометра под биноклем с точностью до 0,1 мм. Всего было проанализировано 946 особей *N. mirabilis* и 229 особей *N. awatschensis*. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ STATISTICA, Microsoft Excel.

В северную (кутовую) часть Амурского залива несколькими рукавами впадает р. Раздольная, которая оказывает существенное влияние на гидрологические условия. Эстуарные воды отличаются не только пониженной соленостью и повышенной температурой в течение теплого периода года (так как лучше и быстрее прогреваются благодаря высокой вертикальной устойчивости), но также более высокой биологической продуктивностью, чем в открытой части залива [8]. В кутовой части залива грунт илистый, вода мутная, с примесью глины, растительность практически отсутствует. Зостера образует заросли только вдоль восточного берега на расстоянии 30–50 м от берега.

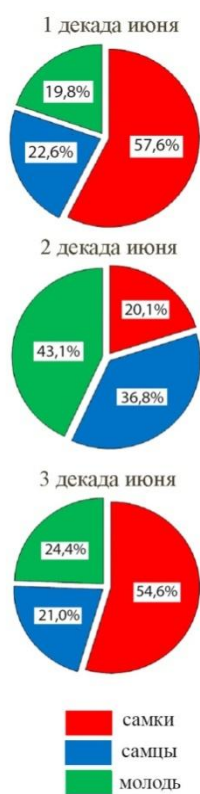
В этом районе *N. mirabilis* создает скопления совместно с *N. awatschensis* на глубинах 1–1,5 м как в зарослях зостеры, так и на свободных от произрастания макрофитов местах [9, 10]. В тихую погоду эти виды могут образовывать вдоль берега на протяжении нескольких километров сплошную полосу шириной в десятки метров, тяготеющую к метровой изобате. Перед штормами и при волнении моря мизиды мигрируют в более глубокие участки.

В 2016 г. мизиды создавали массовые скопления с начала июня по 2-ю декаду июля. Средняя температура воды в начале июня составляла 16°C, во второй половине – 17–18°C, в начале июля – 19–20°C, достигая в августе более 24°C. *N. mirabilis* количественно преобладал над *N. awatschensis*, составляя в пробах в 1–3-й декадах июня соответственно 100, 91 и 70%. В 1-й декаде июля скопление мизид состояло только из *N. awatschensis*, что связано, скорее всего, с повышением температуры воды. Со 2-й декады июля по сентябрь мизиды на мелководье не были обнаружены.

В 2016 г. мизиды создавали массовые скопления с начала июня по 2-ю декаду июля. Средняя температура воды в начале июня составляла 16°C, во второй половине – 17–18°C, в начале июля – 19–20°C, достигая в августе более 24°C. *N. mirabilis* количественно преобладал над *N. awatschensis*, составляя в пробах в 1–3-й декадах июня соответственно 100, 91 и 70%. В 1-й декаде июля скопление мизид состояло только из *N. awatschensis*, что связано, скорее всего, с повышением температуры воды. Со 2-й декады июля по сентябрь мизиды на мелководье не были обнаружены.

В 1-й декаде июня средний размер *N. mirabilis* составлял (14,0 ± 0,4) мм (пределы: 4,0–23,5 мм; n = 217 экз.), во 2-й – (7,6 ± 0,1) мм (4,5–11,5 мм; n = 348 экз.), в 3-й – (11,1 ± 0,2) мм (3,0–23,1 мм; n = 381 экз.). В 1-й и 3-й декадах июня в скоплении *N. mirabilis* половой состав имел сходный характер, преобладали самки (рис. 1). Во 2-й декаде увеличилась доля самцов (до 36,8%), а доминировала молодь (43,1%).

Рис. 1. Соотношение полов в скоплении *N. mirabilis*



В 1-й декаде июня преобладали самки размером 19–21 мм (60,8%), больше всего было самок стадии 1 (в марсупиальных сумках которых находились эмбрионы без черных глаз) (табл. 1).

Во 2-й декаде июня преобладали самки размером 7–8 мм (94,3%), большая их часть была представлена молодыми особями с зачатками оостегитов (87,1%). В 3-й декаде преобладали самки размером 9–11 мм (24,5%) и 13–15 мм (48,6%), большинство из них находилось на стадии 1. Самки одного размера могли иметь разные стадии развития (рис. 2).

В 1-й декаде июня преобладали самцы размером 9–11 мм (83,7%), во 2-й декаде – 7–9 мм (96,1%), а в 3-й – 8–11 мм (67,5%). В 1-й декаде июня преобладала молодь размером 3–6 мм

(62,8%), во 2-й декаде – 7–8 мм (97,3%), в 3-й – 7–9 мм (51,6%). Соотношение самцов и молоди в зависимости от их размеров приведено на рис. 2.

Таблица 1

Соотношение самок (%) *N. mirabilis* на разных стадиях развития

Стадии развития самок	июнь		
	1 декада	2 декада	3 декада
С зачатками оостегитов	7,2	87,1	17,4
Яйценосные	19,2	7,1	28,4
Стадия 1	44,0	2,9	46,6
Стадия 2	24,0	2,9	3,8
Отнерестившиеся	5,6	–	3,8

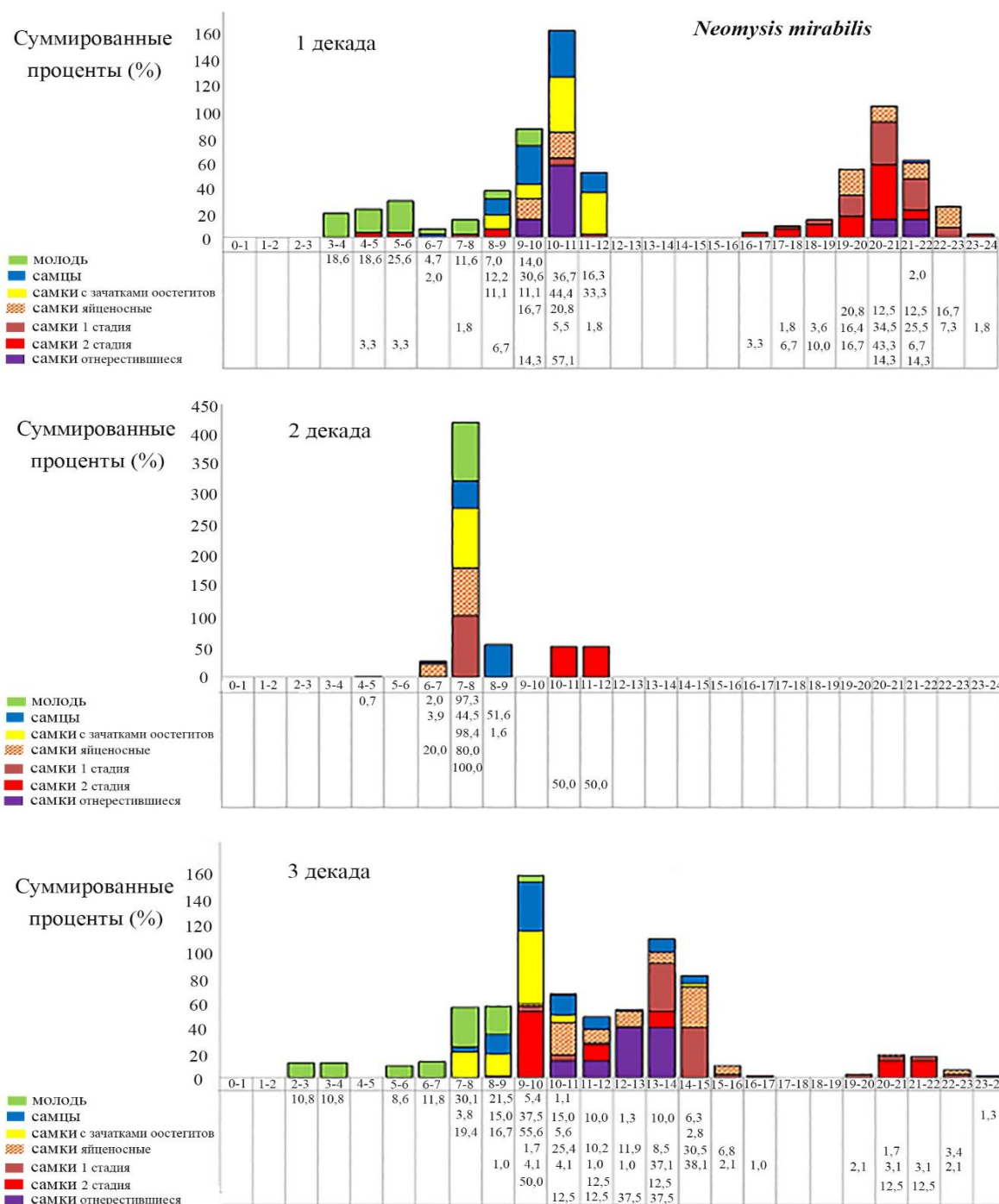


Рис. 2. Размерно-половой состав скопления *N. mirabilis*, июнь 2016 г.

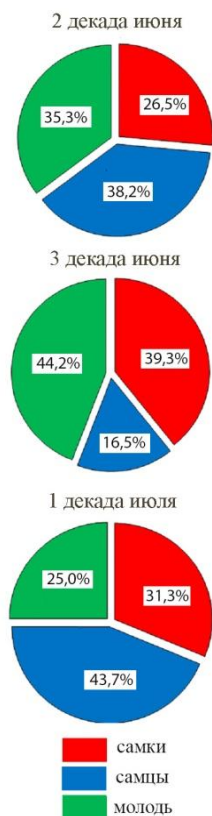


Рис. 3. Соотношение полов в скоплениях *N. awatschensis*

N. awatschensis в 1-й декаде июня не был обнаружен. Во 2-й декаде июня средний размер рачков составлял $(7,1 \pm 0,3)$ мм (пределы: 4,0–10,0 мм; $n = 34$ экз.), в 3-й – $(8,3 \pm 0,1)$ мм (5,3–11,0 мм; $n = 163$ экз.), в 1-й декаде июля – $(7,8 \pm 0,4)$ мм (3,0–10,3 мм; $n = 32$ экз.).

Соотношение полов было сходным во 2-й декаде июня и 1-й декаде июля, когда доминировали самцы (рис. 3). В 3-й декаде июня преобладала молодь (44,2%).

Во 2-й декаде июня самки имели размер 7–9 мм и находились на разных стадиях развития (с зачатками оостегитов, с яйцами в марсупиальных сумках и на стадии 1). В 3-й декаде преобладали самки размером 8–10 мм (87,5%), наибольшее их количество было яйценосными (табл. 2). В 1-й декаде июля преобладали самки размером 9–10 мм (70,0%), они были на стадии развития 1 или уже отнерестились. Самки одного размера так же, как и у *N. mirabilis*, находились на различных стадиях развития (рис. 4).

Размеры самок и самцов у обоих видов существенно не различались. В первом летнем месяце размеры мизид были больше, чем в следующем, из-за присутствия крупных перезимовавших особей прошлогодних генераций. По литературным данным, максимальная длина тела самок *N. mirabilis* достигает 35,5 мм, самцов – 37,5 мм, а у *N. awatschensis* длина тела самок – 18,1 мм, самцов – 14,3 мм [4].

В нашем исследовании особи с такими размерами не встречались. Наибольший размер самок *N. mirabilis* составил 23,5 мм, самцов – 22,0 мм, а наибольший размер самок и самцов *N. awatschensis* соответственно 11,0 и 10,3 мм. По данным 2015 г., в северной части Амурского залива максимальный размер *N. mirabilis* достигал 22,8 мм, а *N. awatschensis* – 13,3 мм [9, 10]. В половом составе скоплений *N. mirabilis* в 1-й и 3-й декадах июня преобладали самки (54,6–57,6%), а во 2-й декаде – молодь (43,1%). В половом составе скоплений *N. awatschensis* доля самок составляла 26,5–39,3%, самцы количественно преобладали во 2-й декаде июня и 1-й декаде июля, а молодь – в 3-й декаде июня.

В скоплениях мизид *N. mirabilis* и *N. awatschensis* отмечено постоянное присутствие самок различного размера, находящихся на разных стадиях развития (яйценосных или с зародышами), а также молоди, что свидетельствует о присутствии в популяции нескольких генераций, одновременно размножающихся.

Таблица 2

Соотношение самок (%) *N. awatschensis* на разных стадиях развития

Стадии развития самок	Июнь		Июль
	2 декада	3 декада	1 декада
С зачатками оостегитов	44,4	14,0	–
Яйценосные	44,4	59,4	–
Стадия 1	11,2	21,9	40,0
Стадия 2	–	3,1	–
Отнерестившиеся	–	1,6	60,0

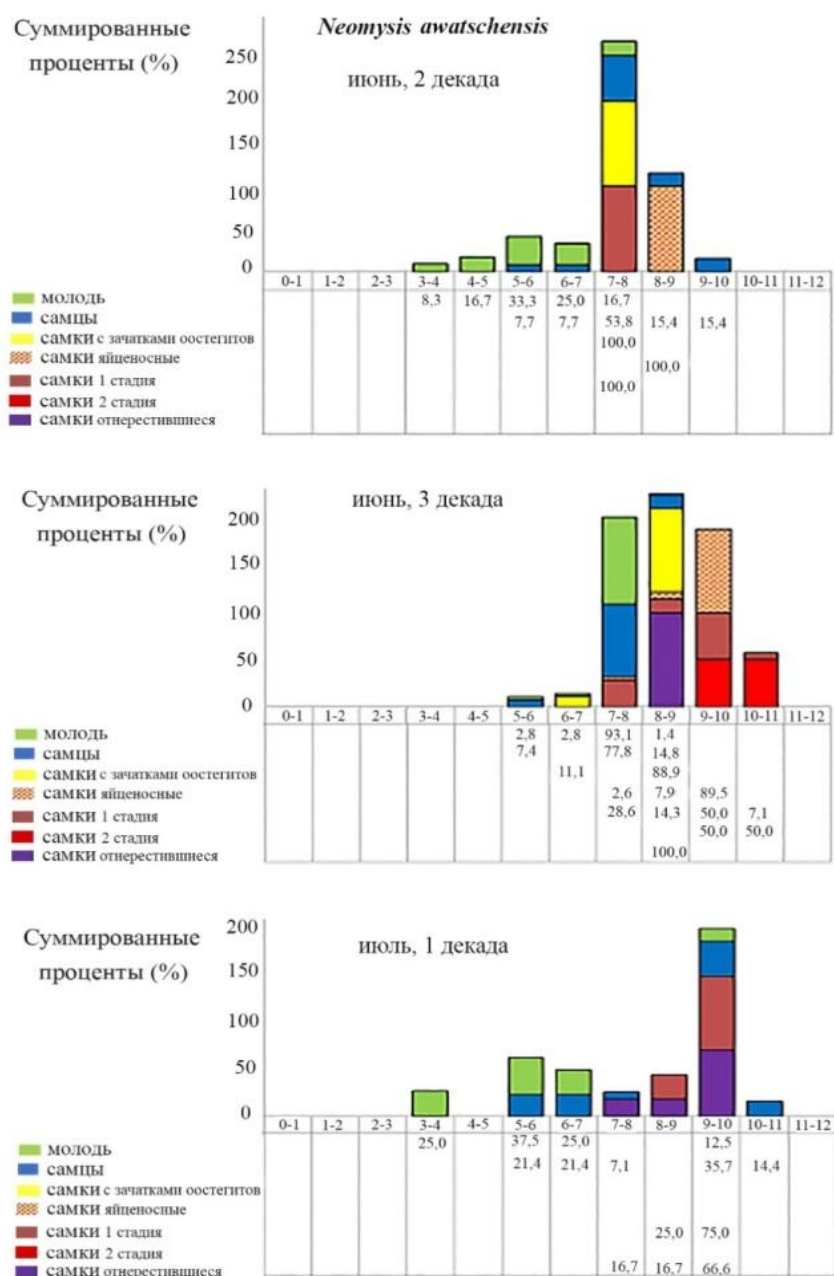


Рис. 4. Размерно-половой состав скопления *N. awatschensis*, июнь, 2016 г.

Литература

1. Пуцина О.И., Соломатов С.Ф., Борисов Б.М. Особенности питания тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, минтая *Theragra chalcogramma* и южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в зал. Петра Великого (Японское море) в летний период // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 176. – С. 189–200.
2. Пуцина О.И. Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград: КГТУ, 2013. – С. 100–103.
3. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконов М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 2 (162). – С. 55–63.
4. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea Boas, 1883 // Ракообразные (ветвистоусые, тонкопанцирные, мизиды, эвфаузииды) и морские пауки: Биота российских вод Японского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – Т. 1. – С. 55–96.

5. Влияние гидрологических условий на распределение мизид в заливе Петра Великого (Японское море) / Л.Г. Седова, В.И. Рачков, Л.Л. Будникова, Г.Г. Шевченко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – Ч. I. – С. 173–175.

6. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 41–45.

7. Петряшев В.В., Дanelия М.Е. Таксономический статус западно-тихоокеанских видов мизид группы *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) // Биол. моря. – 2014. – Т. 40, № 3. – С. 178–189.

8. Рачков В.И. Характеристика гидрохимических условий вод Амурского залива в теплый период года // Изв. ТИНРО, 2002. – Т. 131. – С. 65–77.

9. Седова Л.Г., Будникова Л.Л., Шевченко Г.Г. Размерно-половой состав скоплений и биологические особенности *Neomysis mirabilis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 126–129.

10. Шевченко Г.Г., Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Размерно-половой состав скоплений и весовой рост мизид *Neomysis awatschensis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 184–187.

УДК 574.5(282.256.74)

Л.И. Сидорова, Е.С. Горохова

*Якутский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Республика Саха (Якутия),
Якутск, 677018
e-mail: rhe.yf@mail.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ ПО ГИДРОБИОЛОГИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЯНА

В работе отражены результаты исследований зоопланктона и зообентоса нижнего течения реки Яна, проведенных в сентябре 2018 и 2019 гг. В составе зоопланктона выявлено 26 видов. В притоках и протоках реки максимальная плотность организмов составила 1 788 экз./м³, биомасса – 0,07 мг/м³. В литорали – 2 920 экз./м² и 643,14 г/м². Основу зообентоса составляют моллюски, олигохеты и личинки хирономид.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, гидробиология, река Яна.

L.I. Sidorova, E.S. Gorokhova

*Yakut Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
The Republic of Sakha (Yakutia),
Yakutsk city, 677018
e-mail: rhe.yf@mail.ru*

MODERN DATA ON HYDROBIOLOGY OF THE YANA RIVER DOWNSTREAM

The study results of zooplankton and zoobenthos of the Yana river downstream, conducted in September 2018 and 2019 were analyzed. 26 species were identified as part of zooplankton. In the tributaries and channels of the river the maximum density of organisms was 1788 samples / m³, the biomass was 0,07 mg / m³. In the littoral the river the maximum density of organisms was 2920 samples /m² and biomass was 643,14 g / m². Zoobenthos is based on mollusks, oligochaetes and chironomid larvae.

Key words: zooplankton, zoobenthos, hydrobiology, the Yana river.

Река Яна является четвертой по величине рекой в Якутии, имеет выход на шельф моря Лаптевых и образуется от слияния рек Дулгалах и Сартанг. Длина реки составляет 872 км (вместе с Сартангом 1 490 км), площадь водосбора 238 тыс. км². На своем протяжении принимает в себя 415 притоков с общей длиной 923 км [1]. Нижним течением реки является участок от с. Казачье (149 км от устья) и до приморья. Река имеет важное промысловое значение [2], средний многолетний вылов рыб составляет 554,73 т в год, тем не менее кормовая база недостаточно изучена, что и определило цель наших исследований.

Гидробиологические исследования проводились в сентябре 2018–2019 гг. в нижнем течении р. Яна. Пробы были отобраны как с придаточной системы (р. Сэллик, р. Куйгинка и два ручья без названия: 1 – N70°54'28,49"; E136°26'56,74" и 2 – N70°55'07,42"; E136°27'33,16", протока без названия и протока Кочевая), так и с русловой и прибрежной части реки по стандартным методикам [3–7]. Пробы зоопланктона отбирали с помощью сети Джели, бентос отбирали дночерпателем Экмана-Берджи и путем сбора организмов с камней с последующим пересчетом на 1 м², далее фиксировали 75%-ным раствором этилового спирта. Взвешивание организмов (с точностью до 0,001 мг) производили на аналитических весах ANDHR-202i. Камеральная обработка проведена под тринокулярным микроскопом AltamiBio 1 и микроскопом Olympus. Определение организмов проводили по широко распространенным определителям [8–11].

По результатам исследований в составе фауны зоопланктона выявлено 26 видов, из которых 13 видов представлены коловратками (Rotifera), 11 – ветвистоусыми (Cladocera) и 2 – веслоногими ракообразными (Copepoda), а также встречались неполовозрелые личиночные ста-

дии (табл.). Зоопланктофауна представлена в основном литоральными, холодолюбивыми, эвритермными видами и видами-космополитами, часто встречающимися в Палеарктике. В составе кладоцер доминировали эвритопные *Bosmina (B.) longirostris* и голоарктические *D. (Daphnia) longiremis*. Веслоногие представлены крупными *Limnocalanus macrurus*, пелагическими *Mesocyclops leucarti* и личиночными стадиями.

Таблица

Видовой состав зоопланктона исследованных участков нижнего течения р. Яна

Rotifera	Cladocera	Copepoda
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1834	<i>Limnocalanus macrurus</i> Sars, 1863
<i>Bipalpus hudsoni</i> Imhof, 1891	<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	<i>Mesocyclopsleucarti</i> Claus, 1857
<i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930	<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	
<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	<i>Bosmina (B.) longirostris</i> O.F.Muller, 1785	
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	<i>Chydorus sphaericus</i> O.F.Muller, 1785	
<i>Keratella serrulatacurvicornis</i> Rylov, 1926	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	
<i>Notholca caudata</i> Carlin, 1943	<i>D. (Daphnia) longiremis</i> Sars, 1862	
<i>Platyias quadricornis</i> Ehrenberg, 1838	<i>D. (Daphnia) cristata</i> , Sars, 1862	
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	<i>Eurycercus (E.) lamellatus</i> O.F. Muller, 1776	
<i>Rotaria sp.</i> Scopoli, 1777	<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach, 1855	
<i>Synchaeta sp.</i> Ehrenberg, 1832	<i>Polyphemus pediculus</i> Linnaeus, 1785	
<i>Trichotria pocillum</i> Muller, 1776		
<i>Trichocerca(s. str.) elongate</i> Gosse, 1886		

Численность и биомасса зоопланктона в период исследований характеризуются следующими показателями: максимальная плотность организмов составила 1 788 экз./м³, при биомассе – 0,07 мг/м³ и была отмечена в руч. Без названия 1 и протоке Кочевая (рис. 1).

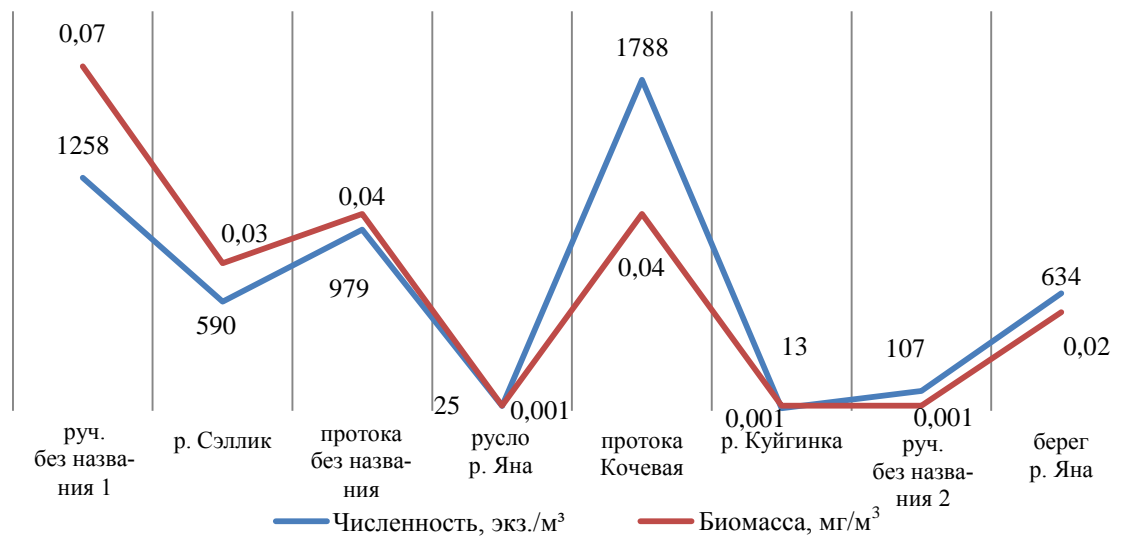


Рис. 1. Распределение зоопланктона по участкам

По количественным показателям за весь период исследований доминантами являлись ракообразные, доля коловраток незначительна, что относит участок водотока к олигосапробной зоне [10]. Показатели зоопланктона в крупных придаточных системах выше, чем в прибрежной и русловой части р. Яна.

Донная фауна представлена 9 таксономическими группами: олигохетами, моллюсками (*Planorbis* O.F. Muller, 1773, *Lymnaeasp.* Lamarck, 1799, *Lymnaeaglutinosa* O.F. Muller, 1774, *Valvatasp.* Muller, 1774, *Physafontinalis* Linnaeus, 1758), клопами (*Notonectaglauca* Linnaeus, 1758), жуками (Halipidae, Hydrophilys), таракановыми (*Saduriaentomon* Linnaeus, 1758), личинками ручейников (*Phrygoneabipunctata* Retz, *Beraea* Steph, *Brachycentrussubnubilis* Curt, *Neureclipsisbimaculata* L), хирономидами (*Micropsectra* Kieff, *Psectrocladius* Kieff), поденками (*Leuctra* Steph) и другими двукрылыми (Limnophilia).

Распределение бентоса по участкам неравномерное, максимальные показатели численности и биомассы составили 2 920 экз./м² и 643,14 г/м² и были отмечены в литоральной части р. Яна (рис. 2 и 3). В бентофауне преобладают моллюски, олигохеты и личинки хирономид, с доминированием последних.

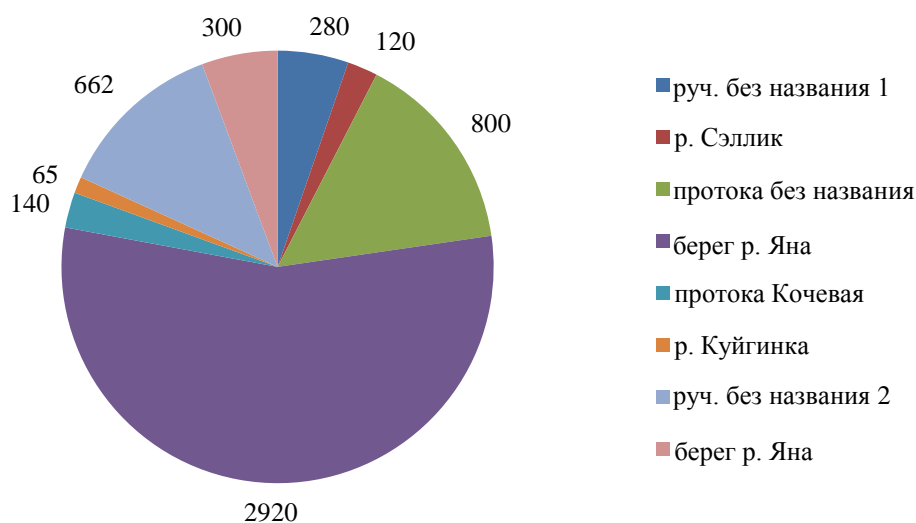


Рис. 2. Плотность бентоса по участкам, экз./м²

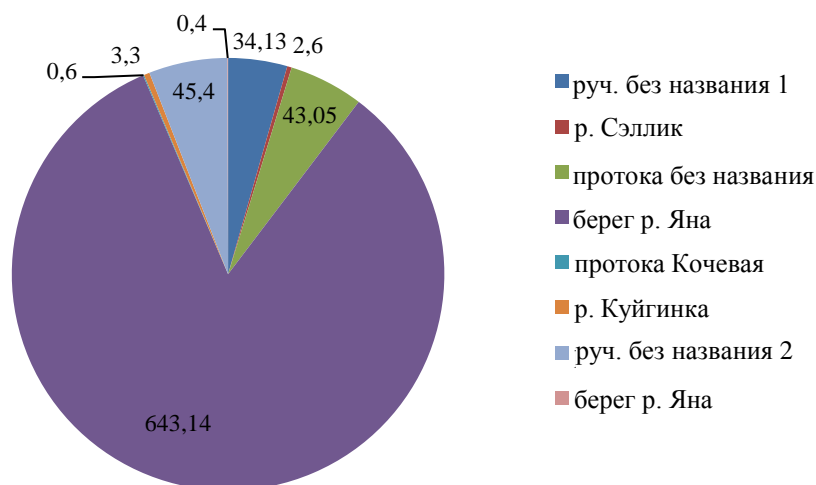


Рис. 3. Биомасса бентоса по участкам, г/м²

В составе зоопланктона выявлено 26 видов. В придаточной системе реки максимальная плотность организмов составила 1 788 экз./м³, биомасса – 0,07 мг/м³. В литоральной части реки 2920 экз./м² и 643,14 г/м². Основу бентофауны составляют моллюски, олигохеты и личинки хирономид.

В целом зоопланктон и бентос нижнего течения реки Яна на исследованных участках в осенний период характеризуется высокими для северных рек показателями, но для полноценной оценки требуются всепогодные многолетние исследования.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 17. Ленско-Индигоирский район. Вып. 7. Яна, Индигоирка / Под ред. И.В. Осиповой. – Л.: Гидрометеиздат, 1966.

2. Пресноводные рыбы реки Яна / А.Ф. Кириллов, Д.В. Шахтарин, Е.В. Иванов и др. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2010. – 112 с.
3. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод, донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
4. Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: 1979а. – С. 169–172.
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 35 с.
6. Жадин В.И. Методика изучения донной фауны и экологии донных беспозвоночных // Жизнь пресных вод СССР. – М.; Л., 1956. – Т. 4, ч. 1. – С. 279–382.
7. Киселев И.А., Исследования планктона // Жизнь пресных вод. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 4, ч. 1. – С. 183–256.
8. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам: Пособие для учителей. – Просвещение, 1972.
9. Кутикова Л.А., Коловратки фауны СССР. Подкласс Eurotatoria / Академия наук СССР. Вып. 104. – 1970. – 744 с.
10. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1 Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – 2010. – 495 с., ил.
11. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2 Зообентос / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – 2016. – 457 с., ил.
12. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: Учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология» / Сост. О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.

УДК 597.54(265.53)

**А.А. Смирнов^{1,2}, Ю.К. Семенов³, Ю.В. Омельченко³,
Ю.А. Елатинцева³, В.В. Горбачев³, А.А. Ткаченко³**

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140;*

² *Северо-Восточный государственный университет,
Магадан, 685000;*

³ *Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО),
Магадан, 685000
e-mail: andrsmir@mail.ru*

СОСТОЯНИЕ ПОЛОВОЗРЕЛОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ ПОСЛЕ 8 ЛЕТ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ МАСШТАБНОГО ПРОМЫСЛА

Показаны средние показатели флота на весеннем промысле сельди в Западно-Камчатской промысловой подзоне Охотского моря. В сравнении с периодом незначительного годового изъятия (1998–2011 гг.) рассматриваются возрастные и размерные показатели сельди из промысловых уловов весной 2019 г.

Ключевые слова: сельдь, улов, популяция, длина, возраст.

**A.A. Smirnov^{1,2}, Yu.K. Semenov³, Yu.V. Omelchenko³,
Yu.A. Elatintseva³, V.V. Gorbachev³, A.A. Tkachenko³**

¹ *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140;*

² *North-Eastern State University,
Magadan, 685000;*

³ *Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(MagadanNIRO),
Magadan, 685000
e-mail: andrsmir@mail.ru*

STATE OF MATURE PART OF GIZHIGINSKY-KAMCHATKA HERRING POPULATION OF AFTER 8 YEARS OF LARGE-SCALE FISHING

The average indicators for spring herring fishing in the West-Kamchatka fishing subzone of the Okhotsk sea are shown. In comparison with the period of insignificant annual catch (1998–2011), the age and size indicators of herring during spring fishing of 2019 are considered.

Key words: herring, catch, population, length, age.

Гижигинско-камчатская популяция сельди обитает в северо-восточной части Охотского моря [1], в районе который называется Западно-Камчатская промысловая подзона. Ее промышленное освоение началось в первой половине 1920-х годов в зал. Шелихова [2]. Затем этот объект добывали с различной степенью интенсивности, максимальный годовой вылов (161 тыс. т) был достигнут в 1958 г. [3]. К началу 1970-х гг. численность этой сельди значительно снизилась, с 1974 г. был введен запрет на ее промысел. Процесс восстановления запасов начался с середины 1980-х гг., с 1988 г. промышленный лов был вновь разрешен [4]. С 1993 г. по 2011 г. она была малоиспользуемым объектом промысла: в год вылавливалось от 4,8 до 14,1% рекомендованных объемов.

Учитывая ежегодное незначительное освоение рекомендованного объема вылова этого объекта и стабильное состояние его запаса, в 2011 г. МагаданНИРО было обосновано исключение тихоокеанской сельди, обитающей в Западно-Камчатской подзоне (то есть гижигинско-

камчатской сельди) из перечня объектов, для которых устанавливается общий допустимый улов (ОДУ), и перевод в категорию видов, освоение которых происходит в режиме возможного вылова (ВВ). В настоящее время для обозначения этого режима промысла применяется термин РВ – рекомендуемый вылов.

Уже в 2012 г. годовое освоение увеличилось в семь раз, по сравнению с 2011 г. [5], при этом было освоено лишь 45% рекомендованных объемов. В последующие годы выделенные объемы осваивались полностью. В последние годы преобладающее изъятие (от 99,5% в 2015 г. до 100% – в 2013, 2014, 2019 гг.) осуществляется в преднерестовый период, в марте-апреле.

Весной 2019 г. в промысле гижигинско-камчатской сельди участвовало от 1 до 46 единиц крупнотоннажного флота и от 2 до 8 единиц среднетоннажного флота. Траления проводились на изобатах от 125 до 330 м. Средний вылов на судо-сутки у судов крупнотоннажного флота составил 80,2 т, у среднетоннажного – 22,4 т. Общий вылов за этот период составил 46,3 тыс. т [6].

По нашим данным, половозрелая сельдь в уловах была представлена особями с длиной тела по Смиуту от 19,8 до 35,5 см, при среднем значении 27,9 см. Рыбы имели возраст (в пересчете на массовые промеры) от 3 до 15 лет, в среднем 7,6 года (табл. 1 и 2). Преобладали особи в возрасте 5–11 лет (92%), с длиной тела 24–30 см (88%). Доля самок составляла 56,1%.

Таблица 1

Возрастной состав половозрелой гижигинско-камчатской сельди в периоды с различной интенсивностью освоения запаса, %

Период, годы	Возраст, полных лет														Среднее значение, лет
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1998–2011	2,7	2,7	6,9	19,6	22	14,2	11,1	10,5	4,2	2,7	2,4	0,6	–	0,3	7,7
2019	1,6	1,8	12,8	19,1	17,7	14,6	12,5	10,8	4,8	2,3	1,3	0,5	0,1	–	7,6

Таблица 2

Вариационные ряды длины тела по Смиуту половозрелой гижигинско-камчатской сельди в периоды с различной интенсивностью освоения запаса, %

Период, годы	Длина по Смиуту, в см																Среднее значение, см	
	19,6–20,5	20,6–21,5	21,6–22,5	22,6–23,5	23,6–24,5	24,6–25,5	25,6–26,5	26,6–27,5	27,6–28,5	28,6–29,5	29,6–30,5	30,6–31,5	31,6–32,5	32,6–33,5	33,6–34,5	34,6–35,5		35,6–36,5
1998–2011	–	–	0,5	1,3	4,0	10,4	14,6	18,8	12,6	12,8	9,7	5,4	4,4	3,7	1,3	0,4	0,1	27,9
2019	0,1	0,3	0,6	3,0	11,2	17,0	17,8	13,1	12,7	9,1	7,5	4,8	1,8	0,7	0,2	0,1	–	27,9

Для того чтобы оценить, как повлияло возобновление масштабного лова на биологические показатели половозрелой гижигинско-камчатской сельди в весенний период, мы сравнили данные за 1998–2011 гг., когда изъятие было незначительным, и материалы 2019 г. Известно, что интенсивная эксплуатация популяции рыб приводит к уменьшению средних размеров и возраста рыб, заметному сокращению численности рыб старшего возраста и увеличению количества молодых особей [1]. У гижигинско-камчатской сельди в рассматриваемые периоды возрастной состав изменился незначительно: если в 1998–2011 гг. доля рыб в возрасте 3–5 лет составляла 12%, то в 2019 г. она повысилась до 16%. Доля старшевозрастных рыб не изменилась и была равной 32%. Средний возраст снизился незначительно – с 7,7 до 7,6 лет (см. табл. 1). Таким образом, у половозрелой гижигинско-камчатской сельди в 2019 г. значительного сокращения численности старшевозрастных особей и увеличения количества молодых рыб не наблюдалось.

Соотношение тех или иных размерных групп рыб в популяции также говорит о ее текущем состоянии. Так, доля рыб с длиной тела до 25,5 см по Смиуту увеличилась с 16 до 32%, доля крупноразмерных рыб (более 29,5 см по Смиуту), напротив, снизилась с 25 до 15% (см. табл. 2). Средняя длина сельди при этом не изменилась и составила 27,9 см. Такие изменения, возможно, могут свидетельствовать о некотором негативном влиянии промысла последних лет на популяцию гижигинско-камчатской сельди. Проведенный МагаданНИРО авиаучет показал, что в 2019 г. биомасса половозрелой гижигинско-камчатской сельди у побережья зал. Шелихова была на 31% меньше, чем в 2018 г. и на 23% меньше, чем средний показатель 1998–2011 гг.

Разноплановые изменения возрастных и размерных показателей половозрелой гижигинско-камчатской сельди в 2019 г., по сравнению с 1998–2011 гг., а также колебания биомассы нерестового запаса показывают необходимость продолжения контроля за состоянием популяции этой сельди ввиду того, что в дальнейшем ее масштабный лов сокращать не планируется.

Литература

1. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
2. Бацаев И.Д. История развития рыбных промыслов и рыбной промышленности Притауйского района Магаданской области // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 204–225.
3. Смирнов А.А., Трофимов И.К. Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2010. – № 3. – С. 99–102.
4. Основные промысловые рыбы Магаданской области: биология, экология, запасы и их освоение / В.В. Овчинников, А.А. Смирнов, В.В. Волобуев, И.С. Голованов, А.М. Коршукова, А.М. Панфилов, О.В. Прикоки. – Владивосток: Дальпресс, 2018. – 156 с.
5. Смирнов А.А. Изменения биологических показателей преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди в условиях возобновления масштабного промысла в 2013–2015 гг. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–20. – С. 4426–4429.
6. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2019 г. в северной части Охотского моря / А.А. Смирнов, Ю.В. Омельченко, Ю.К. Семенов, А.А. Ткаченко, Ю.А. Елатинцева // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 5. – С 25–28.

УДК [639.2.053:597.552.511](282.257)

С.В. Шубкин, А.М. Бирюков, И.Н. Киреев

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: shubkin.s.v@kamniro.ru*

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ ЛОСОСЕЙ НЕРЕСТОВЫХ РЕК КАМЧАТКИ В 2019 ГОДУ

В работе представлены результаты авиамониторинга нерестилищ тихоокеанских лососей, проведенного в Камчатском крае в 2019 г. Показана динамика бассейнового распределения производителей, дана оценка степени заполнения нерестилищ.

Ключевые слова: авиамониторинг, авиаучет лососей, налет часов, трансекты, нерестилища.

S.V. Shubkin, A.M. Birukov, I.N. Kireev

*Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: shubkin.s.v@kamniro.ru*

MONITORING OF SALMON ESCAPEMENT DENSITY IN SPAWNING RIVERS OF KAMCHATKA IN 2019

The results of the air monitoring of the Pacific salmon adult escapement on spawning grounds in Kamchatsky Krai in 2019 are demonstrated. The escapement distribution dynamics by the river basins is provided. The escapement density in spawning grounds is estimated.

Key words: air monitoring, aerial counting of salmon, flight time, transects, spawning grounds.

Мониторинговые работы по учету численности производителей тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в речных системах Камчатки, ведутся с 1951 г. На начальном этапе становления аэровизуальных работ учетом охватывалась малая группа рек, как правило, это были крупные речные системы, являющиеся основными центрами воспроизводства лососей. В дальнейшем спектр обследуемых водотоков был расширен и охватывал более 200 водных объектов. В настоящее время численность нерестового запаса лососей определяется путем прямых учетов в 60 водотоках с последующей экстраполяцией полученных данных на весь нерестовый фонд Камчатки.

Оценка нерестового запаса является одним из основных параметров при расчетах прогнозной величины предстоящих возвратов тихоокеанских лососей и определения объемов их промыслового изъятия. Целью данной работы является определение степени заполнения производителями лососей нерестовых рек Камчатки в 2019 г.

Аэровизуальные исследования выполняли по методикам, разработанным сотрудниками Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» [1–3]. Для проведения авиаучетов использовали вертолеты МИ-8, Ми-2, AS350 B2, AS355N. В 2019 г. обследовано 53 речных бассейна. Общий налет составил 187 часов, приблизительная протяженность трансект – 28 тыс. км. Формат авиамониторинговых работ (исходя из выделенного финансирования) предусматривал учет производителей горбуши, кеты, нерки и кижуча. Численность чавычи оценивали параллельно с другими профильными видами лососей, за исключением рек западного побережья, где целевые работы проводили в период с 14 июля по 7 августа.

В бассейне р. Камчатка для оценки нерестового запаса нерки, кеты, кижуча и чавычи использовали данные комплексного мониторинга, включающего аэровизуальный метод и наземные методы с использованием гидроакустических комплексов (BioSonics и Netcor), а также данные контрольного лова в нижнем течении реки (тона «Хваленка», РПУ № 832) [4]. Пропуск производителей нерки в бассейн оз. Курильское оценен по данным фиксированного пропуска через рыбоучетное заграждение (РУЗ), установленное в истоке р. Озерная [5].

Критерием, определяющим необходимую величину заполнения нерестилищ, является целевой ориентир пропуска, определенный для каждого вида лососей, достижение которого обеспечивает максимально устойчивый вылов (MSY) [6–8].

Учеты численности тихоокеанских лососей в реках Камчатского края проводили в период с 04 июля по 13 октября. Суммарная численность производителей, по результатам исследований, составила порядка 134 млн рыб (рис. 1).

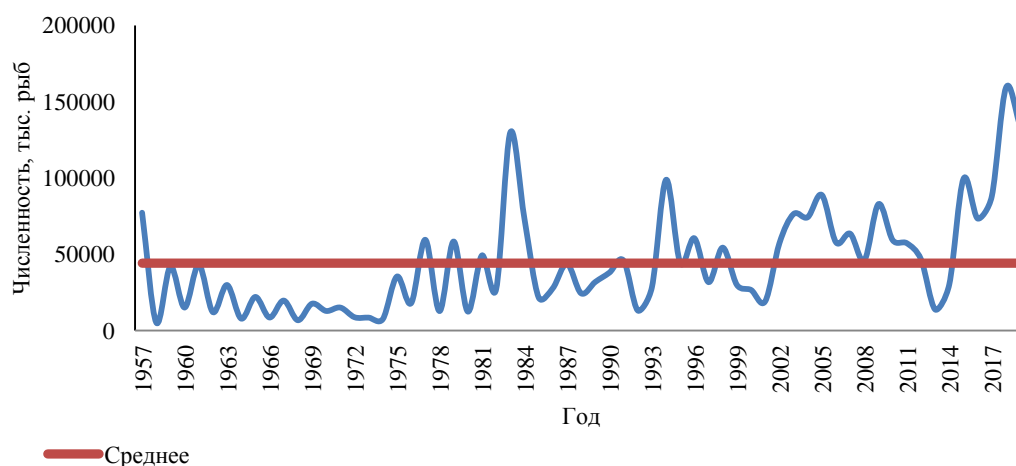


Рис. 1. Многолетняя динамика пропуска производителей тихоокеанских лососей в реки Камчатского края

Горбуша. В 2019 г. состоялись высокочисленные подходы горбуши к рекам восточной Камчатки, где пропуск производителей на нерестилища оценен в 109 млн рыб. Максимальные заходы зарегистрированы в реках Карагинского района (90 млн рыб), являющегося центром воспроизводства горбуши на восточном побережье (рис. 2). Воспроизводственный потенциал района относительно велик, здесь за прошедшие 10 лет величина пропуска в среднем составляла около 70% от общего нерестового запаса горбуши на побережье.

В Олюторском районе максимум производителей зарегистрирован в сопредельных с Карагинским районом речных системах – реки Вывенка и Култучная.

На западном побережье пропуск производителей горбуши оценен на уровне 20 млн рыб. Максимум численности отмечен в кластере рек Кихчик, Пымта, Коль, в которых суммарная доля рыб составила 45% от общего пропуска производителей в реки западного побережья.

Кета. Заход производителей кеты в реки края оценен в количестве 1,4 млн рыб. На восточном побережье Камчатки пропуск составил порядка 0,9 млн рыб.

Максимальные заходы отмечены в Карагинской подзоне, а именно в центральной части Карагинского района – в реках Тымлат, Карага и Белая, а также в южной его части – р. Озерная (восточная), где промысловая нагрузка относительно невысокая (рис. 3).

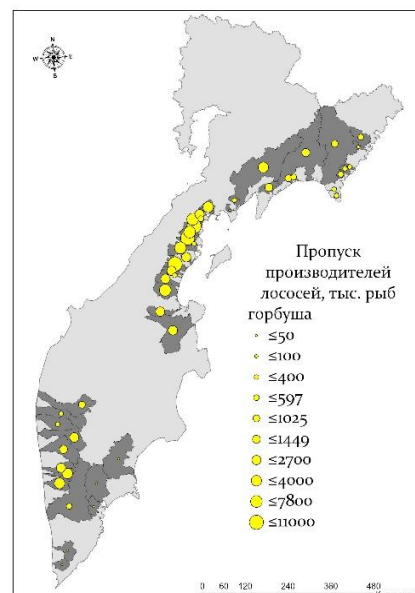


Рис. 2. Распределение производителей горбуши в реках Камчатского края в 2019 г.

На западном побережье наибольшие концентрации производителей отмечены в реках Опала, Кихчик и Воровская. В сумме численность кеты в реках западной Камчатки оценивается в количестве 0,5 млн рыб.

Нерка. Численность нерестовой части популяции нерки составила 3,2 млн рыб и соответствует средним значениям за последние 10 лет. Основу репродуктивного потенциала формируют три популяционных комплекса – р. Озерная, р. Камчатка и р. Палана, на долю которых приходится не менее 80% от общей величины пропуска нерки в реки Камчатки.

На восточном побережье учтенное количество нерки на нерестилищах составило 0,5 млн рыб (рис. 4). На востоке Камчатки традиционно нерестовый запас формируется за счет нерки р. Камчатка, обеспечивающей более 2/3 производителей на побережье. В 2019 г. численность нерестовой части нерки р. Камчатка определена на уровне в 0,19 млн рыб.

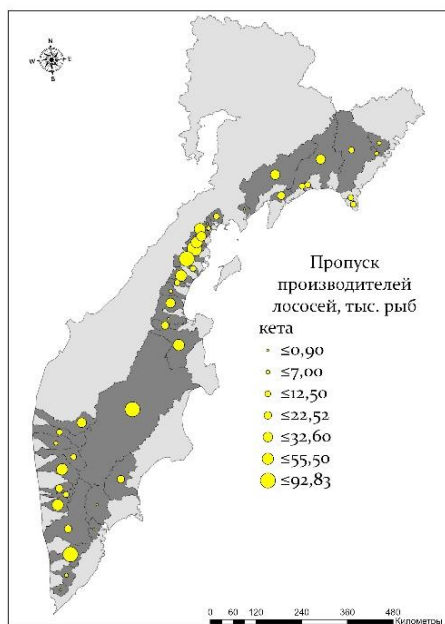


Рис. 3. Распределение производителей кеты в реках Камчатского края в 2019 г.

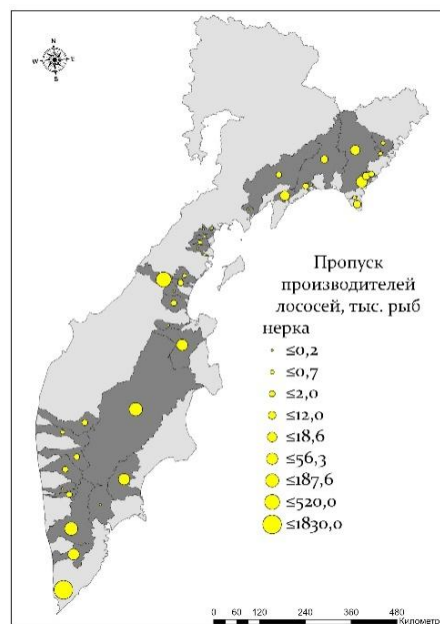


Рис. 4. Распределение производителей нерки в реках Камчатского края в 2019 г.

В северо-восточном водном бассейне учтено 0,23 млн рыб. Максимум производителей зарегистрирован в реках Озерная (восточная) и Култучная (Карагинская подзона). Отмечен рост численности нерки в зоне Западно-Берингоморская (в границах Камчатского края), где за прошедшие два года количество производителей на нерестилищах было сопоставимо с пропуском нерки в реки Олюторского района, который является наиболее продуктивным районом на северо-востоке Камчатки в воспроизводстве нерки.

На западном побережье пропуск нерки стабильно остается на высоком уровне и обеспечивается численностью стад рек Озерная (1,8 млн рыб) и Палана (0,5 млн рыб) (рис. 4). Всего на побережье нерестовая численность нерки составила 2,65 млн рыб.

Кижуч. Мониторинговые работы по учету кижуча проводили только в период нерестовой миграции рыб раннего хода. В результате учтено 0,28 млн особей кижуча. На восточном побережье обследованы реки южной части Карагинского района и р. Камчатка, где учтено 0,23 млн рыб. На западе Камчатки количество кижуча оценено в 0,046 млн рыб. Максимальные пропуски отмечены в реках Коль и Пымта.

Чавыча. Целевые работы по учету чавычи проводили в реках западного побережья: Воровская, Коль, Пымта, Кихчик, Большая, Опала – и восточного: Камчатка, Озерная (восточная). Суммарная численность чавычи составила 0,058 млн рыб.

Достижение значений целевых ориентиров пропуска производителей на нерест [6–8] является одним из основных критериев современной стратегии управления промыслом, реализация которой создает условия для успешного осуществления принципа максимально устойчивого вылова при сохраняющемся устойчивом биологическом функционировании популяций лососей в Камчатском крае.

В контексте применяемой стратегии на основании правил регулирования промыслом (ПРП) в отношении горбуши используется трехуровневая система оценки нерестового запаса, в диапазоне значений от депрессивного до высокопродуктивного [6–8]. Подразумевается, что в части пропуска производителей страты. Таким образом, для восточного побережья целевые ориентиры рассчитаны в пределах от 11,9 млн до 36,2 млн рыб, что в соотношении с величиной захода горбуши на нерест необходимо стремиться к верхним показателям. Реки восточного побережья в 2019 г. характеризуют нерест как экстравысокочисленный. При этом степень заполнения нерестилищ горбуши относительно целевого пропуска на восточном побережье составила 300%.

Количество горбуши, определенное в реках западного побережья, превысило ориентир в 17 млн рыб (составив 120%), соответствующий средней страте [6–8], и может свидетельствовать о наметившемся переходе поколений горбуши депрессивной генеративной линии на более высокий продуктивный уровень.

Для остальных основных промысловых видов тихоокеанских лососей (нерка, кета, кижуч, чавыча) ориентиры пропуска оцениваются в поле значений от необходимого оптимума (нижняя страта) до показателей, рассчитанных исходя из предосторожного подхода (верхняя страта), где целевым считается достижение нерестовой численности на уровне верхней страты [6–8].

Численность кеты составила 1,4 млн рыб и соответствует значениям в поле целевых ориентиров пропуска, обозначенных в пределах от 1,1 до 1,7 млн рыб. Степень заполнения нерестилищ относительно верхнего значения оценивается на уровне 84%. Тем не менее анализ пространственного распределения выявил ряд водотоков с явным дефицитом производителей на нерестилищах. К ним относятся реки западного побережья от р. Пымта до р. Ича, за исключением р. Воровская, где пропуск состоялся на уровне оптимума. Также относительно низкий уровень заполнения нерестилищ отмечен в крупных речных системах Олюторского района – р. Вывенка, р. Пахача и р. Апука.

Оценка нерестового запаса нерки является наиболее разработанным (с точки зрения количества применяемых методик) направлением мониторинговых исследований, где в отношении крупных стад (р. Озерная, р. Камчатка) ведутся комплексные учетные работы. В результате численность производителей нерки определена на уровне субоптимальных значений. При расчетной величине оптимального пропуска в 3,4 млн рыб (нижний предел равен 2,0 млн рыб), фактический составил 3,2 млн рыб, что определяет 92% от целевого заполнения нерестилищ. Свыше 50% производителей нерки учтено в бассейне р. Озерная.

На восточном побережье Камчатки отмечено слабое заполнение нерестилищ нерки в р. Камчатка, соответствующее граничному пределу и при систематическом ограниченном доступе производителей на нерестилища (ниже 0,2 млн рыб) популяция может перейти в статус депрессивной. Следует отметить, что оценка долевого пропуска по субпопуляционным группировкам (ранней и поздней форм) свидетельствует о начавшемся процессе деградации запасов всего стада. Относительно высокий репродуктивный потенциал производителей группировок «Е» (р. Еловка) и «А» (оз. Азабачье) (по классификации, предложенной В.Ф. Бугаевым) [9, 10], поддерживавших стабильное состояние запасов нерки р. Камчатка в течение 2000-х гг., в текущем году был нарушен. Это проявилось в почти полном исключении из процесса воспроизводства рыб группировки «Е» ввиду ее малочисленности.

Нерестовая численность второстепенных стад нерки находится в относительно устойчивом состоянии и составила 0,62 млн рыб, что соответствует верхней страте оптимального пропуска, рассчитанного в 0,6 млн рыб [6–8].

Учетная численность производителей кижуча и чавычи не дает должного представления о величине нерестового запаса в Камчатском крае. Численность кижуча оценивалась в период нерестовой миграции рыб раннего хода и, соответственно, может характеризовать величину захода рыб в первой фазе нерестового цикла. Работы по учету производителей чавычи носили фрагментарный характер, поэтому полученные данные следует использовать в качестве дополнительной информации.

Пропуск производителей тихоокеанских лососей в реки Камчатки на нерест оценивается на высоком уровне и является вторым по величине показателем за весь период аэровизуальных исследований. Основу нерестового запаса формировали производители горбуши. На востоке Камчатки нерест горбуши характеризовался на уровне сверхпродуктивных поколений, составив

109 млн рыб при степени освоения нерестилищ в 300% от целевого пропуска. Определенная численность горбуши западной Камчатки в 20 млн рыб оценивается на уровне продуктивных поколений, составив 120% относительно расчетных значений, соответствующих продуктивному поколению в 17 млн рыб.

Пропуск кеты в региональном масштабе (1,4 млн рыб) состоялся в пределах необходимого оптимума (1,1–1,7 млн рыб), но не достиг верхнего целевого ориентира, составив по отношению к нему 84%. В некоторых речных районах отмечена низкая степень заполнения нерестилищ.

Численность нерки определена на уровне субоптимума, при целевом пропуске в 3,4 млн рыб пропуск составил 3,2 млн рыб, или 94%. Основу нерестового запаса составили производители нерки р. Озерная и р. Палана. При относительно высоких подходах нерки к устью р. Камчатка низкий пропуск производителей может негативно сказаться на воспроизводственном потенциале вида, где уже отмечается дисбаланс во внутривидовой структуре.

Авиамониторинг нерестилищ кижуча охватывал только период раннего хода. В этой связи полученные данные можно использовать в качестве информации, характеризующей мощность подходов кижуча в первой фазе нерестовой миграции в реки.

Оцененная численность нерестового запаса чавычи в реках западного побережья Камчатки (где проводились работы) определена на низком уровне, вследствие чего требуется продление ограничительных мер в отношении промысла данного вида в этой зоне. На восточном побережье работы по учету чавычи носили фрагментарный характер и не дают представления о величине нерестового запаса вида на побережье.

Литература

1. *Остроумов А.Г.* Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Книжная редакция «Камчатской правды», 1962. – 41 с.
2. *Остроумов А.Г.* Опыт применения аэрометодов для оценки заполнения нерестилищ лососями // Лососевое хозяйство Дальнего Востока. – М.: Наука, 1964. – С. 90–99.
3. *Шевляков Е.А., Маслов А.В.* Реки, определяющие воспроизводство тихоокеанских лососей на Камчатке, как реперы для оценки заполнения нерестового фонда // Известия ТИНРО. – 2011. – Т. 164. – С. 114–139.
4. *Фадеев Е.С., Шевляков Е.А., Фельдман М.Г.* Комплексный мониторинг пропуска производителей тихоокеанских лососей р. Камчатка в режиме реального времени // Известия ТИНРО. 2019. – Т. 197. – С. 3–20.
5. Методики учета производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах и путях миграции к ним / *Е.А. Шевляков, С.В. Шубкин, В.А. Дубынин, К.М. Малых, Е.В. Голубь, А.П. Голубь, А.М. Каев, М.В. Коваль* // Бюллетень № 8. Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, 2013. – С. 36–57.
6. *Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.* Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек восточной и юго-восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2016. – Вып. 41. – С. 51–80.
7. *Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.* Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей в бассейнах рек Северо-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2018. – Вып. 51. – С. 5–26.
8. *Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.* Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2019. – Вып. 52. – С. 50–78.
9. *Бугаев В.Ф.* Пространственная структура популяций нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) в бассейне р. Камчатка: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М, 1983. – 22 с.
10. *Бугаев В.Ф.* Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). – М.: Колос, 1995. – 464 с.

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

УДК 639.2.053(268)

П.А. Балыкин

*Южный научный центр Российской академии наук,
Ростов-на-Дону, 344006
e-mail: balykin.pa@rambler.ru*

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье приводятся сведения о современном рыболовстве и состоянии водных биоресурсов в арктических морях России. Сделан вывод об активном развитии рыбного промысла и аквакультуры в ближайшее время. Предлагается приступить к рыбохозяйственному районированию арктических морей России с применением методики морского пространственного планирования.

Ключевые слова: арктические моря России, рыболовство, аквакультура, морское пространственное планирование.

P.A. Balykin

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

THE ARCTIC SEAS WATER BIORESOURCES AND PROSPECTS FOR THEIR USE

The information about modern fishing and the aquatic bioresources state in the Arctic seas of Russia is presented in the article. The conclusion about the active development of fishery, and aquaculture in the near future was made. It is proposed to start fisheries zoning of the Arctic seas of Russia using the methodology of marine spatial planning.

Key words: Arctic seas of Russia, fishery, aquaculture, marine spatial planning.

Российские моря, за исключением акваторий центральной и восточной Арктики, являются районами промышленного рыболовства. По предварительной оценке [1], в 2019 г., как и в предыдущие годы, главным промысловым районом был Дальний Восток – 3,42 млн т, или свыше 69% суммарного улова. На втором месте – Северный бассейн: 0,49 млн т, или около 10% общего улова. В открытой части Мирового океана и зонах других государств российский рыбопромысловый флот выловил 0,72 млн т рыбы и других биоресурсов, т. е. свыше 14% суммарной добычи. Западный, Азово-Черноморский и Волго-Каспийский бассейны внесли небольшой вклад в величину улова 2019 г. Таким образом, большая часть российских водных биоресурсов сосредоточена в северных и дальневосточных морях России. Вклад арктических акваторий в российское рыболовство в ближайшие годы вследствие развития процессов глобального потепления может ощутимо увеличиться. Повышение средней температуры воздуха в арктических регионах происходит в два раза быстрее, чем в целом на нашей планете. Прогнозируется, что к середине текущего столетия Северный Ледовитый океан в летнее время полностью освободится ото льда. В соответствии с мнением американских исследователей, после 2037 г. лед в теплый сезон на арктических акваториях будет отсутствовать [2].

Арктические акватории РФ занимают приблизительно 7 млн кв. км водного пространства, т. е. свыше половины Северного Ледовитого океана. Кроме того, к арктическим зонам относится часть акватории Берингова моря (к северу от 64° с. ш.), примыкающая к одноименному проливу [3]. Она невелика по размерам и включает тихоокеанские воды российской 200-мильной экономической зоны. В качестве отдельного промыслового района (зона Чукотская) эта акватория выделяется с 2008 г., до этого она была частью зоны Западно-Берингоморская [4]. Рыбный промысел осуществляется, главным образом, в Баренцевом, Беринговом и, в меньшем объеме, в Белом море, тогда как Карское, Восточно-Сибирское, Чукотское и море Лаптевых нельзя назвать районами регулярного рыболовства.

Количество видов рыб Баренцева моря (222 вида) примерно соответствует перечню представителей ихтиофауны северо-атлантических морей (Норвежского, Северного и др.) и превышает их число в соседних арктических акваториях. Так, в Карском море обитает 70 видов (10 – пресноводных), в Белом море – 67 видов рыб, (15 – пресноводных), в море Лаптевых – не свыше 40 видов [5]. В бассейне Восточно-Сибирского моря встречено к настоящему времени 33 вида, а с учетом пресноводных – 69 представителей ихтиофауны [6]. Эта часть Северного океана по количественному составу ихтиофауны значительно уступает более восточному Чукотскому морю (112 видов), поскольку в нем большое количество арктическо-бореальных и бореальных рыб, мигрирующих через Берингов пролив [7].

Согласно информации с официального сайта Росрыболовства (<http://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/organizatsiya-rybolovstva/osvoenie-rekomendovannykh-ob-emo-v-vylova>), в 2009–2018 гг. в Баренцевом море российскими рыбаками вылавливалось от 171,3 (2012 г.) до 258,4 (2017 г.) тыс. т водных биоресурсов. В Белом море добыча на два порядка меньше – от 1,6 (2012 г.) до 4,7 (2018 г.) тыс. т. В северной части Берингова моря в последнем десятилетии уловы изменялись от 0,6 (2009 г.) до 12 (2017 г.) тыс. т. Вышеуказанный источник сообщает и об уловах в Карском море в некоторые годы (2010, 2017, 2018 гг.) от 0,2 до 0,6 тыс. т, а в 2013 и 2016 гг. добыча составляла 4 и 48 т соответственно. Для Чукотского моря отчетные данные Росрыболовства указывают вылов от 1 (2012 г.) до 80 т (2017 г.) водных биоресурсов. Для моря Лаптевых в 2015 г. приводится величина улова в 10 т. В Восточно-Сибирском море за последние 10 лет рыбного промысла не наблюдалось.

В данных документах приводится и видовой состав уловов. Так, в 2017–2018 гг. в зоне Чукотская уловы наполовину состояли из минтая и трески, было добыто также по 2 т белокорого палтуса и нерки. Для Чукотского моря в качестве промысловых объектов указываются налим, голец и морские млекопитающие. Основная часть улова изымается при промысле гольцов в опресненных участках рек, впадающих в море [8]. Более разнообразен видовой состав уловов в Карском море. Здесь отмечены рыбы 10 видов, преимущественно сиговые (сиг, чир, муксун, омуль, пелядь, ряпушка, корюшка) – около 80%, а также налим, ерш и язь.

Известно, что промысловая отчетность не дает полного представления об объемах реального изъятия водных биоресурсов, т. к. не учитывается воздействие ННН-промысла [9, 10]. Поэтому для оценки возможностей рыбопромысловой эксплуатации арктических морей России следует обратиться к результатам научных исследований.

Одним из самых исследованных арктических регионов считается море Лаптевых. Его акватория была обследована в ходе большого числа экспедиций, включая глобальные международные проекты. Так, ихтиологические съемки 2015 г. позволили обнаружить концентрации сайки на внешнем шельфе и материковом склоне моря Лаптевых [11].

Из перечисленных морей наиболее богато перспективными промысловыми гидробионтами, по общему мнению исследователей, Чукотское. Наибольшей биологической продуктивностью отличается его юго-западный сектор между островом Врангеля и Беринговым проливом. При траловых съемках здесь попадает 30 видов рыб, наиболее многочисленным из которых является сайка. Для этой рыбы характерны резкие изменения численности. Так, в начале 2000-х гг. научные работы позволили сделать вывод, что ресурсы этой рыбы в Чукотском море находились на достаточно высоком уровне. Однако в дальнейшем произошло резкое сокращение промысловых концентраций сайки. Вместе с тем очевидно, что эта рыба является перспективным объектом промысла. Дальнейшее изучение биологии и динамики численности сайки позволит разработать рекомендации по использованию ее запасов.

Также в Чукотском море в промысловом количестве встречаются мойва, сельдь и некоторые лососи (кета, нерка, чавыча). Численность этих рыб относительно невысока, однако вследствие потепления может увеличиться в ближайшее время, и они будут представлять интерес для экспедиционного промысла.

Кроме рыб, вероятно, перспективны для промысла в Чукотском море ракообразные и моллюски. Периодически в ходе экспедиционных работ обнаруживали плотные скопления краба-стригуна опилио. В некоторые годы фиксировалось большое количество креветок, брюхоногих и двухстворчатых зарывающихся моллюсков. Как уже отмечалось выше, в последние 10–15 лет в Чукотском море стало гораздо больше рыб арктическо-бореального и бореального комплексов, мигрирующих в теплое время года из Берингова моря [12].

В 2019 г. была осуществлена самая масштабная на сегодняшний день трансантарктическая экспедиция на НИС «Профессор Леванидов», в ходе которой были обследованы акватории арктических морей от Анадыря до Мурманска. Отмечен значительный рост численности минтая и краба-стригуна опилио в Чукотском море. Оконтурена восточная граница ареала последнего в Восточно-Сибирском море. Показано, что это море является на сегодня наименее перспективным в рыбохозяйственном отношении из всех арктических морей России. В море Лаптевых концентрации черного палтуса обнаружены практически на протяжении всего материкового склона. В Карском море отмечено широкое расселение краба-стригуна опилио по всей акватории моря. Численность сайки в Карском море в сравнении с последней съемкой 2013 г. существенно возросла, вероятно, по причине перераспределения из Баренцева моря в результате климатических перестроек [13]. В ходе работ были обнаружены некоторые виды рыб за пределами их известных ареалов. Это минтай, синяя зубатка и окунь-клювач, которых раньше в море Лаптевых не ловили [14]. Исходя из полученных результатов, предложено установить ОДУ краба-стригуна опилио в Карском море и минтая – в Чукотском, значительно увеличены допустимые уловы минтая и трески в зоне Чукотская в 2020 г. [15].

Кроме промышленного рыболовства Минвостокразвития совместно с регионами готовит перечень мер для развития аквакультуры в арктической зоне России. При этом учитывается, что тема развития рыбоводства в большей степени актуальна для Карелии, Мурманской и Архангельской областей как наиболее населенных арктических регионов [16].

Таким образом, полученные в научных экспедициях материалы дали возможность сделать вывод, что водные биоресурсы арктических регионов позволяют не только обеспечить стабильный промысел для нужд местного населения, но и вести экспедиционный лов некоторых гидробионтов. Организация рыбного промысла предваряется разбивкой морских секторов и других водоемов того или иного региона государства или конвекционного международного океанического района на промысловые бассейны и зоны. В Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2004 г. включены следующие рыбопромысловые бассейны Российской Федерации: 1) Азово-Черноморский; 2) Байкальский; 3) Волжско-Каспийский; 4) Восточно-Сибирский; 5) Дальневосточный; 6) Западно-Сибирский; 7) Западный; 8) Северный [17]. В каждом из перечисленных бассейнов государственными органами осуществляется разделение на внутри-территориальные участки (зоны и подзоны). Например, схема рыбопромыслового районирования Баренцева моря была разработана в 1974 г. главкомом «Севрыба», а для Дальневосточного бассейна – утверждена приказом МРХ СССР в 1989 г. [18]. Для обеспечения рационального использования водных биоресурсов следует подготовить предложения по разделению арктических акваторий на рыбохозяйственные сектора на основе существующих научных представлений об известных морских экосистемах и популяциях потенциальных промысловых объектов. Как показал опыт Норвегии, товарная аквакультура вполне успешна в арктических природных условиях. Исходя из этого, предлагаемое разделение должно включать не только зоны промышленного рыболовства, но и участки для развития предприятий аквакультуры.

Обширный опыт морской хозяйственной деятельности свидетельствует, что самыми значимыми в экономическом, экологическом и других аспектах отраслями являются промышленное рыболовство и транспортное сообщение. К их воздействию на природные ресурсы прибавляется влияние других отраслей: разработка природных ископаемых, их переработка и перевозка, искусственное выращивание водорослей и гидробионтов, санаторно-курортное направление, поддержание нормального состояния особо охраняемых природных акваторий и прибрежных территорий. Понятно, что комплексная арктическая морехозяйственная деятельность может

эффективно и без вреда для природы планироваться и осуществляться только при использовании современной методики. В качестве таковой передовые в мировой экономике страны применяют на современном этапе морское пространственное планирование (МПП), в основе которого лежит экосистемный принцип регулирования и контроля взаимного влияния природных и антропогенных факторов на акватории [19]. Ознакомление с последовательностью применения МПП показывает возможности постепенного достижения главной цели – создание и поддержание условий эффективной деятельности разных промышленных отраслей, включая промысел водных биоресурсов, нефтегазодобычу и переработку, морской транспорт [20]. Опыт приложения методики морского пространственного планирования для решения хозяйственных задач в Арктике имеется в учреждениях РАН, например в Мурманском морском биологическом институте (ММБИ). Учеными ММБИ осуществлены исследования в целях морехозяйственного районирования Баренцево-Карского региона для разработки стратегического плана интегрированного природопользования [21].

Наша страна должна быть готова к предсказанному освобождению арктических акваторий ото льда и расширению в связи с этим хозяйственной деятельности в морях Северного Ледовитого океана. Поэтому начинать активную подготовку целесообразно уже сейчас. В качестве первого этапа предлагается выделить важные в рыбохозяйственном отношении участки морских акваторий и сопоставить их местоположение с разведанными нефтяными и газовыми месторождениями и трассой Севморпути с применением методики МПП.

Литература

1. Годовые достижения рыбаков подсчитали [Электронный ресурс]. – URL: <https://fishnews.ru/news/38316> (дата обращения: 24.01.2020).
2. Bjornes C., Prestrud P. The state of the poles: climate lessons from the international polar year. – Oslo, Akademika Unipub. Publ. – 2012 – P. 27.
3. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 192 с.
4. Рыболовство в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2013 г. / Н.П. Антонов, Н.В. Кловач, А.М. Орлов, А.В. Датский, В.А. Лепская, В.В. Кузнецов, А.А. Яржомбек, А.А. Абрамов, Д.О. Алексеев, С.И. Моисеев, Н.А. Евсеева, Д.О. Сологуб // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 160. – С. 133–211.
5. Долгов А.В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценоза Баренцева моря: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М.: ВНИРО, 2012. – 48 с.
6. Аннотированный список рыбообразных и рыб бассейна Восточно-Сибирского моря / А.Ф. Кириллов, О.Д. Ансолихова, Ф.Н. Жирков, Л.Н. Карпова, Ю.А. Свешников, Е.В. Бурмистров // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2016. – Вып. 42 – С. 78–87.
7. Специалисты ТИНРО ознакомили коллег с достижениями и планами исследований. – [Электронный ресурс]. – URL: http://www.tinro-center.ru/home/novosti/specialistytinrooznakomili_kollegsdostizeniamiiplanamiissledovaniy (дата обращения: 21.10.2019).
8. Датский А.В. Сырьевая база рыболовства и ее использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 1. Суммарный прогнозируемый и фактический вылов водных биологических ресурсов за период с 2000 по 2015 гг. // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 175. – С. 130–152.
9. Балыкин П.А. Насущные вопросы российского рыболовства // Известия ТИНРО. – Владивосток ТИНРО. – 2011. – Т. 165. – С. 56–64.
10. Балыкин П.А., Болтнев А.И. Актуальные проблемы сохранения и использования водных биоресурсов // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2014. – № 1. – С. 35–39.
11. Результаты комплексных биологических исследований в море Лаптевых в августе-сентябре 2015 г. / И.И. Глебов, В.А. Надточий, А.Б. Савин, А.М. Слабинский, О.Ю. Борилко, Д.Н. Чувльчиков, А.С. Соколов // Известия ТИНРО. – 2016. – Т. 187. – С. 72–88.
12. Глебов И.И. Что могут найти рыбаки в Восточной Арктике? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rybazdes.ru/node/7334> (дата обращения: 24.09.2019).
13. Во ВНИРО состоялось расширенное заседание Ученого совета [Электронный ресурс]. – URL: <http://vniro.ru/ru/novosti/vo-vniro-sostoyalos-rasshirennoe-zasedanie-uchenogo-soveta> (дата обращения: 30.10.19).

14. Чем полезна арктическая рыба [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/29056-chem-polezna-arkticheskaya-ryba> (дата обращения: 7.12.19).
15. Совет директоров рыбохозяйственных НИИ одобрил корректировки ОДУ водных биоресурсов на 2020 год [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/29634-sovet-direktorov-rybokhozyajstvennykh-nii-odobril-korrektirovki-odu-vodnykh-bioresurov-na-2020-god> (дата обращения: 03.02.2020).
16. Опыт марикультуры Дальнего Востока применят в Арктике [Электронный ресурс]. – URL: <https://fishnews.ru/news/38375> (дата обращения: 03.02.2020).
17. *Макоедов А.Н.* Научные основы рыболовства: Учебное пособие. – М.: ООО «Медиа М», 2014. – 464 с.
18. *Варкентин А.И., Сергеева Н.П.* Промысел минтая (*Theragra Halcogramma*) в прикамчатских водах в 2003–2015 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2017. – Вып. 47. – С. 5–45.
19. *Васильев А.М.* Комплексный подход к организации морехозяйственной деятельности в Западной Арктике // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 1 (25). – С. 56–65.
20. *Мякиненков В.М.* Основные подходы к формированию инструментария и методические особенности морского пространственного планирования // Региональное развитие и пространственное планирование территорий. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2013. – С. 99–115.
21. Функциональное зонирование Баренцева и Карского морей [Электронный ресурс] / *В.В. Денисов, С.Л. Дженюк, А.П. Жичкин, Г.В. Ильин.* – URL: <http://barenzevo.arktifik.com/index.php/ekonomika/200-funktsionalnoe-zonirovanie-barentseva-i-karskogo-morej> (дата обращения: 26.04.2019).

УДК 620.19:629.5.023

О.А. Белов, Д.П. Ястребов, А.О. Рогожников, В.А. Швецов, С.А. Зайцев, Б.В. Тарабанов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ КОРПУСОВ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ

Защита судов и кораблей от коррозии является приоритетной государственной задачей. В соответствии с действующими нормативными документами контроль работы систем протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов осуществляется в ручном режиме, однако данный вид контроля отличается высокой трудоемкостью и требует подготовки квалифицированных операторов систем электрохимической защиты от коррозии. Необходимо разработать автоматизированную систему контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов (АСКПЗКС). В результате проведенных нами лабораторных исследований была оценена надежность элементной базы АСКПЗКС и метрологические характеристики результатов контрольных измерений. Затем выполняли натурные коррозионные исследования на судне ПЖС-219 (морской рыбный порт г. Петропавловска-Камчатского). Установлено, что достоверность результатов контроля протекторных систем защиты от коррозии корпусов судов возрастает при использовании автоматизированной системы контроля протекторной защиты.

Ключевые слова: коррозия стальных корпусов судов и кораблей, контроль систем протекторной защиты, контрольные электроды, потенциал корпуса судна, автоматизированная система контроля протекторной защиты.

O.A. Belov, D.P. Yastrebov, A.O. Rogozhnikov, V.A. Shvetsov, S.A. Zaitsev, B.V. Tarabanov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: restart1101@mail.ru*

AUTOMATED FISHING VESSEL HULL PROTECTION MONITORING SYSTEM DEVELOPMENT

Protection of vessels and ships from corrosion is a priority state task. In accordance with the current regulatory documents, the protection system for fishing vessels is monitored manually, but this type of control is highly labor-intensive and requires the training of qualified operators of electrochemical corrosion protection systems. It is necessary to develop an automated fishing vessel hull protection monitoring system (AFVHPMS). Due to our laboratory studies the reliability of element base of AFVHPMS and metrological characteristics of the control measurements results were evaluated. Then field corrosion studies on the vessel FFS-219 (sea fishing port of Petropavlovsk-Kamchatsky) were performed. It is established that the reliability of the results of protection system monitoring from ship hulls corrosion increases when using an automated protection monitoring system.

Key words: corrosion of steel hulls of vessels and ships, protection systems control, control electrodes, ship's hull potential, automated protection monitoring system.

Защита судов и кораблей от коррозии является приоритетной государственной задачей [1–3]. В соответствии с действующими нормативными документами [4–6], контроль работы систем протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов осуществляется в ручном режиме. Однако данный вид контроля отличается высокой трудоемкостью и требует подготовки квалифицированных операторов систем электрохимической защиты от коррозии [7–14]. Поэтому необходимо разработать автоматизированную систему контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов (АСКПЗКС). Цель нашей работы – разработка и внедрение на рыбопромысловых судах автоматизированной системы контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов.

Для достижения поставленной цели авторы разработали автоматизированную систему контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов (АСКПЗКС) и провели лабораторные испытания АСКПЗКС. Структурная схема данного устройства приведена на рис. 1.

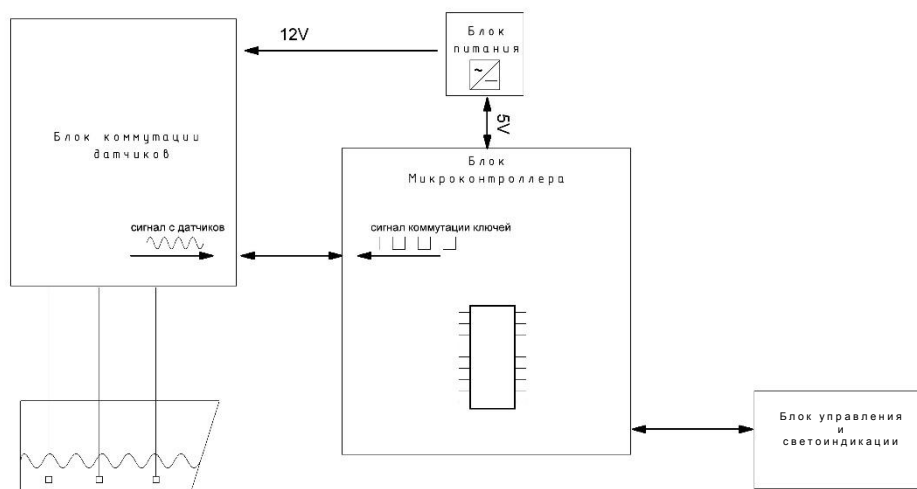


Рис. 1. Структурная схема устройства для контроля защитного потенциала корпуса судна

Лабораторные исследования выполняли с 12.09.19 г. по 25.10.19 г. В результате лабораторных исследований была оценена надежность элементной базы АСКПЗКС и метрологические характеристики результатов контрольных измерений. Затем выполняли натурные коррозионные исследования на судне ПЖС-219. Для выполнения этих исследований использовали электрическую схему, приведенную на рис. 2. Измерения выполняли в соответствии с рекомендациями [7–14] в период времени с 01.12.19 г. по 30.12.19 г. При этом потенциал корпуса контролировали в трех контрольных точках. Измерения потенциала в контрольных точках выполняли с интервалом времени 9 ч, с помощью 6 параллельных измерений. Интервал времени между параллельными измерениями потенциала в контрольных точках составил примерно 5 с. В качестве контрольных электродов использовали электроды собственной конструкции [15], изготовленные из электроугольных изделий (№ 1 и № 2) для электрических машин и хлорсеребряный электрод (№ 3). Данные электроды находятся в эксплуатации более трех лет. Судно находилось в длительном стояночном режиме у причала № 1 морского рыбного порта г. Петропавловска-Камчатского.

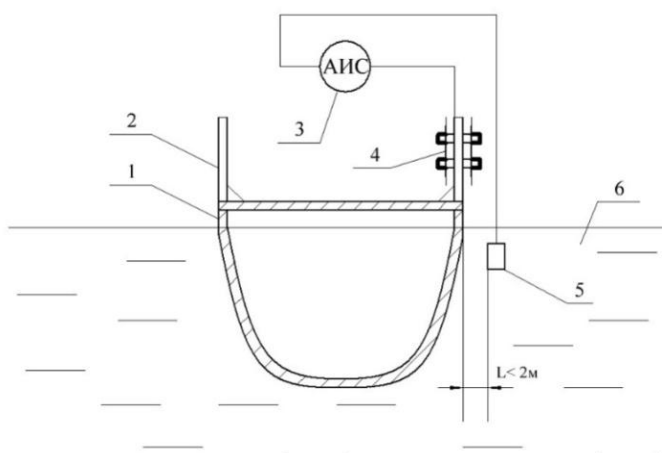


Рис. 2. Схема соединения элементов контрольной электрической цепи, используемой для измерения потенциала корпуса судна:

1 – корпус судна; 2 – фальшиборт судна; 3 – автоматизированная измерительная система (АИС); 4 – прижимной контакт; 5 – электрод сравнения; 6 – морская вода

Результаты натуральных коррозионных исследований приведены на рис. 3.

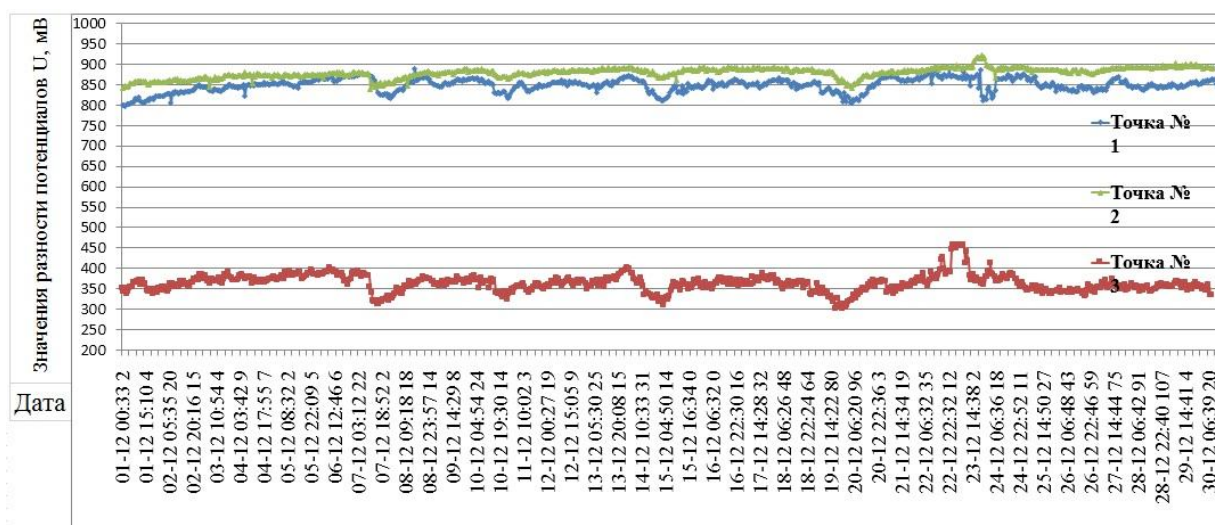


Рис. 3. Динамика изменений потенциала в трех контрольных точках судна ПМ-15 в период с 01.12.2019 по 30.12.2019, полученные с помощью АИС

Из результатов выполненных исследований, приведенных на рис. 3, следует:

1. Потенциал корпуса судна ПЖС-219 в контрольных точках № 1 и 2 соответствует нормативным требованиям [5, 6], т. к. значения потенциала корпуса судна в контрольной точке № 1 изменяются от 800 мВ до 889 мВ и значения потенциала корпуса судна в контрольной в точке № 2 изменяются от 844 мВ до 917 мВ.
2. Потенциал корпуса судна в контрольной точке № 3 не соответствует нормативным требованиям [5, 6], т. к. значения потенциала корпуса судна в контрольной точке № 3 изменяются от 300 мВ до 457 мВ (это обусловлено выходом из строя электрода сравнения).
3. Потенциал корпуса судна в контрольной точке есть величина переменная, т. к. зависит от гидрологических, гидрофизических и технологических факторов.

Достоверность результатов контроля протекторных систем защиты от коррозии корпусов судов возрастает при использовании автоматизированной системы контроля протекторной защиты.

Литература

1. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
2. Швецов В.А., Белов О.А., Белозеров П.А., Шунькин Д.В. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 109 с.
3. Коробцов И.М. Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
4. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200049727> (дата обращения: 07.04.2017).
5. 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: 20.07.2015).
6. ГОСТ 26501-85. Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 7 с.
7. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – Новороссийск, 2017. – № 1 (82). – С. 41–48.

8. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.

9. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – Астрахань, 2017. – Вып. 1. – С. 29–38.

10. Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.

11. Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *В.А. Швецов, П.А. Белозеров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.

12. Обоснование выбора необходимого числа параллельных измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов в контрольной точке / *В.А. Швецов, П.А. Белозеров, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, С.А. Малиновский* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 35. – С. 40–46.

13. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / *В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.

14. 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. Серия: Морская техника и технология. – Астрахань, 2019. – Вып. 4. – С. 39–45.

15. Пат. 153280 Российская Федерация, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Белозёров П.А., Шунькин Д.В., Диденко А.А., Луценко А.А., Коростылёв Д.В., Белавина О.А.*; заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2014142289/28; заявл. 20.10.2014. опубл. 10.07.2015, бюл. № 19.

УДК 639.2.081.323

С.Г. Коростелев^{1,2}, С.В. Рафанов¹, Ю.В. Кисляк¹

¹ *Представительство Всемирного фонда дикой природы в Камчатско-Берингийском экорегионе,
Петропавловск-Камчатский, 683023;*

² *Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: skorostelev@wwf.ru; srafanov@wwf.ru; ykislyak@wwf.ru*

СНИЖЕНИЕ ПРИЛОВА МОРСКИХ ПТИЦ НА ДОННОМ ЯРУСНОМ ПРОМЫСЛЕ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ

Сбор материалов производился на ярусных судах в 2018–2019 гг. во время проведения промысла малоглазого макруруса, трески и палтусов на шельфе и материковом склоне Охотского моря и западной части Берингова моря.

Представлены результаты визуальных наблюдений за поведением морских птиц, их распределение при промысловых операциях судна, анализ эффективности применения одиночных стримерных линий на донном ярусном промысле для отпугивания морских птиц и сокращения их уровня смертности, анализ данных по смертности морских птиц.

В зависимости от района и сезона промысла вокруг судов отмечалось 4–8 видов птиц. Преобладали глупыш (темной и светлой морфы), тихоокеанская и серокрылая чайки, бургомистр, моевка, темноспинный и белоспинный альбатросы. Проведенные исследования подтвердили, что для решения проблемы «морские птицы – ярусное рыболовство» могут с успехом использоваться одиночные стримерные линии. В плане снижения потерь наживы и уровня смертности птиц эти результаты, наряду с данными по частоте попадания птиц на крючки, показывают довольно высокую эффективность одиночных стримерных линий.

Ключевые слова: Берингово и Охотское моря, донный ярусный промысел, морские птицы, одиночные стримерные линии.

S.G. Korostelev^{1,2}, S.V. Rafanov¹, Yu.V. Kislyak¹

¹ *Kamchatka/Bering Sea Ecoregional Office, WWF-Russia,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683023;*

² *Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: skorostelev@wwf.ru; srafanov@wwf.ru; ykislyak@wwf.ru*

SEABIRD BYCATCH REDUCTION AT BOTTOM LONGLINE FISHING IN THE RUSSIAN FAR EAST SEAS

The data collection was conducted onboard longline fishing vessels in 2018–2019 during the fishing of giant grenadier, cod, and halibut in the area of continental shelf and continental margin of the Okhotsk Sea and the western part of the Bering Sea.

The results of seabirds' behavior visual monitoring; seabirds' distribution during fishing operations; analysis of single streamer lines usage effectiveness on bottom longline fishing for repelling seabirds and reducing their mortality rate; analysis of seabird mortality data were presented.

Depending on the region and season of the fishing, 4–8 species of birds were observed around the vessels. Northern fulmars (of both light and dark morph), Slaty-backed gull, Glaucous gull and Glaucous-winged gull, Black-legged kittiwake, Laysan and Short-tailed albatrosses were the most numerous species. The research proved that single streamer lines are an effective solution of the problem of the seabird bycatch at longline fishing. In terms of reducing profit losses and bird mortality, these results, along with data on the frequency of birds being hooked, show a fairly high efficiency of single streamer lines.

Key words: the Bering Sea, the Okhotsk Sea, bottom longline fishing, seabirds, single streamer lines.

Шельф и материковый склон как Охотского моря, так и западной части Берингова моря являются одними из основных промысловых районов, где ведется ярусный лов многих видов

донных рыб – черного и белокорого палтусов, трески, макрурусов, скатов и других сопутствующих видов прилова.

Донные ярусные порядки позволяют успешно работать на разных участках и глубинах, независимо от рельефа, в том числе и на трудных грунтах. За последние годы с освоением районов со сложным рельефом дна значительно выросли уловы рыбы донными ярусами. Главное их достоинство – это селективность изъятия и сохранение донного ландшафта со всеми населяющими его морскими организмами. Ярусный вид промысла высоко рентабелен, так как ориентирован как на внешний, так и на внутренний рынки, экологически «чистый», с возможностью реализации прилова [1].

При постановке и выборке орудий лова у промысловых судов концентрируются морские птицы. При отсутствии специальных отпугивающих средств возможны случаи смертности птиц [2]. Основная цель работы – оценить и сократить прилов морских птиц донными ярусными орудиями лова в Охотском и российской части Берингова морей, тихоокеанских водах Камчатки, включая прилов белоспинного альбатроса, занесенного в международную Красную книгу.

Сбор информации в рейсах проводился научными наблюдателями с применением определителей и атласов рыб и морских птиц [2, 3]. При постановке яруса проводились наблюдения за численностью и поведением морских птиц, их распределением при промысловых операциях судна. Оценивались видовой состав и численность птиц около судна. Атаки птиц на выставяемые крючки документально регистрировались. Для этого при постановке яруса просматривалось определенное количество выставяемых крючков (несколько кассет). Фиксировались атаки различных видов птиц (поэтому они разграничивались по видам), захват ими наживы на крючке, сбивание наживы с крючков, попадание самих птиц на крючки не только при захвате крючка клювом, но и другими частями тела. Просматривались все крючки в наблюдаемых выбранных кассетах, отмечались крючки без наживы (изначально вышедшие с борта судна) и крючки, с которых нажива была удалена птицами, крючки, ушедшие в воду с пойманными птицами. В конце рейса составлялась итоговая таблица.

Учет численности птиц вокруг судна во время постановки яруса проводился в самом начале постановки порядка (перед наблюдением за поведением птиц и сразу после завершения этих наблюдений, т. е. примерно через 10 мин). Учет птиц проводится в полусфере радиусом 100 м от кормы судна. Особо во время промысловых операций проводились визуальные наблюдения с целью регистрации белоспинного альбатроса. С помощью определителей и бинокля обязательно устанавливалась видовая принадлежность альбатроса, замеченного с борта судна. Если был зарегистрирован белоспинный альбатрос, то подробно описывались все детали этого наблюдения: дата, время и координаты, возраст птицы (описание окраски оперения и клюва, указывался номер стадии возраста на ламинированном листе-определителе), чем занято промысловое судно, и каково поведение птицы и ее отношение к постановке/выборке яруса, наличие/отсутствие цветных меток на ногах птицы. По возможности производились фотографирования птиц как вокруг судна, так и погибших.

При работе с ярусными порядками проводился сбор данных по смертности морских птиц. Наблюдателем учитывались все птицы, отмеченные на крючках во время выборки порядков, поставленных как с применением стримерных линий, так и без них. Для каждой птицы определялся вид (с помощью определителя и дополнительных руководств). По возможности отмечалась причина гибели птиц, т. е. чем произошел зацеп – клювом, крылом, лапой, шеей, туловищем.

Все снятые с крючков птицы фотографировались (по возможности с установкой на камере даты и времени суток) таким образом, чтобы можно было перепроверить их видовую принадлежность. У молодых крупных чаек (серебристая, серокрылая, тихоокеанская, бургомистр) было важно отснять голову, спинную поверхность тела и развернутые крылья снизу и сверху. У темноокрашенных буревестников (тонкоклювый и серый) отдельно фотографировалась нижняя сторона крыльев. Данные о фотосъемке фиксировались так, чтобы затем можно было установить, с какого порядка каждая отснятая птица.

При постановке и выборке ярусов собирались данные по результативности действия на снижение смертности птиц одиночных стримеров. Выпуск двойных стримерных линий не производился во избежание аварийных ситуаций, т. к. суда не оборудованы специальными выстрелами. Кроме того выборка буя производилась вручную обычно двумя людьми и требовала значительных физических затрат.

В таблице представлены районы, сроки и продолжительность выполненных работ.

Таблица

Судно	Районы работ	Сроки работ	Продолжительность
ЯМС «Восток-4»	Западно-Беринговоморская зона	12.09–09.12.2018	88 сут
ЯМС «Восток-1»	Северо-Охотоморская, Восточно-Сахалинская, Камчатско-Курильская подзоны	11.04–03.07.2019	84 сут
СРТМ «Юрий Орел»	Северо-Охотоморская подзона	21.09–12.10.2019	22 сут
ЯМС «Восток-5»	Восточно-Сахалинская подзона	10.09–11.1.2019	65 сут
ЯМС «Восток-4»	Западно-Беринговоморская зона	25.09–11.11.2019	48 сут

Рейс ЯМС «Восток-4» в Берингово море 12.09–09.12.2018

При визуальных наблюдениях в данном рейсе в западной части Берингова моря всего было отмечено четыре вида птиц: серокрылая чайка, глупыши (темная и светлая морфа), темноспинный альбатрос и белоспинный альбатрос (в гнездовом наряде).

При наблюдениях за выборкой порядков также осуществлялся подсчет погибших птиц. За весь период рейса было зафиксировано три случая гибели птиц. В основном на крючки попадались глупыши (2 случая), реже – серокрылые чайки (1 случай).

В целом во время донного ярусного промысла ЯМС «Восток-4» в прилове (на ярусе) погибших птиц было отмечено очень мало, что свидетельствует о достаточно высокой эффективности применяемых отпугивающих средств (стримеров), используемых экипажем судна. Частично такая малая встречаемость погибших птиц на ярусных порядках может отражать также относительно низкую численность птиц на конкретных промысловых участках, наличие вблизи от места проведения наблюдений значительного количества добывающего и обрабатывающего флота, привлекающего большую часть морских птиц или высокую степень накормленности птиц именно в данный период времени, а также возможны и другие причины подобного распределения птиц.

Рейс ЯМС «Восток-1» в Охотское море 11.04–03.07.2018

Всего за время рейса ЯМС «Восток-1» было отмечено шесть случаев попадания птиц в ярус. В ярус попадал только один вид птиц – глупыши. Общее количество погибших птиц – 21 экземпляр. Причиной гибели птиц являлось попадание на крючок яруса в попытке сорвать наживу. Всего в течение рейса было проведено 109 наблюдений за птицами. Отмечено восемь видов птиц: глупыш (темной и светлой морфы), тихоокеанская чайка, бургомистр, моевка, темноспинный и белоспинный альбатросы, неопределенные поморник и буревестник.

Глупыш. Наиболее распространенный вид птиц, отмечен в 100% наблюдений в количестве от 10 до 2 400 особей.

Тихоокеанская чайка. Отмечена в 55,6% наблюдений в количестве 1–150 особей.

Моевка. Встречалась в 49,1% наблюдений в количестве 1–30 особей.

Темноспинный альбатрос. Отмечен в 63% наблюдений в количестве 1–150 экземпляров.

Бургомистр. Встречались только единичные особи 15.04.2019 и 24.04.2019.

Белоспинный альбатрос. Замечены единичные особи (не более 2 одновременно) в 12% наблюдений. Всего было 13 случаев обнаружения белоспинных альбатросов.

Поморник (неопределенный). За весь период рейса замечена только 1 особь 13.06.2019.

Буревестник (неопределенный вид). Отмечены 2 экземпляра 27.06.2019.

Количество атак птиц на ярус подсчитывалось за 10 минут отдельно для каждого вида птиц, а для глупыша – отдельно темной и светлой морфы.

Глупыш. Достаточно активно совершали попытки сорвать наживу. Темная морфа совершала от 0,5 до 8 атаки в минуту, светлая морфа – от 0,4 до 5,8 атаки.

Тихоокеанская чайка. Этот вид наиболее активно совершал атаки на ярус – до 11,8 атаки в минуту.

Моевка. Атаковали ярус неактивно – не более 1,2 атаки в минуту.

Темноспинный альбатрос. Попыток сорвать наживу практически не предпринимали – всего до 1 атаки в минуту.

Белоспинный альбатрос. Осуществляли не более 0,1 атаки в минуту.

Атак на ярус бургомистра, поморника и буревестника не отмечено.

Рейс СРТМ «Юрий Орел» в Охотское море 21.09–12.10.2019

При промысле черного палтуса использовался экспериментальный ярусовыборочный комплекс, снабженный устройствами защиты улова от объедания хищниками (разработка специалистов ООО «Морской Бриз», Патент на полезную модель № 190305) [4]. В связи с этим стримерные линии в данном рейсе не использовались. Визуальные наблюдения показали, что применение данного устройства на 100% отпугивает птиц, и не было ни одного попадания птиц на крючки, а также не было влияния на расход наживы. Экспериментальный лов черного палтуса проводился с 28 сентября по 4 октября. Всего за время экспериментального лова отмечено 8 встреч с чайкой тихоокеанской (всего 199 экз.), 8 встреч с глупышом светлой морфы (всего 521 экз.), 8 встреч с глупышом темной морфы (всего 115 экз.), 8 встреч с маевкой (всего 67 экз.), 7 встреч с темноспинным альбатросом (всего 62 экз.), 5 встреч с белоспинным альбатросом (всего 24 экз.). Необходимо отметить, что из общего количества встреченных особей белоспинного альбатроса (24 экз.) 16 экз. были представлены неполовозрелыми особями в пестром промежуточном наряде (стадия 2), а 8 экз. – взрослые особи в окончательном черно-белом наряде (стадия 3).

Во время всех шести ярусопостановок, 5–6 видов птиц наблюдалось только вокруг судна, но атак птиц на крючки с наживкой не наблюдалось. Поэтому в рамках анализа данных по смертности морских птиц не было ни одного попадания птицы на крючки яруса. Причина этого в том, что на каждом поводце с крючком было закреплено устройство защиты улова от объедания хищниками, весом 3 кг. Утяжеленная таким образом хребтина во время постановки моментально уходила под воду; птицы просто не успевали произвести атаку на крючки с наживкой.

В целом необходимо отметить, что уловы экспериментальных ярусопостановок, несмотря на постоянные конструктивные изменения, оказались очень низкими. Ярусный порядок, снабженный устройствами для защиты улова от объедания хищниками, на данном этапе исследований пока не оправдал ожиданий. По-видимому, технология промысла палтуса с использованием данного устройства требует дальнейших конструктивных доработок, которые позволят эффективно облавливать палтус и защищать улов от объедания касатками.

Рейс ЯМС «Восток-5» в Охотское море 10.09–13.11.2019

Всего в течение рейса было проведено 101 наблюдение за птицами. При этом было отмечено 7 видов птиц:

- глупыш темной и светлой морфы – был наиболее распространенным и многочисленным видом при наблюдениях, отмечен в 100% наблюдений в количестве от 25 до 2 180 особей;
- тихоокеанская чайка – на втором месте по встречаемости (93% наблюдений) в количестве от 1 до 1 530 особей;
- моевка – на третьем месте по встречаемости (63,3% наблюдений) в количестве от 5 до 100 особей;
- темноспинный альбатрос – встречался в 53,5% наблюдений в количестве от 10 до 150 особей;
- черноногий альбатрос – отмечен в 12% наблюдений в количестве от 5 до 20 особей;
- белоспинный альбатрос – отмечен в 4,9% наблюдений в количестве от 1 до 3 особей;
- серый буревестник – отмечен в 2,97% наблюдений в количестве от 1 до 3 особей.

Помимо разделения птиц по видам и подсчета их количества, во время постановок ярусных порядков подсчитывались атаки птиц на ярус (попытки сорвать наживу с крючков). Также во время выборок фиксировались случаи попадания птиц на ярус. Хотя другие виды птиц также совершали попытку сорвать наживу с крючков, на крючки ярусных порядков попадался только один вид птиц – глупыш.

Глупыши. Достаточно активно совершали попытки сорвать наживу. Совершали от 0,7 до 5 атак в минуту.

Тихоокеанская чайка. Этот вид наиболее активно совершал атаки на ярус – от 5 до 10 атак в минуту.

Атак на ярус моевки, альбатросов и буревестника не отмечено.

Всего за время рейса было отмечено 12 случаев попадания птиц на ярус. Это были птицы только 1 вида – глупыши. Общее количество погибших птиц – 6 экземпляров. Причиной гибели птиц являлось попадание на крючок яруса в попытке сорвать наживу.

Рейс ЯМС «Восток-4» в Берингово море 25.09–11.11.2019

Всего в течение рейса было проведено 45 наблюдений за птицами. Отмечено 8 видов птиц.

Глупыш светлая морфа. Наиболее распространенный вид птиц, отмечен в 96% наблюдений в количестве от 5 до 700 особей.

Глупыш темная морфа. Также наиболее распространенный вид птиц, отмечен в 98% наблюдений в количестве от 5 до 500 особей.

Тихоокеанская чайка. Отмечена в 64,4% наблюдений в количестве 5–300 особей.

Восточно-сибирская чайка. Отмечена в 60% наблюдений в количестве 5–300 особей.

Серокрылая чайка. Отмечена в 64,4% наблюдений в количестве 5–100 особей.

Бургомистр. Встречался в 31% наблюдений в количестве 5–50 особей.

Моевка. Встречалась в 60% наблюдений в количестве 2–40 особей.

Темноспинный альбатрос. Отмечен в 69% наблюдений в количестве 1–100 экземпляров.

Среднее количество атак разных видов птиц на ярус за минуту составило 16,4.

Наиболее активно совершали попытки сорвать наживу глупыши (и темная, и светлая морфа), наименее активно – темноспинный альбатрос. Случаев обнаружения белоспинных альбатросов не отмечено.

Всего за время рейса было отмечено три случая попадания птиц в ярус – две тихоокеанские чайки и глупыш светлой морфы.

В заключение следует отметить, что применение парных стримерных линий имеет некоторые ограничения, в первую очередь обусловленные сложными погодными условиями и конструктивными особенностями судов. Проведенные исследования подтвердили, что для решения проблемы «морские птицы – ярусное рыболовство» могут с успехом использоваться специальные средства отпугивания птиц – одиночные стримерные линии. В плане снижения потерь наживы и уровня смертности птиц эти результаты, наряду с данными по частоте попадания птиц на крючки, показывают довольно высокую эффективность одиночных стримерных линий.

Экипажами ярусоловов одиночный стример применялся почти при каждой постановке яруса. Во время донного ярусного промысла при использовании одиночной стримерной линии, особенно в тихую погоду и светлое время суток, в прилове (на ярусе) погибших птиц было отмечено очень мало. В штормовую погоду и с наступлением темноты эффект от использования стримера несколько снижался.

Литература

1. Кокорин Н.В. Лов рыбы ярусами. – М., 1994. – 421 с.
2. Артюхин Ю.Б. Морские птицы на донном ярусном промысле в дальневосточных морях России: полевой определитель видов и методы сокращения прилова. – М.: ООО «Типография Пи Квадрат», 2015. – 112 с.
3. Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский остров, 2014. – 336 с.
4. Закшевский А.И. Устройство для защиты улова от объедания хищниками при ярусном промысле [Электронный ресурс]. – URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000190305_20190625_U1_RU/ (дата обращения: 20.02.2020).

УДК 639.27:594.5

Д.Г. Наумов

*Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: hunter.13@mail.ru*

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ

В работе дан обзор исследований поляризационной чувствительности головоногих моллюсков и пространства поляризованного света в морской воде в интересах освоения методов и средств интенсификации промысла кальмаров. В материалах исследований отмечена высокая роль поляризационной чувствительности в поведении головоногих моллюсков. При совершенствовании джиггерного промысла кальмаров на свет следует рассматривать нейрогуморальную регуляцию их поведения, включая поляризационную составляющую искусственного светового поля в общую картину отношений с внешними физическими возмущениями на этом виде промысла.

Ключевые слова: поляризационная чувствительность, головоногие моллюски, кальмар, джиггерные вертикальные яруса.

D.G. Naumov

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail: hunter.13@mail.ru*

RESEARCHES REVIEW OF CEPHALOPODS POLARIZATION SENSITIVITY

The studies of the cephalopods polarization sensitivity and the distribution of polarized light in seawater in order to develop methods and means of squid fishing intensifying were presented in the article. The high role of polarizing sensitivity in the cephalopods behavior was noted in the research materials. When improving the jigger squids fishing for light, one should consider the neurohumoral regulation of their behavior, including the polarization component of the artificial light field into the total picture of relations with external physical disturbances in this type of fishing.

Key words: polarization sensitivity, cephalopods, squid, vertical jigger tiers.

Под оптомоторными реакциями принято понимать безусловное рефлекторное движение животных в зрительном поле. Различают два типа оптомоторных реакций. Первый – движение глаз, головы и туловища. Второй – перемещение животного за движущимися объектами [1]. В настоящее время широко распространен промысел кальмара на свет вертикальными ярусами. Для создания необходимой концентрации и удержания кальмара используется искусственное световое поле. Но для увеличения глубины проникновения светового поля необходимо экспоненциальное увеличение мощности освещения [2].

Известно, что головоногие моллюски способны различать изменение угла поляризации света, т. е. обладают поляризационной чувствительностью. Поляризационная чувствительность является неотъемлемой частью всех визуальных функций головоногих моллюсков [3]. Поляризационная чувствительность определяется как способность различать свет с разной степенью и/или углами поляризации независимо от его относительной яркости и цвета [4].

Распределение поляризованного света под водой зависит от положения солнца (или луны), оптических свойств воды, глубины и отражения от поверхностей, таких как морское дно или поверхность воды. Относительное постоянство спектра угла и степени поляризации подводного света в морской воде используется для ориентации головоногих, ракообразных и некоторых видов рыб, обладающих поляризационной чувствительностью. Также эта способность использует-

ся, чтобы находить добычу и, возможно, для ряда других визуальных задач. Поляризационные рецепторы морских беспозвоночных максимально чувствительны к свету с длиной волны около 500 нм. Спектрально расположены в пределах длин волн, испытывающих минимальный спад поляризации, при распространении света в прозрачной морской воде [5].

Первые работы по использованию в промышленном рыболовстве поляризационной чувствительности кальмара проводились А.И. Полутовым, который выдвинул гипотезу о причине изменчивости поляризационных характеристик в искусственных световых полях, применяемых в промышленном рыболовстве, и ее связи с изменчивостью количества и качества биологической взвеси. Им же была разработана и испытана поляризационная люстра для промысла кальмара. Ее эффективность составила 11%. Также было предложено оснащение кальмароловных судов гирляндами с изменяемым углом поляризации света [6].

При облучении объема морской воды слабополяризованным светом последний, проходя через границу воздух – вода, получает дополнительную поляризацию. При дальнейшем распространении происходит рассеяние света на взвесах как биологического, так и терригенного происхождения, что в свою очередь приводит к поляризации рассеянного излучения. По мере увеличения количества взвеси уменьшается степень поляризации. Если в облучаемом объеме взвесь представлена мелкими формами, соизмеримыми с длиной волны света, рассеяние будет иметь релеевский характер, при этом степень поляризации будет высокой, положение плоскости поляризации достаточно стабильным. С появлением в поле крупных форм планктона поляризационная картина резко изменяется: уменьшается степень и меняется положение плоскости поляризации. При этом основное влияние на положение плоскости будут оказывать крупные формы взвесей биологического происхождения. Так как в отличие от терригенных взвесей и фитопланктона их ориентация относительно падающего излучения постоянно меняется и поляризационные характеристики рассеянного на них света также не остаются постоянными [6].

Для измерения дальности распространения поляризованного света в морской воде была изготовлена мишень, размером 1×1 м. На мишени размещались два поляризационных фильтра, поляризующих свет в горизонтальной и вертикальной плоскостях, лист высоко отражающего деполяризатора и лист пластика, окрашенного в черный цвет. Размер каждого сегмента мишени 0,5×0,5 м. Частичная поляризация уменьшалась экспоненциально в зависимости от расстояния до цели, что привело к снижению частичной поляризации на 50% на расстоянии 1,25–3 м, до 0% на расстоянии 10–15 м, в зависимости от прозрачности воды (от 8 до 40 м). Результаты показывают, что в исследованных типах вод спад поляризации является самым низким в диапазоне 510–580 нм. Навигация, обнаружение добычи и распознавание объектов ограничены расстояниями или глубинами, на которых можно увидеть узоры поляризации. В воде с низкой прозрачностью дальность распространения поляризованного света может превышать прозрачность воды [7].

Обзор строится на исследованиях поляризационной чувствительности различных видов головоногих моллюсков. Поскольку устройство органов зрения головоногих схожи, по мнению автора, их результаты во многом можно перенести на виды, имеющие промысловое значение, например тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*) и кальмар Бартрама (*Ommastrephes bartrami*).

Исследования сетчатки глаз головоногих видов *Sepia plangon*, *Octopus cyanea*, *Sepioteuthis lessoniana* показали, что все три вида обладают структурами, обеспечивающими поляризационную чувствительность, и у каждого вида есть область на сетчатке, содержащая повышенный уровень плотности фоторецепторов в форме полосы у каракатицы и осьминога и пятна в центральной зоне сетчатки у кальмара. В области максимальной плотности количество фоторецепторов составило >87 600 для *Octopus cyanea*, >77 500 для *Sepioteuthis lessoniana*, >62 500 для *Sepia plangon*. Топография распределения фоторецепторов связана с формой зрачка, W-образной для *Sepia plangon*, горизонтально вытянутой для *Octopus cyanea*, U-образной для *Sepioteuthis lessoniana*. Форма зрачка и топология сетчатки исследованных видов связаны со средой их обитания. Зрение осьминогов и каракатиц, большую часть жизни находящихся у дна, адаптировано для лучшего разрешения в горизонтальной плоскости. Зрение кальмара *Sepioteuthis lessoniana* приспособлено для пелагиали [8].

Оптомоторная реакция кальмара *Sepioloidea lineolata* на движущееся поляризованное световое поле была исследована следующим образом. Животное помещалось в цилиндрический резервуар с прозрачными стенками, вокруг которого вращался оптомоторный барабан диаметром 36 см. Использовались три типа барабана. Первый с вертикальными чередующимися черными

и белыми полосами шириной 8° (обычный барабан для исследования оптомоторных реакций). Второй – поляризационный фильтр, ориентированный в вертикальной плоскости (0°), сзади оклеенный белой бумагой (контрольный барабан, для проверки чистоты эксперимента). Третий – набор чередующихся поляризационных фильтров, ориентированных под углами 0°, 45°, 90° и 135°, шириной 8°, сзади оклеенный белой бумагой (экспериментальный барабан). Барабаны предъявлялись поочередно. *Sepioloidea lineolata* в ответ на вращение первого и третьего барабанов продемонстрировал оптомоторные реакции первого типа (движение глаз), при скорости вращения барабана 12 градусов в секунду, что можно объяснить тактикой охоты из засады, характерной для этого донного вида кальмара. Области на сетчатке, содержащие одинаковый уровень плотности фоторецепторов у *Sepioloidea lineolata*, располагались в форме горизонтальной полосы, коррелирующей с горизонтальной щелью зрачка. Количество фоторецепторов в зоне максимальной плотности составило >87 600 [9].

Исследование, выполненное таким же образом для каракатиц видов *Sepia plangon* и *Sepia mestus*, выявило реакции второго типа. Оба вида двигались за вращающимися барабанами первого и третьего типов. То есть следовали за полосой с измененным углом поляризации (относительно соседних полос) и за обычным барабаном для проверки оптомоторных реакций [10].

Чтобы проверить роль поляризационной чувствительности в поведении каракатицы как хищника, было изучено охотничье поведение *Sepia officinalis* путем предъявления движущихся рыб вида *Peprilus triacanthus*. Часть рыб была предъявлена в естественном виде, часть через деполаризующий фильтр (пластины фильтра разворачивались под различным углом друг к другу). Каракатицы отдали предпочтение рыбе (атака совершалась с расстояния больше, чем длина тела каракатицы) с нормальным отражением поляризации, что подтверждает использование поляризационной чувствительности в охотничьем поведении *Sepia officinalis*. Сделан вывод о том, что *Sepia officinalis* использует поляризационную чувствительность, чтобы нейтрализовать защитный камуфляж *Peprilus triacanthus* [11].

Была проведена серия экспериментов, в которых проверялась значимость поляризационного зрения с предъявлением свободно плавающим головоногим моллюскам (*Sepia plangon*, *Sepioloidea lineolata*, *Sepioteuthis lessoniana*) и рыбам (*Chromis viridis*, *Pomacentrus amboinensis*, *Carassius auratus*, *Danio rerio*) надвигающихся и удаляющихся изображений в неполяризованном (черно-белом) и поляризованном виде. Были предъявлены изображения, которые вызывают врожденные реакции (такие как побег от надвигающегося, увеличивающегося в размерах объекта и преследование небольшого удаляющегося объекта, подобного добыче). Отмечались последовательные ответы головоногих к надвигающимся, увеличивающимся в размерах объектам, представленным в неполяризованном (черно-белом) и поляризованном виде. Испытуемые рыбы реагировали на надвигающийся объект в неполяризованном (черно-белом) виде, но не проявляли реакции при предъявлении поляризованного изображения. Головоногие и рыбы не реагировали на небольшой удаляющийся объект, подобный добыче, что может быть связано с его недостаточно привлекательным дизайном для животных. Отсутствие ответа рыб на поляризованные объекты указывает на разницу между головоногими и рыбами с точки зрения поведенческой значимости поляризационного зрения. В то время как головоногие могут использовать поляризованный свет для обнаружения цели и обнаружения хищников, маловероятно, что у рыб роль поляризационного зрения в пищевом поведении столь же высока. Возможно, оно используется в основном для целей навигации и ориентации. Поляризационная чувствительность головоногих моллюсков может работать как достаточный механизм обнаружения, когда другие визуальные сигналы отсутствуют [12].

Исследование поляризационной чувствительности каракатиц вида *Sepia prashadi* и *Sepia pharaonis* проведено в воде с различной степенью прозрачности. Каракатицам были предъявлены надвигающиеся и удаляющиеся обычные и поляризационные изображения в воде различной степени прозрачности. Результаты показали, что обе каракатицы могут использовать поляризационное зрение для обнаружения объектов, таких как хищник. Оба вида с понижением прозрачности воды сильнее реагировали на поляризационное, чем на обычное, изображение объекта. Поляризация может обеспечить более стабильный канал для обнаружения хищника и добычи в условиях недостаточного визуального контраста цели [13].

Исследования показали более высокую роль поляризационной чувствительности в поведении головоногих моллюсков и более низкую рыб. Исследованные головоногие моллюски показали оптомоторные реакции первого и второго типов на поляризационные стимулы, сопостави-

мые с реакциями на обычные стимулы. Следовательно, именно на промысле головоногих моллюсков (кальмаров) на свет следует ожидать наибольший эффект от использования поляризационной чувствительности.

Для увеличения глубины проникновения искусственного светового поля требуется экспоненциальное увеличение мощности освещения, что ведет к непропорциональному, относительно роста улова, наращиванию стоимости расходов на энергообеспечение. Дальность распространения поляризованного света в морской воде достаточна для создания необходимых оптомоторных реакций изменением поляризационной картины искусственного светового поля судна. В воде с низкой прозрачностью значимость поляризационных сигналов растет, поскольку дальность распространения поляризованного света может превышать прозрачность воды. Поляризационная чувствительность головоногих моллюсков может работать как достаточный механизм обнаружения, когда другие визуальные сигналы отсутствуют.

В настоящий момент отсутствуют точные данные о том, какие поляризационные параметры искусственного светового поля несут информацию о количестве и качестве находящейся в нем биологической взвеси.

В интересах промышленного рыболовства требуются исследования реакции промысловых видов на изменчивость поляризационных характеристик в искусственных световых полях, применяемых в промышленном рыболовстве и их связи с изменчивостью количества и качества биологической взвеси.

При совершенствовании джиггерного промысла кальмаров на свет следует рассматривать нейрогуморальную регуляцию их поведения, включая поляризационную составляющую искусственного светового поля в общую картину отношений с внешними физическими возмущениями на этом виде промысла.

Литература

1. Протасов В.Р. Поведение рыб: механизмы ориентации рыб и их использование в рыболовстве. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 265 с.
2. Сидельников И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – С. 45–54.
3. Horvath G. (ed.) Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences // Springer Series in Vision Research 2, Springer-Verlag – Berlin: Heidelberg, 2014. – P. 217–224.
4. Johnsen S. The Optics of Life: A Biologist's Guide to Light in Nature. – Princeton University Press, 2012. – 368 p.
5. Cronin T., Shashar N. The linearly polarized light field in clear, tropical marine waters: spatial and temporal variation of light intensity, degree of polarization and e-vector angle // The Journal of Experimental Biology. – 2001. – № 204. – P. 2461–2467.
6. Полутов А.И. Промысел тихоокеанских кальмаров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 145 с.
7. Shashar N., Sabbah S., Cronin T. Transmission of linearly polarized light in seawater: implications for polarization signaling // The Journal of Experimental Biology. – 2004. – № 207. – P. 3619–3628.
8. Talbot C., Marshall J. The retinal topography of three species of coleoid cephalopod: significance for perception of polarized light // Philos Trans R. Soc. B. – 2011. – № 366. – P. 724–733.
9. Talbot C., Marshall J. Polarization sensitivity and retinal topography of the striped pyjama squid (*Sepioloidea lineolata* – Quoy/Gaimard 1832) // The Journal of Experimental Biology. – 2010. – № 213. – P. 3371–3377.
10. Talbot C., Marshall J. Polarization sensitivity in two species of cuttlefish – *Sepia plangon* (Gray 1849) and *Sepia mestus* (Gray 1849) – demonstrated with polarized optomotor stimuli // The Journal of Experimental Biology. – 2010. – № 213. – P. 3364–3370.
11. Cuttlefish use polarization sensitivity in predation on silvery fish / N. Shashar, R. Hagan, J. Boal, R. Hanlon // Vision Research. – 2000. – № 40. – P. 71–75.
12. Behavioural relevance of polarization sensitivity as a target detection mechanism in cephalopods and fishes / V. Pignatelli, S. Temple, T. Chiou, N. Roberts, S. Collin and N. Marshall // Philos Trans R. Soc. B. – 2011. – № 366. – P. 734–741.
13. Polarization vision can improve object detection in turbid waters by cuttlefish / L. Cartron, N. Josef, A. Lerner, S. McCusker, A. Darmaillac, L. Dickel, N. Shashar // The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 2013. – № 447. – P. 80–85.

УДК 639.3.043:597.552.511

Н.Ф. Окрестина, О.М. Исаева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 638003
e-mail: olisa24@bk.ru*

ПОИСК НАТУРАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ АТТРАКТАНТОВ В РАЦИОНЕ КИЖУЧА (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*)

Методом поведенческого тестирования определена вкусовая привлекательность водных экстрактов пяти пищевых объектов для кижуча (*Oncorhynchus kisutch*). Тестирование выполнено на молоди кижуча длиной тела от 5 до 10 см (TL). Концентрация тестируемых веществ в составе кормовых гранул составляла 300, 500, и 1000 г/л. Выяснено, что использованные экстракты гидробионтов обладают высоко привлекательным вкусом для кижуча, кроме гранул с экстрактом мотыля (индифферентный стимул). Наиболее привлекательными были гранулы с экстрактом креветки во всех использованных концентрациях, поскольку они достоверно повышали уровень потребления гранул до 98%. Гранулы корма, вымоченные в водном экстракте мотыля, имели индифферентный вкус, т. е. их потребление достоверно не отличалось от потребления сухих гранул корма.

Ключевые слова: кижуч, вкусовые предпочтения, пищевое поведение, вкусовые стимулы, аттрактанты.

N.F. Okrestina, O.M. Isaeva

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

SEARCH FOR NATURAL FOOD ATTRACTANTS IN COHO SALMON (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*) DIET

The flavor attraction of five food objects for Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) was determined by the behavior testing method. The testing was directed on juvenile salmon, with the body length 5–10 cm (TL). The concentration of testing substances was 300, 500, and 1000 g/l. It was clearly tested that all of used hydrobionts extracts were highly attractive for Coho Salmon except bloodworm extract (indifferent stimulus). The most attractive granules were the shrimp extract, in all of the used concentrations, with veraciously increasing granules consumption up to 98%. Feed granules that were soaked in water extract of bloodworm had an indifferent flavor, so their consumption was not veraciously different from consumption of another dry food granules.

Key words: Coho Salmon, taste preferences, feeding behavior, gustatory stimulus, attractants.

Выращивание лососевых рыб считается одним из наиболее перспективных направлений аквакультуры. Однако существует проблема создания привлекательных кормовых смесей, которые не только удовлетворяли бы биологическим потребностям рыб, но и являлись вкусовыми стимулами, способными увеличивать поедаемость корма.

Анализ литературы показывает, что многие используемые в настоящее время технологии кормовых добавок используют различные модификации химически синтезированных веществ не только для усиления привлекательности сухих гранулированных кормов, но и для рыболовных приманок. Однако дозировка химической приманки не всегда может привлечь рыбу и создать у нее «аппетитный образ» или заставить съесть гранулированный корм, иногда эффект может быть обратным. С другой стороны, наличие в составе привлекающих приманок отходов переработки объектов морского промысла, биологически активных веществ в их составе показывает их функциональное действие, привлекательность для рыбы и обуславливает необходимость рационального использования морского сырья. Биологически активные вещества, содержащиеся

в тканях отходов крабовой и рыбной обработки, способны повышать пищевую ценность уже существующих гранулированных кормов. Таким образом, разработка технологии использования отходов, получаемых при разделке морских гидробионтов, для производства кормовых добавок, основанная на исследовании вкусовых предпочтений рыб, является крайне актуальной для современной аквакультуры.

Хеморецепция – это способность организмов воспринимать химические стимулы в окружающей среде и реагировать на них с помощью специфических структур – (хеморецепторов). Исследуя вкусовые предпочтения молоди кижуча с помощью методики поведенческих тест-реакций на различные натуральные вкусовые стимулы, можно предположить наличие среди них высокопривлекательных аттрактантов, действие которых будет влиять на пищевую активность рыб. В нашем регионе это особенно актуально, так как есть сырье, которое можно использовать в качестве аттрактантов и таким образом повысить качество кормов и сделать безотходным их производство.

Цель работы – исследовать вкусовую привлекательность натуральных пищевых аттрактантов (животного и растительного происхождения) в рационе кижуча. Это позволит найти эффективные привлекательные вкусовые стимулы среди морских гидробионтов и водорослей, а также проверить возможность использования натуральных аттрактантов в рационе молоди кижуча.

Для приготовления экстракта трех концентраций (300; 500; 1000 г/л), в которых в дальнейшем отмачивали сухой гранулированный корм, использовались чашка Петри, весы, мерная пипетка, отстоянная пресная вода, мерные контейнеры. В течение эксперимента взвешивали гидробионты, затем разминали их в ступке и постепенно смешивали с отстоянной пресной водой до гомогенного состояния. Полученный экстракт хранили в холодильнике не более 1 суток.

В данных экспериментах решено было отойти от классической методики, т. к. в качестве носителя вкусовых веществ использовались не агар-агаровые гранулы [1, 2], а гранулы комбикорма для рыб лососевых видов. Гранулированный корм весьма гигроскопичен, поэтому, чтобы приготовить экспериментальные гранулы, сухой гранулированный корм замачивали в водном экстракте аттрактанта на час перед кормлением рыбы. В экспериментах использовали сухой корм компании «Агро Сервер» стартовый ООО НПК «Далькорм».

Объектами исследования являлись молодь кижуча, в эксперименте участвовало 40 особей длиной от 5 до 10 см, весом от 4,8 до 11 г. Эксперименты проводились в лаборатории КамчатГТУ на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура». Нами была подготовлена система аквариумов из 18 индивидуальных пластиковых аквариумов объемом 6 л и одного общего аквариума объемом 133 л. Эксперименты по изучению вкусовой привлекательности выполнены на 18 особях, которые были посажены в индивидуальные пластиковые аквариумы – отсадники. Сверху аквариумы накрывали крышками с отверстием в центре, через которое рыбам подавали гранулированный корм с экстрактом. Остальные 22 особи были посажены в общий аквариум. Для аэрации воды в аквариумах использовался компрессор. Средняя температура воды за время проведения эксперимента была 8–10°C. Для охлаждения системы аквариумов было применено оборудование в составе трех контуров с проточной водой, изготовленных из гофрированной нержавеющей стали диаметром 15 мм. Для уменьшения теплопотери воды аквариум был изолирован пенофолом. Частичную замену воды в аквариумах производили два раза в неделю. В период проведения экспериментов рыб кормили до насыщения мотылем один раз в день после окончания экспериментов. Один день в неделю рыбы голодали. Перед началом эксперимента по выяснению вкусовых предпочтений молоди кижуча было проведено обучение рыб. Их приучали схватывать вносимый корм. Сначала использовали отдельных личинок хирономид, затем гранулы с экстрактом гидробионтов. Гранулы подавали поштучно с интервалом 10–15 мин. Обучение проходило три дня.

Затем приступали к опытам, в которых регистрировали поведенческую реакцию рыб на вносимую в аквариум гранулу, содержащую экстракт одного из испытываемых компонентов. В качестве контроля использовали сухой гранулированный корм без добавок. В каждом опыте, который начинался с внесения в аквариум гранулы, регистрировали следующие показатели: 1) число актов схватывания внесенной гранулы до момента заглатывания или окончательного отвергания; 2) продолжительность удержания (в секундах) рыбой гранулы во рту при первом схватывании и в течение всего опыта; 3) поедаемость корма, т. е. была съедена или отвергнута схваченная гранула. Момент заглатывания гранулы определяли по завершению характерных

жевательных движений жаберными крышками. Продолжительность удержания рыбой гранулы регистрировали с помощью секундомера [1].

Для изучения вкусовых предпочтений использовались водные экстракты гидробионтов и бурой водоросли *Saccharina bongardiana* (слоевище и стволик), креветка северный чилим (*Pandalus borealis*), личинки мотыля (сем. Chironomidae), краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*).

Для количественной оценки вкусового предпочтения веществ, содержащихся в грануле, рассчитывали индекс вкусовой привлекательности по формуле [1, 2]:

$$ind_{pal} = \frac{R - C}{R + C} \cdot 100,$$

где R – число заглоченных гранул с веществом, %; C – число заглоченных контрольных гранул, % [1]. Статистический анализ результатов осуществлен с использованием t -критерия Стьюдента.

Всего проведено 1 669 опытов по поиску эффективных привлекательных вкусовых стимулов среди морских гидробионтов и водорослей в рационе молоди кижуча (табл.).

Таблица

Вкусовые предпочтения и динамика вкусовой привлекательности кижуча на водные экстракты морских гидробионтов

Раздражитель	Концентрация, г/л	Потребление гранул, %	Индекс вкусовой привлекательности (ИВП), %	Число актов схватывания	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
					После 1-го схватывания, с	Длительность опыта, с	
Креветка северный чилим <i>Pandalus borealis</i>	300	98,0 ± 0,0 ***	13,4	1,0 ± 0,0***	7,9 ± 0,6	8,4 ± 0,8*	106
	500	97,1 ± 0,0***	12,9	1,1 ± 0,1**	7,7 ± 0,5	9,0 ± 0,8	105
	1000	97,2 ± 0,0***	13,0	1,1 ± 0,1**	7,07 ± 0,5	7,7 ± 0,7**	106
Краб-стригун опилио <i>Chionoecetes opilio</i>	300	94,4 ± 0,0***	11,5	1,1 ± 0,1**	5,3 ± 0,5***	6,5 ± 0,9***	89
	500	93,3 ± 0,0***	10,9	1,1 ± 0,0***	5,1 ± 0,4***	6,3 ± 0,7***	89
	1000	91,0 ± 0,0**	9,7	1,1 ± 0,0***	5,1 ± 0,4***	5,5 ± 0,4***	89
Слоевище водоросли <i>Saccharina bongardiana</i>	300	92,0 ± 0,0***	10,2	1,0 ± 0,1***	9,5 ± 0,9	11,8 ± 1,5	88
	500	92,1 ± 0,0***	12,0	1,1 ± 0,1**	8,4 ± 0,7	10,4 ± 1,1	89
	1000	90,8 ± 0,0**	9,6	1,0 ± 0,0***	9,4 ± 1,1	9,9 ± 1,1	87
Стволик водоросли <i>Saccharina bongardiana</i>	300	93,5 ± 0,0***	11,0	1,0 ± 0,0***	9,0 ± 1,1	9,1 ± 1,1	89
	500	93,2 ± 0,0***	10,9	1,0 ± 0,0***	7,4 ± 0,1	8,1 ± 0,6**	88
	1000	91,8 ± 0,0***	10,1	1,0 ± 0,0***	7,9 ± 0,5	8,4 ± 0,6*	85
Мотыль сем. Chironomidae	300	74,8 ± 0,0	- 0,07	1,1 ± 0,1	8,9 ± 0,7	10,4 ± 1,0	115
	500	81,0 ± 0,0	3,9	1,1 ± 0,0**	9,1 ± 0,7	10,1 ± 0,8	116
	1000	82,6 ± 0,0	4,8	1,0 ± 0,0***	7,2 ± 0,4	7,4 ± 0,4***	121
Контроль	–	74,9 ± 0,0	–	1,4 ± 0,1	7,9 ± 0,4	10,8 ± 0,8	207

Примечание. Концентрация экстракта выражена в г/л.

*, **, *** – достоверность отличия от контроля соответственно $p < 0,05$; 0,01; 0,001.

Эксперименты показали, что наиболее привлекательными были гранулы, содержащие экстракт креветки в концентрации 300 г/л. Их потребление составило 98%, индекс вкусовой привлекательности (ИВП) – 13,4%, число схватываний было в среднем одно, и общая продолжительность удержания гранулы составила 8,4 с. При тестировании гранул с экстрактом креветки (500 г/л) выяснилось, что поедаемость составляет 97,1%, ИВП – 12,9%, при этом количество схватываний не изменилось, а общее время удержания гранулы составило 9 секунд. В серии опытов с гранулами с экстрактом креветки (в концентрации 1 000 г/л) выяснилось, что поедаемость составляет 97,2%, ИВП – 13%, число схватываний в среднем – 1,1, общая продолжительность удержания гранулы – 7,7 с (см. табл.).

При тестировании гранул с добавлением водного экстракта краба опилио было показано, что при концентрации экстракта краба 300 г/л поедаемость гранул составила 94,4%, ИВП – 11,5%, число схватываний в среднем было 1,1, продолжительность удержания гранулы 6,5 с. При повышении концентрации экстракта краба (500 г/л) поедаемость гранул снизилась до 93,3%, ИВП – 10,9%, число схватываний осталось без изменений, общая продолжительность удержания гранулы составила 6,3 с. В следующей серии опытов (концентрация 1 000 г/л) поедаемость гранул еще

снизилась до 91%, ИВП – 9,7%, число схватываний осталось неизменным, как и в предыдущих опытных сериях, общая продолжительность удержания гранулы составила 5,5 с (см. табл.).

Анализ литературы показал, что химический состав ламинариевых водорослей неоднороден, поскольку они способны накапливать химические вещества в разных частях таллома и в различных концентрациях [3]. Исследование гранул, вымоченных в экстракте *Saccharina bongardiana*, показало вкусовую неоднородность восприятия рыбами разных частей водоросли. При концентрации экстракта слоевища водоросли (300 г/л) поедаемость гранул составила 92%, ИВП – 10,2%, число схватываний в среднем – 1, общая продолжительность удержания гранулы в среднем составила 10,4 с; при повышении концентрации экстракта (500 г/л) поедаемость гранул не изменилась (92,1%), ИВП повысилось до 12%, число схватываний было в среднем 1,1, общая продолжительность удержания гранулы составила 10,4 с при концентрации 1 000 г/л поедаемость гранул упала до 90,8%, ИВП также снизился до 9,6%, число схватываний в среднем – 1,0, продолжительность удержания гранулы – 9,9 с (см. табл.).

Эксперименты по исследованию вкусовой привлекательности стволика *Saccharina bongardiana* показали, что наиболее эффективной была самая низкая концентрация экстракта (300 г/л) – поедаемость гранул составила 93,5%, ИВП – 11%, число схватываний – 1, время тестирования гранулы в ротовой полости – 9,1 с; при повышении концентрации (500 г/л) поедаемость гранул снизилась до 93,2%, ИВП – 10,9%, общая продолжительность удержания гранулы – 8,1 с (см. табл.).

Дальнейшее повышение концентрации (1 000 г/л) экстракта привело к резкому достоверному падению потребления кормовых гранул до 91,8%, индекс вкусовой привлекательности (ИВП) также упал до 10,1%, время общего удержания гранулы в ротовой полости сократилось до 8,4 с (см. табл.).

Исследование вкусовой привлекательности гранул с экстрактом личинок мотыля показало индифферентное отношение кижуча к данному виду аттрактантов, при концентрации мотыля 300 г/л его поедаемость составила около 74,8% и достоверно не отличалась от потребления контрольных гранул. Индекс вкусовой привлекательности (ИВП) был отрицательным (–0,07%), число схватываний в среднем составляло 1, общая продолжительность удержания гранулы – 10,4 с. При повышении концентрации мотыля до 500 г/л потребление гранул также повысилось до 81%, ИВП составил 3,9%, число схватываний осталось прежним – 1,1, общая продолжительность тестирования гранулы в ротовой полости составила 10,1 с. Максимальная концентрации (1 000 г/л) повысила поедаемость гранул кижучем до 82,6%, ИВП был максимальным в этой серии опытов (4,8%), число схватываний не изменилось, время общего тестирования гранулы уменьшилось до 7,4 с (см. табл.).

Таким образом, экстракты морских гидробионтов и ламинарии при добавлении в сухой корм способны повышать его поедаемость, и этот эффект достоверно выше, чем у контрольных гранул. Тем самым решается проблема эффективности практического использования комбикормов, так как при повышении вкусовой привлекательности корма увеличивается его потребляемость и сводятся к минимуму непроизводительные потери [2].

В результате проведения экспериментов был получен материал, анализ которого позволил заключить, что наиболее эффективными как пищевой аттрактант были экстракты из креветки с концентрацией 300 и 1 000 г/л, поедаемость гранул с которыми достоверно повышалась до 98 и 97,2% соответственно. Также экстракт из краба с концентрацией 300 г/л, достоверно повышал поедаемость до 94,4% (см. табл.).

При анализе полученных в ходе экспериментов данных (см. табл.) видно, что в среднем происходит одно схватывание гранул с экстрактами, это показывает, что молодь кижуча сразу, после однократного тестирования, принимает решение о привлекательности гранулы. В литературе описаны различные сценарии кормления и показано, что рыбы-реофилы не склонны к многократным схватываниям добычи, они не совершают повторных схватываний, потому что отказ от уже схваченного объекта может закончиться его полной потерей из-за сноса потоком воды [4].

Анализируя еще один фактор поведенческого ответа, а именно продолжительность удержания гранулы во рту, можно отметить, что кратчайшее время тестирования имеют гранулы с экстрактом краба, то есть молодь кижуча способна очень быстро принять окончательное решение о потреблении или отвергании пищевого объекта.

В исследованиях других авторов [1–2, 4] подтверждается, что продолжительность первого и суммарного удержания объектов с максимальным уровнем вкусовой привлекательности на-

много короче, чем время удержания объектов с невысокими вкусовыми свойствами. На распознавание вкусовых качеств привлекательного объекта и принятие адекватного решения рыбам требуется меньше времени, чем на индифферентные стимулы с неотчетливым вкусом [1–2, 4]. Из литературных источников известно, что в мясе краба содержится более 82,5% влаги, 0,2–1,4% липидов, 11,6–19,2% белка, 1,2–2,2% золы. Мясо краба также содержит больше незаменимых аминокислот, чем мясо рыб, в нем присутствует большое количество гликогена (в камчатском крабе – до 2,4%), что придает ему приятный сладковатый вкус [5]. По сравнению с другими продуктами питания растительного и животного происхождения оно выгодно отличается высоким уровнем витаминов группы В, биологически активного магния, фосфора, серы, высоким содержанием меди [5]. В наших экспериментах прослеживается тенденция, когда при потреблении рыбами корма с экстрактом краба опилио время внутриротового тестирования гранул было ниже, чем при поедании корма с более привлекательным экстрактом креветок. В этом случае можно предположить, что в случае с крабом оценивает не вкусовые вещества корма, а биологически активные вещества, содержащиеся в сырье (хитозан, аминокислоты, гликоген и т. д.). Именно эти вещества могут достоверно снижать время тестирования гранул, однако это утверждение требует дальнейшего изучения.

Таким образом, наши исследования показали, что использованные экстракты гидробионтов обладают высоко привлекательным вкусом для кижуча, кроме гранул с экстрактом мотыля (индифферентный стимул). Наиболее эффективные привлекательные вкусовые стимулы имели гранулы с экстрактом креветки во всех использованных концентрациях, они достоверно повышали уровень потребления гранул до 98%. Гранулы корма, выдержанные в водном экстракте мотыля, имели индифферентный вкус, т. е. их потребление достоверно не отличалось от потребления сухих гранул корма.

Полученные результаты показали, что натуральные кормовые объекты (морские гидробионты) можно использовать в качестве аттрактантов, усиливающих потребление и оросенсорную привлекательность искусственных гранулированных кормов.

Авторы выражают благодарность Пушкареву Андрею Ивановичу, студенту 3 курса технологического факультета Камчатского государственного технического университета, за помощь в организации технической части экспериментов.

Литература

1. Касумян А.О., Прокопова О.М. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tincatinca* (Cyprinidae) // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 670–685.
2. Исследование запаховых и вкусовых свойств компонентов комбикормов для молоди севрюги / А.О. Касумян, А.А. Кажлаев, С.С. Сидоров, Н.И. Пащенко // Рыбное хозяйство: Сб. – М.: ВНИЭРХ, 1992. – С. 21–34.
3. Химический состав *Laminaria bongardiana* из Авачинского залива / Е.И. Кальченко, Н.М. Амина, О.Н. Гурулева, Т.И. Вишневская, М.И. Юрьева // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 347–354.
4. Касумян А.О. Оценка рыбами объектов питания с помощью внутриротовой рецепции: поведенческие и физиологические аспекты // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Программа фундаментальных исследований на 2009–2011 гг.: «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» / Петрозаводск: Отделение биологических наук РАН, Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН. – 2010. – Т. I. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. – С. 74–79.
5. Краб, полезные свойства [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ffedaplus.info%2Fproduce%2Fcrab.html> (дата обращения: 20.02.2020).

УДК 639.2.06

Б.В. Тарабанов, Г.В. Кузнецов, А.П. Ушакевич

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: bodia-2094@mail.ru*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ УПАКОВОЧНОЙ ЛИНИИ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА СУДНА БМРТ «МЕХАНИК КОВТУН»

Одной из актуальных проблем рыбопромыслового флота является повышение производительности линии для упаковки мороженой продукции. В статье предложен способ повышения производительности упаковочных линий за счет модернизации электропривода линии. Показано, что модернизация электропривода упаковочных линий судна типа БМРТ позволяет повысить их производительность на 5,7%. Кроме того, улучшаются условия труда оператора упаковочной линии. Технические решения, обеспечивающие модернизацию упаковочных линий, внедрены на судне БМРТ «Механик Ковтун». Внедрение этих решений не вызвало у экипажа технических, финансовых и организационных затруднений.

Ключевые слова: рыбопромысловый флот, линия для упаковки мороженой продукции, электропривод линий, модернизация электропривода.

B.V. Tarabanov, G.V. Kuznetsov, A.P. Ushakevitch

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: bodia-2094@mail.ru*

ELECTRICAL EQUIPMENT PACKAGING LINE IMPROVEMENT OF FISH PROCESSING PLANT ON FREEZER TRAWLER "MECHANIC KOVTUN"

One of the priorities of the fishing fleet is to increase the productivity of the line for packaging frozen products. The way to increase the productivity of packaging lines by upgrading the electric drive of the line was suggested. It is shown that the modernization of the electric drive of packaging machines on the freezer trawler allows to increase their productivity by 5,7%. In addition, the working conditions of the packaging line operator are improved. Technical solutions for the modernization of packaging lines were introduced on the freezer trawler "Mechanic Kovtun". The implementation of these solutions did not cause the crew technical, financial and organizational difficulties.

Key words: fishing fleet, frozen product packaging line, electric drive of lines, electric drive modernization.

Совершенствование электрооборудования рыбопромысловых судов является актуальной задачей исследований в области совершенствования судового электрооборудования [1–4]. Однако вопрос модернизации электроприводов судовых упаковочных линий до настоящего времени не решен. Руководствуясь требованиями к развитию рыбохозяйственного комплекса Камчатского края, авторы настоящей статьи приступили к совершенствованию электрооборудования упаковочных линий на судах типа БМРТ зарубежной постройки, входящих в состав камчатского рыбопромыслового флота. Совершенствование данного оборудования основано на результатах теоретических исследований электропривода судовых упаковочных линий [5] и на практическом опыте авторов статьи, приобретенном за время работы (2,5 года) на судах компании АО «Акрос». Следует отметить, что модернизация судовых упаковочных линий на судах зарубежной постройки осуществляется впервые в камчатском рыбопромысловом флоте. Наша работа имеет практический интерес в области совершенствования электрооборудования упаковочных линий рыбопромысловых судов.

Упаковочная линия Afak Technik BV используется на рыбопромысловых судах для автоматической упаковки мороженой продукции. Данная упаковочная линия эксплуатируется на БМРТ «Механик Ковтун». Схема упаковочной линии Afak Technik BV приведена на рис. 1.

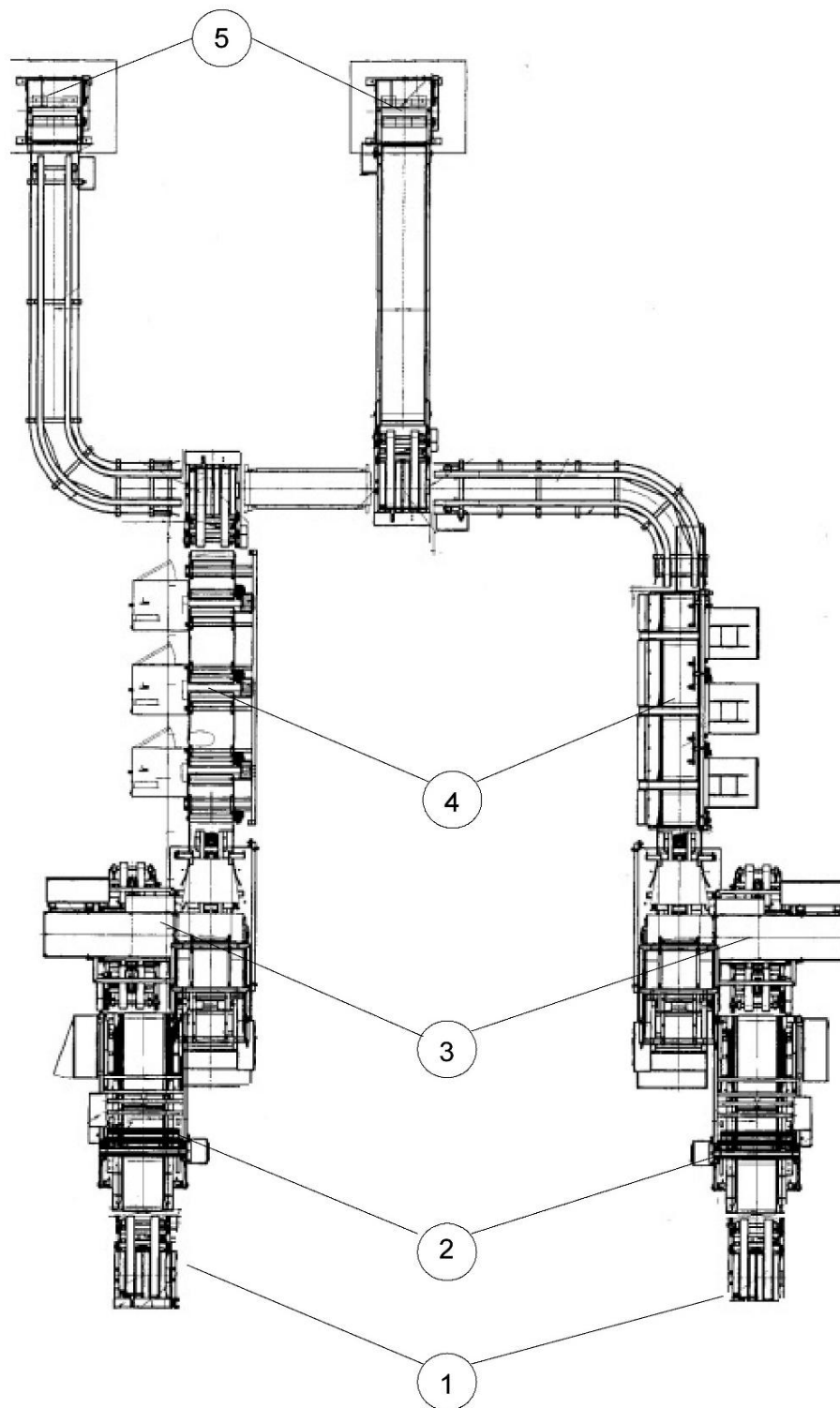


Рис.1. Схема упаковочной линии Afak Technik BV: 1 – поступление мороженных блоков от морозильных шкафов; 2 – упаковка блоков в целлофановую пленку; 3 – упаковка по 2 блока в картонную коробку; 4 – обтягивание полипропиленовой стреп-лентой; 5 – отправка упакованной продукции в морозильный трюм

В качестве объекта модернизации авторы выбрали конвейер подачи блока мороженой рыбы. Данный объект модернизации приведен на рис. 2 и 3, его технические характеристики приведены в табл. 1.

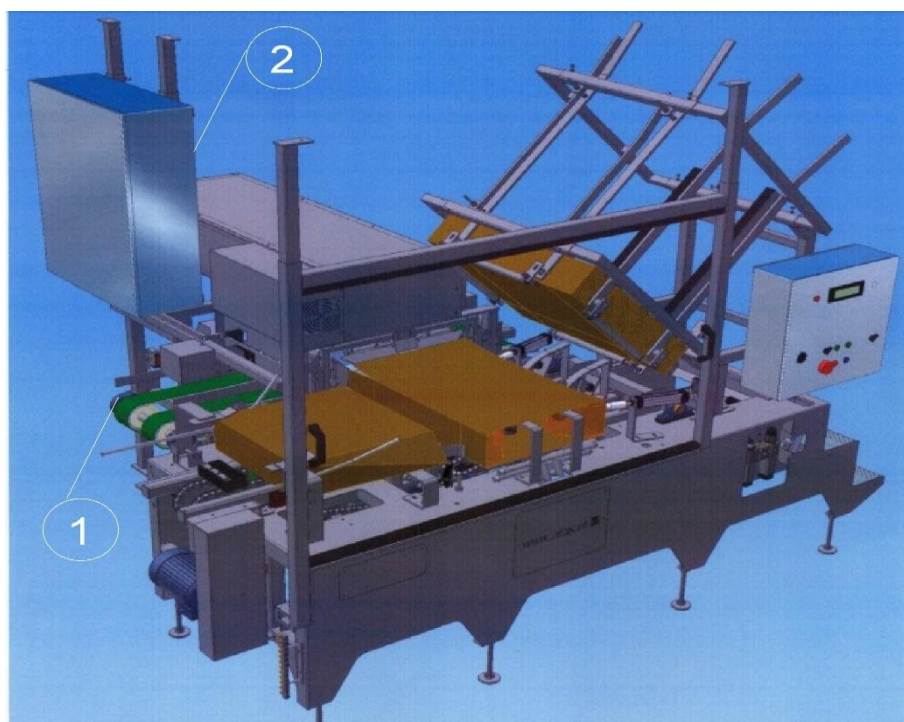


Рис. 2. Узел подачи блока замороженной рыбы (общий вид): 1 – конвейер подачи блока мороженой рыбы, который подлежит модернизации; 2 – электроцит управления машины для упаковки блоков мороженой рыбы в картонные коробки

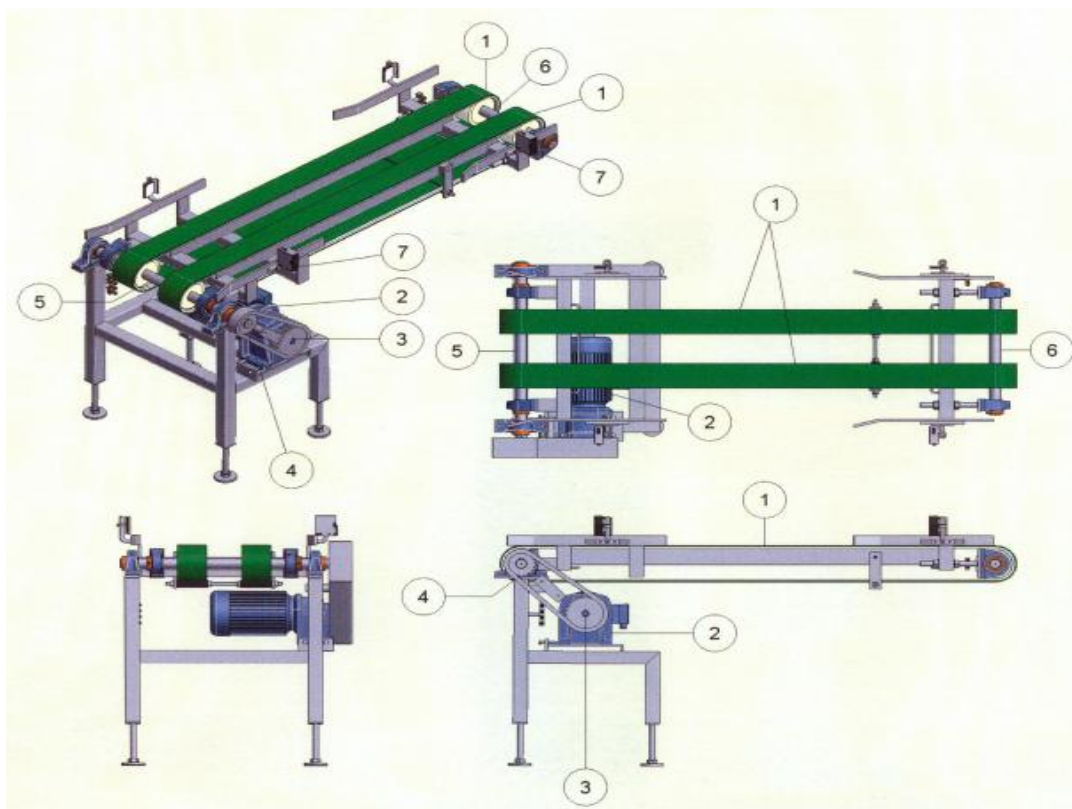


Рис. 3. Конвейер подачи блока мороженой рыбы, электропривод который подлежит модернизации (общий вид)

**Технические характеристики конвейера подачи блока мороженой рыбы
(для конвейера подачи блока мороженой рыбы выполнена модернизация)**

№ элемента	Тип элемента	Описание
1	Конвейерная лента ПВХ	2R sg-O FS серый $L = 3700 \text{ mm}$ $Br = 100 \text{ mm}$ endless 2 направляющих хода 13×8 пространство между 74 mm
2	Электродвигатель	G22-90S4 1,1kW 380V-50Hz IP56 $n = 58 \text{ rpm}$
3	Цепное колесо (мотор)	$3/4"0$ $Z = 23$ shaft 025
4	Цепное колесо (вал)	$3/4"0$ $Z=15$ shaft 040
5	SS приводной вал нейлоновый роликовый подшипник	$D = 40$ $L = 780 \text{ mm}$ $D = 0140$ $Br = 76 \text{ mm}$ вал 040 RASE 40 + корпус + кольцо RSHE 40 + корпус + кольцо
6	SS холостой вал нейлоновый роликовый подшипник	$D = 40$ $L = 540 \text{ mm}$ $D = 40$ $Br = 76 \text{ mm}$ вал $D = 40$ RSHE 40 + корпус + кольцо
7	Фотоэлемент	E3JM-R4M4-G

Выбор этого объекта модернизации обусловлен следующими причинами:

– существенным недостатком данной упаковочной системы является недостаточно высокая производительность упаковочной линии Afak Techniek BV (опробировано на судне БМРТ «Механик Ковтун»);

– существующая схема электропривода не позволяет увеличить производительность упаковочной линии Afak Techniek BV.

Для повышения производительности линии авторы предлагают увеличить скорость ее движения. Для этого в схеме электропривода подачи блока мороженой рыбы предлагается использовать новый схемный элемент – частотный преобразователь LSIG5A, при этом его необходимо запрограммировать определенным образом. Внедрение этих технических решений привело к следующим положительным результатам:

- возросла скорость движения линии, следовательно, и ее производительность;
- блоки замороженной рыбы перестали проскальзывать и застревать на линии, не доходя до нужной точки, вследствие чего отпала необходимость периодически останавливать всю линию;
- все это привело к повышению производительности одной упаковочной линии на 10 т в сутки.

Следует отметить, что в соответствии с формулой:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot (1 - s),$$

где n – число оборотов в минуту; f – частота сети; p – число пар полюсов; s – скольжение, скорость конвейера подачи блока мороженой рыбы увеличилась на 60%. Это является существенным изменением в режиме работы упаковочной линии.

На заводе БМРТ «Механик Ковтун» находятся две упаковочные линии, поэтому при их модернизации производительность завода увеличилась на 20 т в сутки (на 5,7%). Сравнительные технико-экономические показатели работы упаковочной линии до модернизации и после ее модернизации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные технико-экономические показатели упаковочной линии

Название показателя	До модернизации	После модернизации
Количество мороженой продукции в сутки, т	350 000	370 000
Средний вес ящика, кг	22,7	22,7
Общее количество ящиков с двух линий в сутки	15 418	16 300
С линии Л.Б., кол-во ящ.	7 709	8 150
С линии П.Б., кол-во ящ.	7 709	8 150

Модернизация упаковочных линий Afak Techniek BV завода БМРТ «Механик Ковтун» была выполнена 8 октября 2019 г. До настоящего времени (10 марта 2020 г.) линии Afak Techniek BV эксплуатируются в новом режиме, при этом у экипажа не возникает технических и организационных проблем.

Предполагаемый авторами способ модернизации упаковочной линии Afak Techniek BV привел к следующим результатам:

1. Впервые на рыбопромысловых судах камчатского флота усовершенствована упаковочная линия Afak Techniek BV.

2. Увеличилась производительность линий для упаковки мороженой продукции на рыбопромысловом судне БМРТ «Механик Ковтун» на 5,7% в сутки.

3. Совершенствование электропривода линий Afak Techniek BV для упаковки мороженой рыбной продукции позволило улучшить условия труда оператора данной упаковочной линии.

Авторы выражают благодарность Владимиру Алексеевичу Швецову, доктору химических наук, доценту, профессору кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов», за ценные консультации при разработке технических решений по модернизации упаковочных линий судна БМРТ «Механик Ковтун».

Литература

1. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей / *В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин*. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. – 108 с.

2. Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского государственного технического университета серия Морская техника и технология. – 2014. – Вып. 4 (ноябрь) – С. 7–12.

3. Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *В.А. Швецов, П.А. Белозеров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.

4. Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылев, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.

5. *Бурков А.Ф.* Судовые электроприводы: Учебник. – СПб: Лань, 2019. – 372 с.

УДК 621.313.322

С.Ю. Труднев

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

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

В материалах описана структурная схема работы электроэнергетической системы. Разработана компьютерная модель энергетической системы. Отражена структура работы синхронного генератора. Представлена математическая модель синхронного генератора. Смоделировано динамическое возмущение. Поставлена проблема компенсации провала напряжения. Предложено техническое решение компенсации провала напряжения электроэнергетической системы.

Ключевые слова: модель, электроэнергетическая система, синхронный генератор, провал напряжения.

S.Yu. Trudnev

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

ELECTRIC POWER SYSTEM CHARACTERISTICS IMPROVING BY ADDITIONAL POWER SOURCE INTRODUCING

The structural scheme of electric power system operation was described. A computer model of the energy system has been developed. The structure of the synchronous generator operation was positioned. A mathematical model of synchronous generator was presented. A dynamic perturbation was modeled. The problem of compensation for voltage undershoots was stated. A technical solution for compensating the electric power system voltage undershoots was proposed.

Key words: model, electric power system, alternator, voltage undershoots.

Электроэнергетическая система (рис. 1) является сложным электротехническим объектом, включающим в себя комплекс различного оборудования, обеспечивающего взаимодействия источника и потребителя. За последние сто лет основным источником большинства электроэнергетических систем (ЭЭС) является синхронный генератор, приводимый во вращение первичным двигателем (двигатель внутреннего сгорания, турбина, лопасть и т. д.). Для работы синхронного генератора [1] необходима как электрическая, так и механическая энергия, поэтому исследование работы синхронного генератора в составе электроэнергетической системы сопровождается отслеживанием электрических и механических параметров.

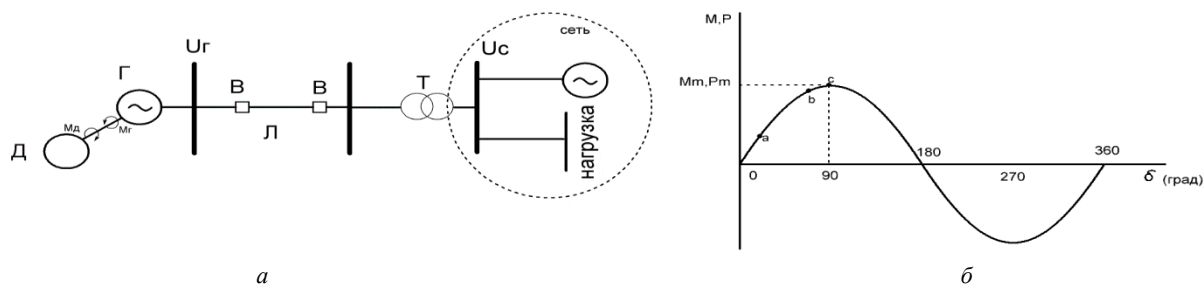


Рис. 1. Электроэнергетическая система: а – структурная схема; б – электрический параметр

Работа всех элементов ЭЭС имеет математическую модель [1–3]:

$$\begin{aligned}
 1. & p\psi_d = \omega \cdot U_d + R \cdot \omega \cdot i_d - \omega \cdot v \cdot \psi_q; \\
 2. & p\psi_q = -\omega \cdot U_q - R \cdot \omega \cdot i_q + \omega \cdot v \cdot \psi_d; \\
 3. & p\psi_f = \frac{1}{T_f} U_f - \frac{1}{T_f} i_f; \\
 4. & p\psi_{\varepsilon d} = -\frac{1}{T_{\varepsilon d}} i_{\varepsilon d}; \\
 5. & p\psi_{\varepsilon q} = -\frac{1}{T_{\varepsilon q}} i_{\varepsilon q}; \\
 6. & p\omega = (M_T - M_{\varepsilon}) \frac{1}{T_{ar}}; \\
 7. & i_f = \psi_d + x_d \cdot i_d - i_{\varepsilon d}; \\
 8. & i_d = \frac{1}{x_d \cdot \mu_d} (i_f - \psi_f + q_1 i_{\varepsilon d}); \\
 9. & i_q = \frac{1}{x_q} (\psi_q + i_{\varepsilon q}); \\
 10. & i_{\varepsilon q} = -\mu_q x_q i_q + \psi_{\varepsilon q}; \\
 11. & i_{\varepsilon d} = \psi_{\varepsilon d} - q_2 i_f + \mu'_d x_d \psi_d
 \end{aligned}$$

Анализируя параметры математического описания ЭЭС, можно сделать вывод, что одним из недостатков работы синхронного генератора является его инертность, следствием которой являются провалы по параметру частоты ω и выходного напряжения U . Для подробного анализа работы ЭЭС в программе *Matlab* была создана компьютерная модель работы синхронного генератора на активно-индуктивную нагрузку (рис. 2).

Модель состоит из четырех блоков:

- 1 – синхронный генератор;
- 2 – дизель;
- 3 – активная нагрузка;
- 4 – измерительные приборы.

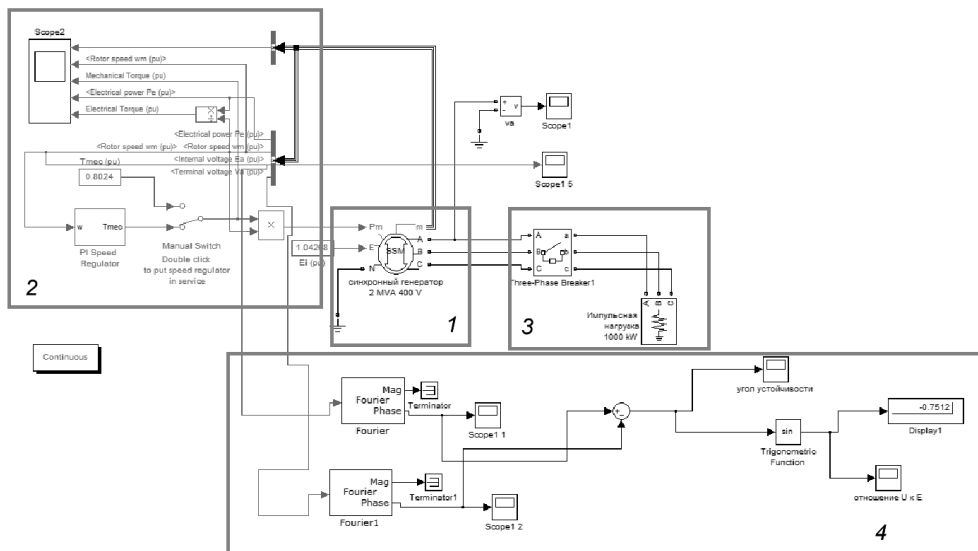


Рис. 2. Компьютерная Модель ЭЭС: 1 – синхронный генератор; 2 – дизель; 3 – активная нагрузка; 4 – измерительные приборы

Путем импульсного подключения активной нагрузки к шинам синхронного генератора был получен электрический сигнал, изображенный на рис. 3.

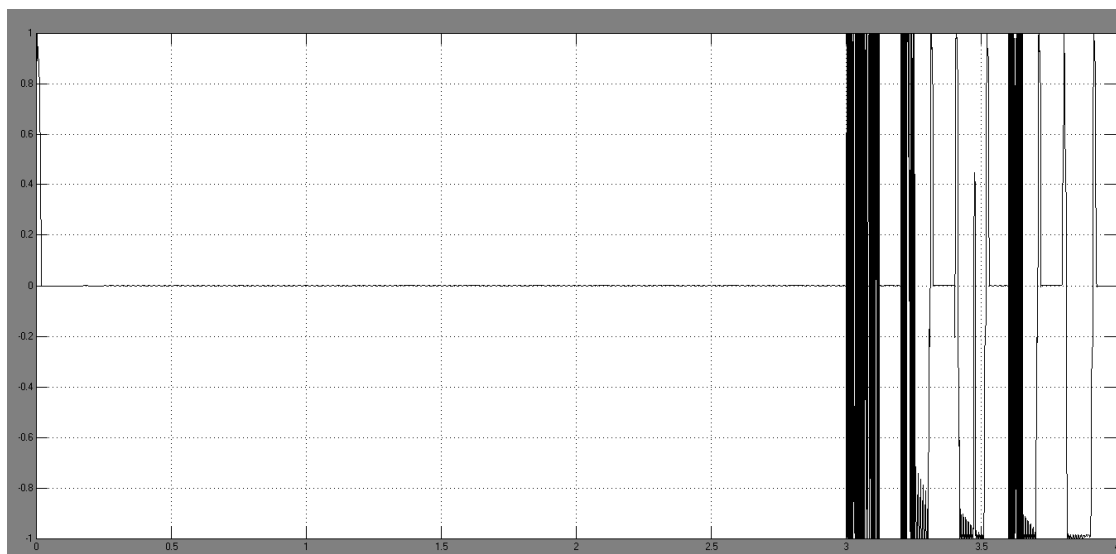


Рис. 3. Угол устойчивости ЭЭС

На графике в момент подключения активной нагрузки зафиксирован высокий скачок, вызванный провалом напряжения, который обусловлен размагничиванием электрической сети. Анализируя уравнение (6), можно предположить, что высокий провал напряжения можно компенсировать дополнительным неинерционным источником питания. На сегодняшний день наибольшее распространение получил динамический компенсатор напряжения (ДКИН), представленный на рис. 4.

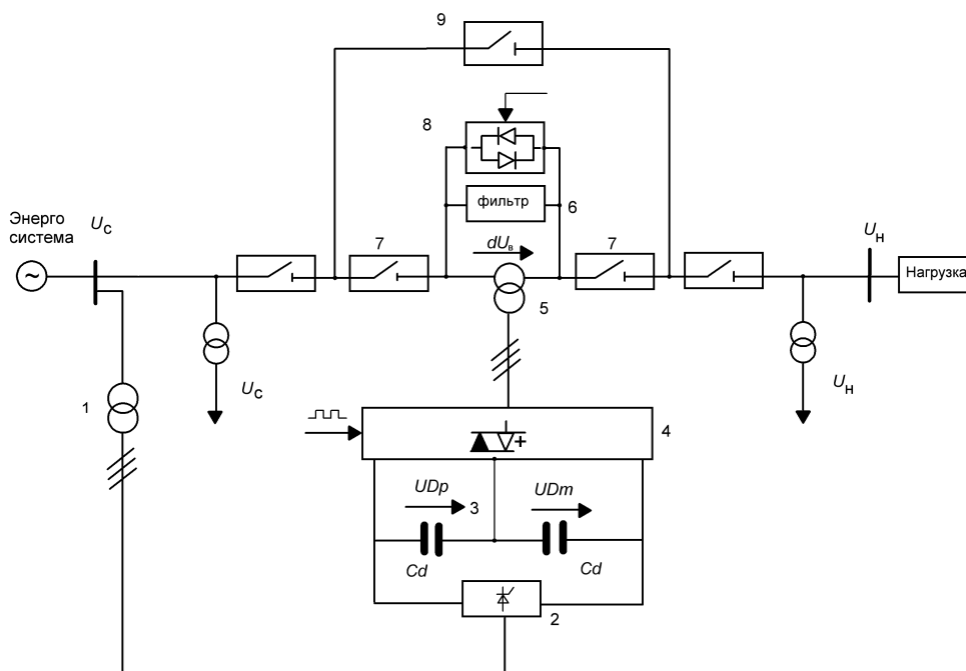


Рис. 4. Устройство ДКИН:

1 – трансформатор; 2 – управляемый выпрямитель; 3 – конденсаторы; 4 – управляемый инвертор;
5 – вольтодобавочный трансформатор; 6 – фильтр высших гармоник; 7 – автоматические выключатели;
8 – защитное устройство; 9 – байпасный выключатель; UDp – положительное напряжение постоянного тока;
 U_c – напряжение питания; U_n – напряжение потребителя; UDm – напряжение обратной связи;
 dU_b – компенсационное напряжение

ДКИН – преобразователь напряжения, состоящий из выпрямителя и инвертора с пофазным управлением. Основным элементом ДКИН является вольтдобавочный трансформатор, который перераспределяет активную и реактивную мощность так, чтобы этой мощности хватило для компенсации провала напряжения. ДКИН не имеет инерционных элементов, а значит, не имеет длительной задержки компенсации, улучшая тем самым качество электрической энергии.

У данного устройства в процессе применения в ЭЭС выявлен ряд недостатков:

- высокие массогабаритные показатели из-за наличия вольтдобавочного трансформатора;
- отсутствие системы синхронизации напряжения компенсации с напряжением питающей сети по фазе и частоте;
- некорректная работа при коротких замыканиях.

Несмотря на большое количество недостатков, ДКИН компенсирует большие провалы напряжения достаточно быстро, а значит, дополнительное исследование безынерционных источников питания, таких как ДКИН, позволит найти варианты их устранения.

Литература

1. *Важнов А.И.* Основы теории переходных процессов синхронной машины. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 362 с.
2. *Труднев С.Ю.* Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб., 2014. – № 2. – С. 23–31.
3. *Веников В.А.* Электромеханические переходные процессы в электрических системах. – М.: Госэнергоиздат, 1958. – 246 с.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

УДК 332.368:669.4(571.66-25)

В.Г. Авдощенко, А.В. Климова

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

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ПОЧВЕ И РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ТЕРРИТОРИЙ Г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

В работе представлены результаты определения накопления свинца в почвенно-растительном покрове территорий г. Петропавловск-Камчатского в летний период 2017 г. Концентрация этого металла в почвах всех исследованных районов, расположенных в непосредственной близости к наиболее загруженным дорожным развязкам и предприятиям теплоэнергетики города, не превышала допустимый уровень для кислых почв (65 мг/кг) и изменялась в диапазоне 1,38–21,1 мг/кг. Анализ содержания свинца в листьях растений, собранных в местах отбора проб почвы, выявил, что не все из них характеризуются способностью к биоаккумуляции свинца. Среди представителей травянисто-кустарникового яруса к растениям-индикаторам можно отнести шиповник, среди представителей древесного яруса – иву. Ряд уменьшения концентрации свинца в почвах и листьях указанных выше растений в исследованных районах г. Петропавловск-Камчатского можно представить в следующей последовательности: Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион «Спартак» > Госпиталь > Краевая библиотека. В наиболее загрязненном свинцом районе города – Автостанция 10-й км – его содержание в почвах составило 21,1 мг/кг, в листьях шиповника – 28,5 мг/кг и в листьях ивы – 55,7 мг/кг.

Ключевые слова: тяжелые металлы, свинец, металлическое загрязнение, биоаккумуляция, фитоиндикация, урбанизированные территории, Петропавловск-Камчатский.

V.G. Avdoshchenko, A.V. Klimova

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

LEAD CONTENT IN SOIL AND VEGETATION ON THE TERRITORY OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY CITY

The results of determining the accumulation of lead in the soil and vegetation of Petropavlovsk-Kamchatsky in the summer of 2017 were discussed. The lead concentration in the soils of all studied areas located closely to the busiest roads and heat power enterprises of the city did not exceed the permissible level for acidic soils (65 mg/kg) and changed in the range of 1,38–21,1 mg/kg. The analysis of the lead content in the plants collected at the soil sampling sites revealed that not all of them are characterized by a high capacity for lead bioaccumulation. Among the herbaceous-shrub layer representatives *Rosa* can be detected as an indicator plant, among the tree layer representatives it can be *Salix*. The picture of reducing the concentration of lead in the soils and leaves of the above mentioned plants in the studied areas of the Petropavlovsk-Kamchatsky City can be represented in the following order: Bus Station at the 10 km > Botany Lane > Spartak Stadium > Hospital > Regional Library. The most polluted area of the city is Bus Station at the 10 km. The lead content in the soil was 21,1 mg/kg, in the *Rosa* leaves was 28,5 mg/kg and in the willow leaves was 55,7 mg/kg.

Key words: heavy metals, lead, metal pollution, bioaccumulation, plant indication, urban territories, Petropavlovsk-Kamchatsky.

Тяжелые металлы в настоящее время являются одними из основных загрязнителей окружающей среды [1, 2]. Их содержание в воздухе, воде и почве неизменно возрастает. Это прежде всего связано с хозяйственной деятельностью человека, а именно активной работой промышленных предприятий, стремительным увеличением количества автотранспорта и внесением в почву удобрений, пестицидов и других соединений, улучшающих ее свойства. Все это приводит к тому, что тяжелые металлы аккумулируются в абиотических компонентах среды – почвах и донных отложениях. Их последующая транслокация в растения и далее через пищевые цепи приводит к многократному биологическому усилению, что в конечном счете может негативно сказываться на здоровье человека [3, 4].

В крупных городах проблема загрязнения среды тяжелыми металлами является наиболее актуальной, поскольку именно здесь, как правило, их поступление связано с наличием нескольких техногенных источников [1, 2]. Среди тяжелых металлов свинец относится к одним из приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, почвы и других компонентов окружающей среды, его накопление происходит наиболее интенсивно [5].

На концентрацию свинца в почве влияют ее свойства: кислая среда способствует его накоплению в более высоких концентрациях. Биоаккумуляция свинца, как и других тяжелых металлов, у растений весьма видоспецифична. По способности к их накоплению выделяют три группы растений: 1) аккумуляторы, накапливают металлы в надземной части как при низких, так и высоких их концентрациях в среде; 2) индикаторы, у которых содержание металла в тканях отражает его концентрацию в окружающей среде; 3) исключатели, поддерживают низкое содержание металлов в побегах, несмотря на их высокую концентрацию в среде [6]. Анализ содержания токсичных металлов в почве и растениях-индикаторах позволяет комплексно проводить экологический мониторинг урбанизированных и нарушенных хозяйственной деятельностью человека территорий.

В Камчатском крае к наиболее урбанизированным территориям относятся город Петропавловск-Камчатский и прилегающие к нему районы. Основными источниками поступления тяжелых металлов здесь являются вулканическая деятельность, автотранспорт и предприятия теплоэнергетики [7, 8].

Целью настоящей работы является оценка экологического состояния разных районов Петропавловска-Камчатского по содержанию свинца в почвах и произрастающих на них растениях.

Отбор проб листьев растений и почвы проводился в летний период 2017 г. в следующих районах Петропавловска-Камчатского: Автостанция 10-й км, Краевая библиотека, Ботанический переулок, Стадион «Спартак», Госпиталь (рис. 1). Фоновый участок располагался удаленно от городской застройки и автодорог (район озера Синичкино). Выбор участков основан на расположении наиболее загруженных дорожных перекрестков и котельных. Отбор почвенного и растительного материала, подготовка и химический анализ проб производился согласно методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства

[9]. В качестве биоиндикаторов были использованы листья растений травянисто-кустарникового (*Rosa* sp., *Artemisia vulgaris*) и древесного (*Salix* sp., *Betula ermanii*, *Alnus* sp.) ярусов. Сбор листьев проводился методом средней пробы.

Одновременно с отбором проб растительного материала осуществлялся сбор почвы на глубине 0–20 см методом «конверта» путем осреднения материала из пяти частных проб. Все отобран-

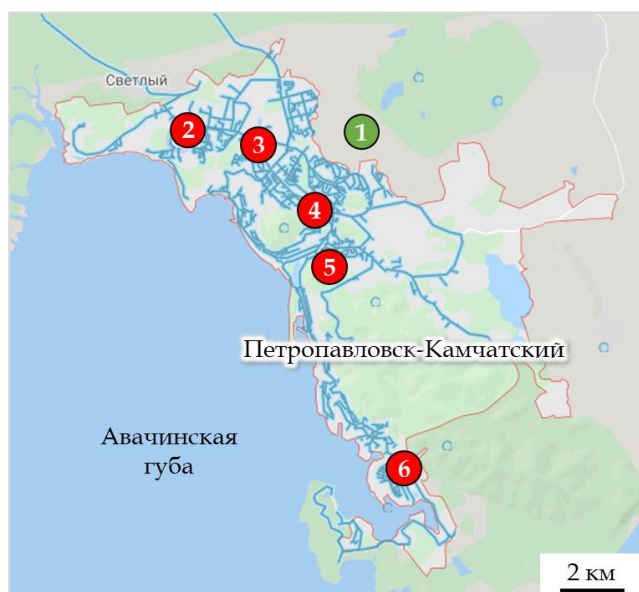


Рис. 1. Карта-схема районов отбора проб почв и растительности в г. Петропавловске-Камчатском: 1 – фоновый участок, 2 – район Автостанция 10-й км, 3 – район Краевая библиотека, 4 – район Ботанический переулок, 5 – район Стадион «Спартак», 6 – район Госпиталь

ные пробы высушивались до воздушно-сухого состояния и просеивались через сито с диаметром отверстий 2 мм. Содержание свинца в листьях и почве определялось атомно-абсорбционным методом, химические анализы выполнялись в лаборатории ФГБУ ЦАС «Камчатский». Для оценки уровня металлического загрязнения почв был рассчитан коэффициент концентрации, представляющий собой отношение концентрации металла в почве к его фоновому значению [10].

Почва. Для всех почв Камчатки, и в частности для почв Петропавловска-Камчатского, характерна кислая реакция среды [11]. Нормативы содержания свинца для разных типов почв представлены как ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК). Согласно Гигиеническим нормативам ОДК свинца для кислых почв равен 65 мг/кг [12]. В 2017 г. содержание свинца в почве фонового участка не превышало ОДК и составило 0,7 мг/кг, что, вероятно, может свидетельствовать о незначительном естественном уровне содержания свинца для этого района. В исследованных почвах территорий Петропавловска-Камчатского уровень содержания этого металла изменялся в пределах 1,38–21,1 мг/кг (рис. 2). Наименьшее содержание свинца отмечено в почвах района Краевая библиотека. Наибольшее его содержание выявлено в районе Автостанция 10-й км (21,1 мг/кг), что существенно выше концентрации в почвах фонового участка, в 31 раз. В остальных случаях накопление свинца в почвах исследуемых районов города не превышало 5,5 мг/кг. Следует отметить, что в целом в почвах исследованных участков в летний период 2017 г. его содержание было ниже ОДК.

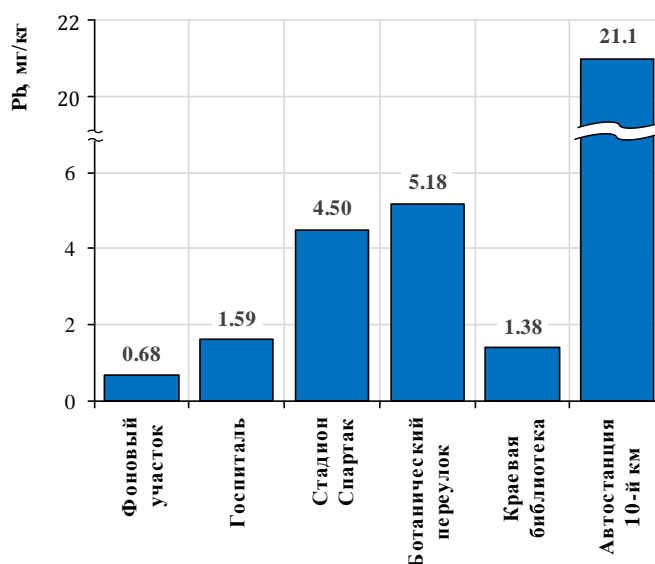


Рис. 2. Содержание свинца в почвах исследуемых районов г. Петропавловска-Камчатского в летний период 2017 г.: 1 – фоновый участок, 2 – Автостанция 10-й км, 3 – Краевая библиотека, 4 – Ботанический переулок, 5 – Стадион «Спартак», 6 – Госпиталь

Ряд уменьшения концентрации свинца в почвах исследованных районов Петропавловска-Камчатского можно представить в следующей последовательности: Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион «Спартак» > Госпиталь > Краевая библиотека > Фоновый участок (рис. 2). Коэффициент концентрации свинца в почвах урбанизированных территорий представлен в табл. 1, он напрямую отражает антропогенный вклад в накопление этого металла в исследованных районах. В ходе выполнения настоящей работы выявлено, что поступление свинца в почвенный покров городской среды в результате антропогенного влияния наибольшее в районе Автостанция 10-й км. Кроме того, для этого района среди всех исследуемых участков города отмечено наибольшее содержание кадмия в почве – 0,13 мг/кг, что в шесть раз превышает его значение для почв фонового участка, расположенного вблизи оз. Синичкино.

Таблица 1

Коэффициент концентрации свинца в почвах г. Петропавловска-Камчатского

Район	Коэффициент концентрации
Автостанция 10-й км	31,2
Ботанический переулок	7,6
Стадион «Спартак»	6,6
Госпиталь	2,4
Краевая библиотека	2,0

Растительность. Важно отметить, что исследованные районы отличались видовым составом произрастающих растений. Так, в районах Госпиталь и Ботанический переулок отсутствовал шиповник (*Rosa* sp.). Кроме того, данные по содержанию свинца в листьях березы (*Betula ermanii*) и полыни (*Artemisia vulgaris*) для некоторых районов отсутствовали по ряду причин. Поэтому

рассчитать значения фактора биоаккумуляции этого металла для всех видов растений из разных участков Петропавловска-Камчатского не представлялось возможным. Однако содержание свинца у представителей травянисто-кустарникового и древесного ярусов в целом определены для всех исследуемых районов города (рис. 3).

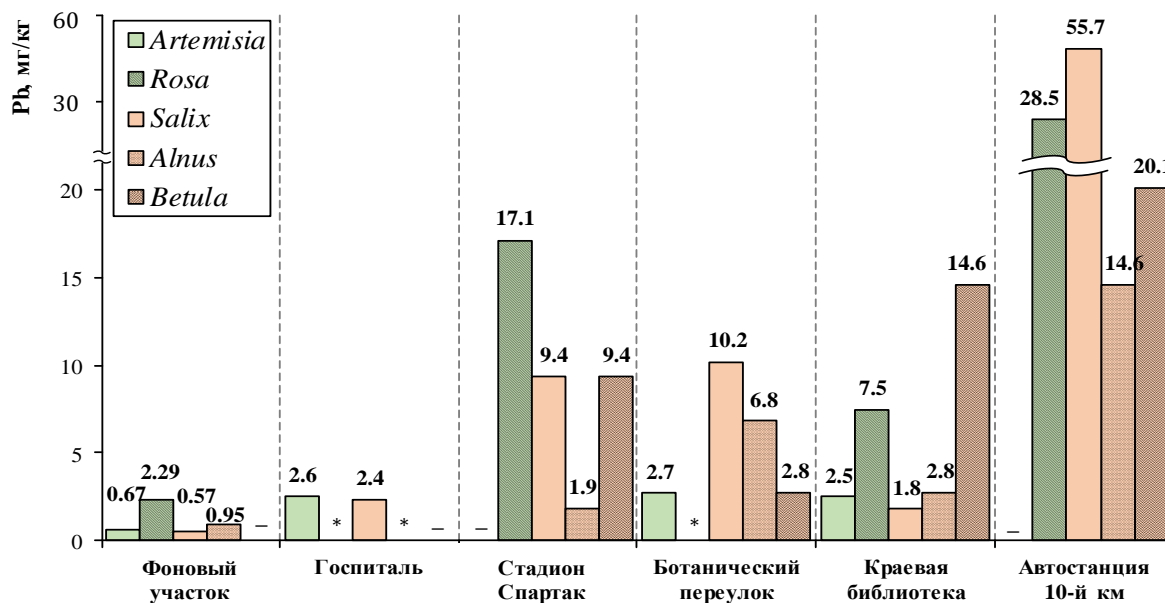


Рис. 3. Содержание свинца в листьях растений, собранных в исследуемых районах г. Петропавловска-Камчатского. Травянисто-кустарниковый ярус выделен зеленой заливкой ячейки, древесный ярус – оранжевой заливкой.

“–” – отмечены пробы растений, для которых данные по содержанию свинца отсутствуют.

“*” – растения данного вида не произрастали в исследуемом районе

В травянисто-кустарниковом ярусе максимальные значения содержания свинца были зарегистрированы у шиповника во всех районах его сбора и имели схожую тенденцию с его содержанием в почве соответствующих районов. Наименьшее его значение отмечено для фонового участка – 2,29 мг/кг, наибольшее – в листьях растений, собранных в районе Автостанция 10-й км – 55,7 мг/кг. Уровень содержания свинца в листьях полыни во всех исследованных районах города, включая фоновый участок, не превышал 2,7 мг/кг и соответствовал его содержанию в почве. В районе Ботанический переулоч накопление свинца в листьях полыни было в два раза ниже, чем в почве (рис. 2 и 3). Из приведенных выше данных о содержании проанализированного металла в листьях растений травянисто-кустарникового яруса следует отметить, что представители рода *Rosa* могут быть использованы в качестве биоиндикаторов металлического загрязнения территорий Петропавловска-Камчатского, в то время как *A. vulgaris*, вероятно, относится к группе растений-исключателей.

Способность к накоплению свинца растениями древесного яруса оказалась выше, чем у представителей травянисто-кустарникового яруса (рис. 3). В исследованных территориях Петропавловска-Камчатского его содержания в листьях ольхи варьировало в пределах 1,86–14,60 мг/кг, в листьях березы – 2,73–20,13 мг/кг (табл. 2). Однако в некоторых районах уровень накопления свинца указанными видами был сопоставим (район Ботанический переулоч) или ниже (район Автостанция 10-й км) содержания такового в почве (рис. 2 и 3).

Наиболее высокая способность к аккумуляции свинца среди проанализированных растений выявлена у *Salix*. Эта особенность также была отмечена другими исследователями [13, 14]. Более того, в процитированных выше работах было показано, что накопление свинца в различных частях ивы происходит с разной интенсивностью. Так, скорость его накопления в корнях и ветвях растений выше, чем в стеблях и листьях. В проанализированных нами пробах листьев ивы из разных районов Петропавловска-Камчатского содержание свинца изменялось в пределах 1,81–55,72 мг/кг (табл. 2). Максимальное его значение выявлено для растений, собранных в районе Автостанция 10-й км, наименьшее – для района Краевая библиотека. Во всех пробах листьев

ивы, собранных в городской среде, содержание свинца было выше, чем в почвах мест их произрастания. Концентрация свинца у представителей *Salix* уменьшается в следующей последовательности: Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион «Спартак» > Госпиталь > Краевая библиотека > Фоновый участок (рис. 3, табл. 2). Полученная последовательность районов по степени накопления свинца в листьях ивы совпадает с таковым для почв исследованных территорий.

Таблица 2

Уровни содержания свинца в почвах и листьях растений исследованных районов г. Петропавловска-Камчатского

Компонент исследованного района	Уровни содержания свинца, мг/кг	Ряд уменьшения содержания свинца в исследуемых районах
Почва	1,38–21,15	Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион > Госпиталь > Библиотека
<i>Artemisia vulgaris</i>	2,50–2,71	Ботанический переулок ≥ Госпиталь ≥ Библиотека
<i>Rosa</i> sp.	7,48–28,48	Автостанция 10-й км > Стадион > Библиотека
<i>Salix</i> sp.	1,81–55,72	Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион > Госпиталь > Библиотека
<i>Alnus</i> sp.	1,86–14,60	Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Библиотека > Стадион
<i>Betula ermanii</i>	2,75–20,13	Автостанция 10-й км > Библиотека > Стадион > Ботанический переулок

На основе проведенных исследований можно заключить, что для оценки загрязнения территорий Петропавловска-Камчатского свинцом могут быть использованы растения-биоиндикаторы. Таковыми среди представителей травянисто-кустарникового яруса способны выступать шиповник (*Rosa* sp.), среди представителей древесного яруса – ива (*Salix* sp.). Уровни накопления свинца в их листьях, в зависимости от района сбора, изменялись в широких пределах и превышали его содержание в почвах города.

Комплексный анализ содержания свинца в почвах и растительном покрове (листья шиповника и ивы) исследованных районов в летний период 2017 г. позволил выделить среди территорий Петропавловска-Камчатского участки, испытывающие явное антропогенное воздействие (табл. 2). К районам с выраженным металлическим загрязнением относятся: Автостанция 10-й км, Ботанический переулок и Стадион «Спартак». Все они характеризуются интенсивным движением автотранспорта, поскольку расположены в ключевых для города местах дорожных развязок. Первый и последний из указанных районов также имеют большую зону автопарковки и автостоянки общественного транспорта. Район Ботанический переулок расположен в непосредственной близости от федеральной трассы, соединяющей морской порт Петропавловска-Камчатского и аэропорт Елизово.

Литература

1. Davydova S. Heavy metals as toxicants in big cities // *Microchemical Journal*. – 2005. – Vol. 79. – P. 133–136. DOI: 10.1016/j.microc.2004.06.010
2. Sharma V., Singh P. Heavy metals pollution and it's effects on environment and human health // *International Journal of Recent Scientific Research*. – 2015. – Vol. 6, issue 12. – P. 7752–7755.
3. Duruibe J.O., Ogwuegbu M.O.C., Egwurugwu J.N. Heavy metal pollution and human biotoxic effects // *International Journal of Physical Sciences*. – 2007. – Vol. 2. – P. 112–118.
4. Heavy metal biomagnification and genotoxic damage in two trophic levels exposed to mine tailings: a network theory approach / Cervantes-Ramírez L.T., Ramírez-López M., Mussali-Galante P., Ortiz-Hernández M.L., Sánchez-Salinas E., Tovar-Sánchez E. // *Revista Chilena de Historia Natural*. 2018. – Vol. 91, № 6 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40693-018-0076-7> (дата обращения: 24.02.2020).
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 152 с.
6. Серегин И.В., Кожневникова А.Д. Роль тканей корня и побега в транспорте и накоплении кадмия, свинца, никеля и стронция // *Физиология растений*. – 2008. – Т. 55, № 1. – С. 3–26.

7. Авдощенко В.Г. К вопросу об источниках поступления тяжелых металлов в почву города Петропавловск-Камчатский // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. – С. 241–243.
8. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2018 г. / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – 395 с.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 57 с.
10. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. – М.: НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды, 1999. – 20 с.
11. Иваненко Н.В. Анализ почвенно-земельных ресурсов Камчатского края – перспективы использования // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12 (1). – С. 85–89.
12. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
13. Pulford I.D., Riddell-Black D., Stewart C. Heavy metal uptake by willow clones from sewage sludge-treated soil: the potential for phytoremediation // International Journal of Phytoremediation. – 2002. – Vol. 4, № 1. – С. 59–72.
14. Tozsér D., Magura T., Simon E. Heavy metal uptake by plant parts of willow species: A meta-analysis // Journal of Hazardous Materials. – 2017. – Vol. 336. – P. 101–109.

УДК 556.561(470.26)

А.Д. Борисенко, Н.Н. Цветкова

*Калининградский государственный технический университет (КГТУ),
Калининград, 236022
e-mail: anzh.borisenko@mail.ru; nagornova@klgtu.ru*

**ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ВОД
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
НА ПРИМЕРЕ БОЛОТА СВИНОГО В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье представлены результаты исследования гидрохимического состава поверхностных вод болота Свиное, расположенного в Калининградской области. Дана характеристика содержания в воде газов, основных ионов, органических и биогенных веществ в 2019 году.

Ключевые слова: верховые болота, болото Свиное, гидрохимический состав вод, осушение.

A.D. Borisenko, N.N. Tsvetkova

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236002
e-mail: anzh.borisenko@mail.ru; nagornova@klgtu.ru*

**SWAMPWATER CHEMICAL CONTENT CREATION IN CONDITIONS
OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION ON THE EXAMPLE
OF THE SWAMP SWINOE IN KALININGRADSKAYA REGION**

The study results of the surface waters hydrochemical composition of the swamp Swinoe, located in Kaliningradskaya region were presented in the article. The characteristic of the content of gases, basic ions, organic and nutrients in water in 2019 is given.

Key words: head swamps, the swamp Swinoe, hydrochemical composition of water, drainage.

Болотные массивы – это системы, характеризующиеся высокой биологической продуктивностью и большим разнообразием фитоценозов. Болота регулируют круговорот воды и химических элементов в геосфере, являются важным элементом в водном балансе, поглощают углекислый газ, активно образуют органическое вещество, содержат большие запасы торфа, играют важную роль в процессах самоочищения водных экосистем. Однако болотные массивы активно осушают для получения дополнительных площадей сельскохозяйственных угодий, разрушают при добыче торфа. Работы по осушению болот способствуют развитию деструктивной сукцессии, уменьшению биоразнообразия, изменению состава болотных вод, ставят под угрозу исчезновения многие виды растений и животных.

Очевидно, что все большую важность и актуальность приобретают в настоящее время комплексные биогеохимические исследования природных компонентов болотных экосистем для оценки экологического состояния болот и предупреждения их деградации.

В 50-е годы прошлого века болота в Калининградской области занимали около 6% территории. В настоящее время многие из них изменены в результате торфодобычи и мелиоративных работ [1]. Сейчас некоторые болотные массивы на территории области представляют собой уникальные экосистемы, сохранившиеся в естественном виде и не затронутые антропогенной деятельностью. Широкое распространение заболоченных территорий, многие из которых входят в состав особо охраняемых, определяет особенности природного облика и специфику ландшафтов Калининградской области.

В Калининградской области расположено верховое болото Свиное (нем. Швентлунд), которое относится к верховым сфагновым болотам прибрежных низменностей. Считается, что оно

сформировалось после занесения песком и постепенного заболачивания пролива Брокист, существовавшего между Балтийским морем и Куршским заливом. Болото Свиное занимает территорию в корневой части Куршской косы в 3 км к северо-востоку от г. Зеленоградска между устьевым участком р. Тростянки и побережьем Балтийского моря, от которого оно отделено неширокой полосой переувлажненных черноольховых лесов [2–4] (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения района исследования

Уникальность болота Свиного определяется тем, что подобные крупные верховые болотные комплексы не встречаются более ни на одной из других песчаных пересыпей побережья Балтики [3]. Площадь месторождений торфа в этом районе занимает около 1 000 га, поэтому оно включено в Список болот, охраняемых и намеченных для охраны болот по международной программе «TELMA» [5]. Экосистема болота привлекает большое количество туристов и местных жителей, считается одной из достопримечательностей Зеленоградского района Калининградской области, характеризуется большим разнообразием слагающих его фитоценозов, интересно как объект экотуризма. Исследованием болота Свиного занимались в первой половине XX в. немецкие ученые К. Вебер и Х. Гросс. По их данным, площадь плато – открытой, необлесенной его части, составляла около 150 га. Уже в XIX в. болото подверглось осушению, здесь была организована добыча торфа, которая прекратилась к началу XX в. [2, 4]. В настоящее время оно представляет собой сильно преобразованную антропогенной деятельностью экосистему – частично осушено, изменено добычей торфа и находится в стадии зарастания. По современным оценкам [2] площадь плато болота Свиного составляет не более 50 га.

Поскольку одна из функций болот – гидрологическая, болото оказывает влияние на гидрохимический состав водных объектов, имеющих с ним гидравлическую связь. Кроме того, особый интерес вызывает формирование состава болотных вод в условиях антропогенного преобразования.

Для характеристики современного химического состава поверхностных вод болота Свиного с марта 2019 г. нами начаты гидрохимические исследования. Гидрологические работы на болотном комплексе проводили ежемесячно на стандартных станциях (рис. 2). Выбор станций определялся следующим образом: станции 1 и 2 приурочены к краевой зоне болота, достаточно увлажненной, топкой; станция 3 расположена в центральной необлесенной части плато на мелиоративном канале.

Станция 1: котловина, заполненная водой, площадью – около 20 м², глубиной до 0,5 м правильной четырехугольной формы; расположена на северо-западных окраинах болота на участке сосновых лесов с примесью березы. Вероятно, имеет антропогенное происхождение.

Станция 2: обширное топкое мочажиноподобное понижение, полностью заросшее мхами, с относительно пологими берегами и округлыми очертаниями площадью около 25–30 м², вероятно, искусственного происхождения, расположено в 50 м на юго-востоке от ст. 1.

Станция 3: мелиоративный канал, сильно заросший, со слабовыраженным руслом, шириной до 0,5 м, глубиной до 0,4 м; расположен в центральной части болотного массива. Большую часть времени течение в канале отсутствует или выражено очень слабо.

При полевых исследованиях проводятся стандартные гидрологические работы, согласно рекомендациям, изложенным в [6]. Температура воды определяется рудниковым термометром, рН – индикаторными полосками. Пробы на гидрохимический анализ отбираются в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1–0,2 м). Химический анализ отобранных проб

проводится в гидрохимической лаборатории КГТУ по общепринятым методикам [6] в течение суток после отбора. Общая минерализация определяется арифметическим методом, концентрация натрия и калия – расчетным методом, в соответствии с [7].

Для характеристики минерализации и определения класса, группы, типа вод, а также количества органических веществ приняты градации по классификации О.А. Алекина [8].

Наши гидрохимические исследования в указанном районе показали, что его воды слабокислые, значение рН изменялось от 5,5 до 6,5. Минимальная величина рН во все месяцы отмечена в водах мелиоративного канала (ст. 3), дренирующего центральную часть болотного массива. Кислородные условия малоблагоприятные, что естественно для болотных вод. Средняя концентрация O_2 в болотных водах за исследованный период – 1,77 мг/дм³ (16% насыщения). Меньше всего кислорода растворено в водах мелиоративного канала (ст. 3). Наиболее благоприятные кислородные условия складывались на ст. 2, расположенной в краевой части болота (табл.).

Таблица

Средний химический состав вод болота Свиного в период март – декабрь 2019 г.

Параметр	Станция 1 (Ст. 1)	Станция 2 (Ст. 2)	Станция 3 (Ст. 3)
рН	6,3	6,2	6,0
Кислород, мг/дм ³	1,73	2,52	0,87
Кислород, %	16	21	8
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	171,8	161,2	140,1
Азот нитритов, мгN/дм ³	0,168	0,167	0,15
Азот аммонийный, мгN/дм ³	5,3	4,3	3,8
Фосфор фосфатов, мгP/дм ³	0,08	0,08	0,13
Железо общее, мг/дм ³	3,11	1,60	1,71
Общая жесткость, мг экв./дм ³	0,743	0,468	0,678
Кальций, мг/дм ³	5,5	6,5	5,8
Магний, мг/дм ³	5,7	1,7	4,8
Сумма натрия и калия, мг/дм ³	57,8	67,1	58,8
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	80,1	106,3	94,2
Хлориды, мг/дм ³	31,9	17,7	28,4
Сульфаты, мг/дм ³	49,5	54,8	42,5
Минерализация, мг/дм ³	231,2	254,2	234,4

Органические вещества оценивались по величине перманганатной окисляемости, которую можно охарактеризовать как «очень высокую» (в соответствии с классификацией О.А. Алекина). Полученные значения окисляемости типичны для верховых болот и отражают сложные процессы обогащения болотных вод различными органическими соединениями под воздействием остатков растений, торфов, атмосферных осадков, почв, поверхностных и подземных вод. Результаты изучения подобных процессов представлены в ряде научных работ [9–12].

Низкое содержание кислорода обуславливает преобладание восстановленных форм биогенных элементов, в частности азота аммонийного и железа (в сумме общего железа преобладает



Рис. 2. Станции отбора проб воды в болотном массиве Свиное

его закисная форма), что типично для болотных вод. Стоит обратить внимание на содержание фосфатов в канале (ст. 3) – здесь оно максимальное, что, вероятно, связано еще и с антропогенным фактором.

Общая минерализация болотных вод за рассматриваемый период изменялась от 231,2 до 254,2 мг/дм³ и, согласно классификации природных вод, предложенной О.А. Алекиным [8], попадала в класс «средняя». Такое значение минерализации очень высоко и не характерно для олиготрофных (верховых) болот, питание которых обеспечивается атмосферными осадками и практически не поддерживается подземными водами. Минерализация вод верховых болот значительно ниже и, как правило, сопоставима с минерализацией атмосферных осадков.

Воды очень мягкие (величина общей жесткости 0,5–0,7 мг экв./дм³). Содержание катионов кальция и магния крайне мало, что естественно для верховых болот. Среди катионов преобладают натрий и калий. Высокие концентрации этих катионов обусловлены, вероятно, геологической историей формирования его территории – заболачивание морского пролива с образованием мощной торфяной залежи [2].

Содержание хлоридов менялось от 18 до 32 мг/дм³, что соответствует составу вод верховых болот. В работе [4] по мониторингу указанного района проводятся данные по концентрации хлорид-аниона более 50 мг/дм³. Такая концентрация хлоридов в целом характерна для болотных вод низинного и переходного типов, гидрогеохимические особенности которых приведены в работах [9–12], и крайне высока для олиготрофных верховых болот. Тем не менее это можно объяснить наличием контакта болотного массива с минеральными грунтами реликтового генезиса или, возможно, притоком более минерализованных вод Куршского залива через систему мелиоративных каналов, которыми изрезан исследуемый болотный комплекс.

Содержание гидрокарбонатов изменялось от 80 до 106 мг/дм³, что сопоставимо с речными водами – это также весьма велико для олиготрофных болот, где концентрация HCO₃⁻ на порядок ниже. Величина сульфатов изменялась от 43 до 55 мг/дм³. Крайне высокое содержание сульфатов вызывает особенный интерес. С одной стороны, это может быть связано с региональными особенностями и генезисом верхового болота, с другой стороны – быть результатом антропогенного воздействия, хотя последнее маловероятно ввиду отсутствия в области мощных источников выбросов сернистых соединений.

Его воды в исследуемый период относились к гидрокарбонатному классу, натриево-калиевой группе, первому типу.

Стоит отметить, что верховое болото Свиное относится к антропогенно преобразованным экосистемам. В работах [2, 3] отмечено, что в настоящее время оно теряет свой морфологический облик болот верхового типа, о чем свидетельствует сукцессионный ряд слагающих его фитоценозов. Наши исследования гидрохимического состава болотных вод также согласуются с представленными в [2, 3] выводами.

В работах [11, 12] приводятся комплексные исследования изменения гидрохимического состава болот под воздействием человеческой деятельности. Так, при мелиоративных мероприятиях по осушению массивов верховых болот происходит изменение химического состава болотных вод по типу, характерному не для верховых, а для низинных болотных комплексов с достаточно резким увеличением содержания макрокомпонентов [11]. Исходя из этого, особенности гидрохимического состава вод болота Свиного соответствуют антропогенно преобразованным болотным системам и больше приближены к составу низинных (эвтрофных) комплексов.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Химический состав вод указанного района своеобразен, но в целом соответствует верховым болотным комплексам. Газовые условия, содержание биогенных и органических веществ в поверхностных водах болота Свиного соответствуют общим закономерностям формирования химического состава верховых болот.

2. Величина общей минерализации и концентрация основных ионов не характерны для верховых болот, а в большей степени приближены к составу низинных болотных комплексов, что типично для антропогенно преобразованных, рекультивированных болотных систем.

3. Согласно содержанию макрокомпонентов (анионов и катионов) и величине общей минерализации химический состав болотных вод определяется не только маломинерализованными атмосферными осадками и подземными, поверхностными (речными) водами, связь с которыми у него присутствует, но и, возможно, поддерживается уникальными особенностями генезиса данной экосистемы.

4. Для сохранения его экосистемы в условиях повышенного туристического интереса необходимо проводить регулярные комплексные гидрохимические наблюдения, кроме того, целесообразно пересмотреть статус данной территории и включить ее в список особо охраняемых.

Литература

1. *Напреенко М.Г.* Болота Калининградской области: их роль в сохранении биоразнообразия и окружающей среды в регионе // Вестник Калининградского государственного университета. – 2000. – С. 99–105.

2. *Напреенко М.Г., Вольфрам К., Дедков В.П.* Верховое болото Свиное – исчезающая экосистема в структуре ландшафтов Куршской косы // Вестник КГУ. – 2003. – Вып. 1. – С. 18–26.

3. *Напреенко М.Г., Напреенко-Дорохова Т.В.* Сукцессии растительности верхового болота Свиного в корневой части Куршской косы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2019. – № 1. – С. 28–34.

4. *Кочкарева А.С., Ахмедова Н.Р.* Мониторинг болота Свиного в Калининградской области // Вестник молодежной науки. – 2019. – № 2 (19) [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/06/Kochkareva-219.pdf> (дата обращения: 29.11.2019).

5. Географический атлас Калининградской области / Под ред. В.В. Орленка. – Калининград: КГУ: ЦНИТ, 2002. – 276 с.

6. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / *Т.А. Берникова и др.* – М.: Колос, 2008. – 303 с.

7. РД 52.24.514-2009. Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах. – Ростов н/Д: Росгидромет, ГУ ГХИ, 2009. – 9 с.

8. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.

9. *Рассказов Н.М.* Основные особенности химического состава болотных вод (на примере юго-восточной части Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308, № 4. – С. 55–58.

10. *Воистинова Е.С., Харанжевская Ю.А.* Региональная характеристика химического состава болотных вод в Томской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – № 1 (4). – С. 942–946.

11. *Савичев О.Г.* Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органоминеральными соединениями // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314, № 1. – С. 72–76.

12. *Потапова Т.М., Новиков С.Н.* Оценка антропогенных изменений химического состава болотных вод и стока растворенных веществ с территории естественных и мелиорированных верховых болот // Вестник СПбГУ. – 2006. – Сер. 7. – Вып. 2. – С. 85–95.

УДК 639.2/.3(571.66)

И.Г. Герасимова

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

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РЫБНЫМИ ОТХОДАМИ, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЫБОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

В статье рассмотрены основные сложившиеся тенденции обращения с рыбными отходами в Камчатском крае, указаны основные пробелы в нормативно-правовой базе, регулирующей деятельность в области обращения с рыбными отходами в РФ и в Камчатском крае, отражены основные проблемы при утилизации рыбных отходов, определены препятствия на пути внедрения технологий по комплексной переработке водных биологических ресурсов, включая переработку рыбных отходов, и перехода развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на путь безотходного производства, предложены мероприятия для решения проблем обращения с рыбными отходами, образующимися в результате хозяйственной деятельности предприятий рыбной промышленности Камчатского края.

Ключевые слова: рыбные отходы, рыбопромышленные предприятия, рыбохозяйственный комплекс, водные биологические ресурсы, безотходное производство, комплексная переработка, инвестиции.

I.G. Gerasimova

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

FISH WASTE TREATMENT PROBLEMS OCCURRING AS A RESULT OF FISHING ENTERPRISES ECONOMIC ACTIVITIES IN KAMCHATSKY KRAI

The main trends in the fish waste treatment in Kamchatsky Krai are described in the article. The main gaps in the regulatory framework governing activities in the field of fish waste treatment in the Russian Federation and in Kamchatsky Krai are identified. The main problems in the fish recycling are reflected. The obstacles to introduce technologies for the complex processing of aquatic biological resources, including the fish waste processing and to change the fishery complex of Kamchatsky Krai into non-waste production are identified. The measures to solve the problems of fish waste treatment occurring as a result of fishing industry economic activities in Kamchatsky Krai are proposed.

Key words: fish waste, fishing enterprises, fishery complex, water biological resources, non-waste production, complex processing, investments.

Нерешенным и актуальным для Камчатского края остается вопрос использования рыбных отходов, которые образуются в результате хозяйственной деятельности рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий. С 2014 г. в соответствии с внесением изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» [1] биологические и медицинские отходы выведены из общей системы регулирования обращения с отходами и в сведениях статистической отчетности 2-ТП (отходы) не учитываются. Рыбные отходы на основании этих изменений были отнесены к биологическим отходам. Перечень биологических отходов установлен пунктом 1.2 Ветеринарно-санитарных правил сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов [2], а термины и определения – ГОСТ 30772-2001 «Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» [3]. На текущий момент отсутствует нормативный правовой акт, содержащий разработанный перечень мероприятий по утилизации предприятиями рыбных отходов. Ведение учета образующихся на предприятиях рыбных отходов, объема их переработки на имеющихся производственных мощностях, а также

ведение реестра таких производств действующим законодательством не предусмотрено. В этой связи в настоящее время не представляется возможным получить общие сведения об объеме отходов, образовавшихся от переработки рыбы и других морепродуктов в Камчатском крае.

В крае действует 190 береговых рыбоперерабатывающих предприятий, из них только 14 имеют собственные мощности по переработке рыбных отходов в рыбную муку. Специализированные предприятия, осуществляющие прием и переработку рыбных отходов, находятся в Елизовском районе – 2 (ООО «ЭкоПолис», ООО РПК «Южно-Камчатское»), Петропавловске-Камчатском – 1 (ООО «Экологический резерв»), Усть-Большерецком районе – 1 (ООО СП «Дачен»). Наиболее успешный опыт переработки и утилизации рыбных отходов отмечается в Усть-Камчатском муниципальном районе, где переработка рыбных отходов ведется на специальном заводе, построенном НО «Усть-Камчатская Ассоциация рыбопромышленников». К отстающим в сфере переработки рыбных отходов можно пока отнести Корякский округ и Соболевский муниципальный район. В Камчатском крае планируется строительство дополнительных мощностей по переработке рыбных отходов, общей суточной мощностью около 400 т, из них на 300 т/сут на восточном побережье Камчатки (РК им. В.И. Ленина, ООО «РК «Оссорский», ООО «Тымлатский РК», ОАО «Колхоз им. Бекерева», ООО «СВК», ООО «Апукинское», ООО «Ресурсы Камчатки», ООО «Город 415», ООО РПЗ «Максимовский») и 100 т/сут на западном побережье Камчатки (ОАО «Колхоз Октябрь», ООО «Камчатморепродукт», ООО «Дельта Фиш ЛТД», РК им. В.И. Ленина) [4].

В отдаленных населенных пунктах Камчатского края, в которых располагаются рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, вопрос использования рыбных отходов до настоящего времени не решен в полном объеме. Мощностей предприятий, занимающихся переработкой рыбной продукции, явно недостаточно, и перерабатывающие установки рассредоточены неравномерно. Кроме этого, работа предприятий по утилизации рыбных отходов вызывает жалобы жителей населенных пунктов в связи со специфическим запахом выбрасываемых загрязняющих веществ, которые в настоящее время не поддаются нормированию расчетным путем. На сегодняшний день отсутствуют методические документы, позволяющие определить расчетным путем весь спектр выбрасываемых загрязняющих веществ, таких как альдегиды, диоксин, меркаптаны, фенолы, фураны и др., образующиеся при кремации биологических отходов [5], к которым относятся рыбные отходы. Имеющиеся аттестованные лаборатории в Камчатском крае не проводят измерений на эти вещества. Как правило, предприятия создают перерабатывающий комплекс отходов на имеющейся производственной площадке, для которой расчет санитарной защитной зоны (далее – СЗЗ) был произведен без учета этого производства. Санитарные правила [6] требуют для таких производств (в зависимости от мощности установки) введения СЗЗ до 1000 м. Поскольку предприятие действующее, то расчет СЗЗ не производится, и зона определяется сложившейся, которая значительно меньше требуемой. Другой проблемой при производстве рыбной муки является рыбный подпрессовый бульон. Технологии очистки рыбного бульона достаточно дорогостоящие, и в большей степени его сброс происходит без очистки. Таким образом, современные технологии не позволяют полностью нейтрализовать неприятный запах в результате производства рыбной муки, обезвреживания рыбных отходов в современных печах (крематорах), а также вопрос с подпрессовым бульоном. Проблема усугубляется тем, что, когда предприятия отчитываются об утилизации рыбных отходов сторонними организациями или в море за пределами трехмильной зоны, проверить эту информацию невозможно из-за отсутствия механизма контроля [7].

Необходимо обратить внимание, что пунктом 89.б Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (далее – Правила), выбрасывать добытые (выловленные) водные биоресурсы, разрешенные для добычи (вылова), запрещается [8]. В пункте 22.8 Правил указано, что измельченные отходы переработки уловов водных биоресурсов могут сбрасываться за пределами трех морских миль от ближайшего берега, за исключением такого сброса в акваториях водных объектов, предоставленных в пользование юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям и (или) гражданам на основании договора водопользования, в зонах санитарной охраны водных объектов, в портовых акваториях и на рейдах судов [8]. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что данная часть пункта 22.8 противоречит природоохранному законодательству, поскольку для размещения отходов во внутренних водах РФ требуется специальное разрешение.

На современном этапе одним из основных направлений развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края должно стать создание условий, побуждающих предприятия к внедрению технологий по комплексной переработке водных биологических ресурсов, включая переработку рыбных отходов, с учетом законодательных требований. Сегодня некоторые рыбопромышленные предприятия Камчатского края стараются уйти от понятия «рыбные отходы», переводя их в понятия «продукция», «сырье». Рыбные отходы либо перерабатываются предприятиями на своих рыбомучных установках, либо передаются другим предприятиям, у которых есть такие установки, как сырье для производства кормов и удобрений. Однако в крае для рыбопромышленных предприятий, внедряющих технологии безотходного производства, отсутствуют меры поддержки, а также недостаточно проработан вопрос рынка сбыта переработанных рыбных отходов, что делает труднодостижимым переход к комплексной переработке сырья.

Для решения вышеперечисленных проблем обращения с рыбными отходами, образующимися в результате хозяйственной деятельности предприятий рыбной промышленности Камчатского края, предлагается осуществить следующие мероприятия:

1. Создать систему учета образующихся рыбных отходов и мощностей по их переработке на территории Камчатского края.

2. Дополнить государственную программу Камчатского края «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на 2014–2020 годы» [9] в части разработки мероприятий по утилизации предприятиями рыбных отходов.

3. Дополнить «Стратегию развития рыбопромышленного комплекса Камчатского края до 2025 года» [10] в части внедрения инвестиционных проектов, предполагающих строительство комплексов по переработке рыбных отходов, в том числе для производства муки кормовой, с учетом отдаленности районов края и соблюдением всех действующих нормативных правовых актов.

4. Рассмотреть возможность разработки краевой системы нормирования дурнопахнущих веществ в атмосферном воздухе для контроля деятельности предприятий, осуществляющих деятельность по переработке рыбных отходов.

5. Установить соответствие нахождения промышленных зон относительно населенных пунктов требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [6].

6. Обозначить на законодательном уровне конкретные сроки предприятиям, перерабатывающим рыбные отходы при изготовлении рыбной муки, рыбоперерабатывающим предприятиям для установления СЗЗ в порядке, определенном Правилами установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон [11].

7. При невозможности соблюдения предприятиями санитарно-защитной зоны решить вопрос о прекращении их деятельности либо о переносе производств для соблюдения требований законодательства.

8. Исключить из пункта 22.8 Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна размещение отходов за пределами трех морских миль от ближайшего берега.

9. При рассмотрении инвестиционных проектов, а также проектов создания технологических комплексов по переработке рыбных отходов проводить учет экологической составляющей в части их влияния на атмосферный воздух и рекомендовать строительство подобных объектов за границами селитебной зоны с учетом требуемой СЗЗ.

10. Разработать и внедрить меры поддержки предприятий, переходящих на безотходное производство продукции из водных биологических ресурсов (строительство цехов по переработке отходов).

11. Создать гарантированный рынок сбыта переработанных рыбных отходов.

12. Провести региональную научно-практическую конференцию по вопросу внедрения инновационных технологий по переработке рыбных отходов.

13. Создать информационный блок о ресурсосберегающих технологиях и предприятиях, осуществляющих обезвреживание и использование рыбных отходов.

Литература

1. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

2. Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов: утв. Минсельхозпродом РФ от 04.12.1995 № 13-7-2/469 (ред. от 16.08.2007) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

3. ГОСТ 30772-2001 Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: Постановление Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

4. О внесении изменений в территориальную схему обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Камчатском крае, утвержденную постановлением Правительства Камчатского края от 08.11.2016 № 444-П: Постановление Правительства Камчатского края от 25.10.2019 № 454-П [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kamgov.ru/> (дата обращения: 15.02.2020).

5. Ответы специалистов НИИ Атмосфера, Бюллетень № 29 за 3 квартал 2014 [Электронный ресурс]. – URL: http://logosoft.ru/knigi/vozduh/bul_3kv_2014.html (дата обращения: 15.02.2020).

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.2007 № 74 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

7. Занимаешься переработкой рыбы – установи мощности по утилизации рыбных отходов // Общественно-политическое издание «Камчатский край» [Электронный ресурс]. – URL: <http://kam-krai.ru/news/12149-zanimaeshsja-pererabotkoi-ryby-ustanovi-moschnosti-po-utilizacii-rybnyh-othodov.html> (дата обращения: 15.02.2020).

8. Об утверждении Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: Приказ Минсельхоза России от 23.05.2019 № 267 (ред. от 23.05.2019) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

9. О государственной программе Камчатского края «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на 2014-2020 годы»: Постановление Правительства Камчатского края от 29.11.2012 № 533-П [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kamgov.ru/> (дата обращения: 15.02.2020).

10. Об утверждении Стратегии развития рыбопромышленного комплекса Камчатского края до 2025 года: Распоряжение Правительства Камчатского края от 16.02.2011 № 72-ПП [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/446224059> (дата обращения: 15.02.2020).

11. Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон: Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 (ред. от 21.12.2018) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2020).

УДК 595.3(268.45)

Е.А. Горбачева

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

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИЧИНОК *ARTEMIA SALINA* L. ДЛЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В 2010–2019 гг. методом биотестирования исследована токсичность донных отложений Баренцева моря для личинок жаброногого рачка *Artemia salina* L. Изучалось воздействие водных вытяжек донных отложений на выживаемость рачков. По данным экспериментов, на большей части изученной акватории Баренцева моря донные отложения нетоксичны. Токсичные для личинок *A. salina* пробы донных отложений зарегистрированы в Центральном, Норвежском, Демидовском, Западно-Новоземельском, Южно-Новоземельском и Кольском желобах, на Мурманской, Финмаркенской и Северо-Канинской банках, Мурманском мелководье и в прибрежье на участке от Мотовского залива до о. Кильдин. Среди токсичных донных отложений преобладали слаботоксичные. Результаты биотестирования согласуются с опубликованными данными химико-аналитических исследований. В ряде экспериментов токсичность для личинок *A. salina* более разбавленных водных вытяжек донных отложений превышала токсичность концентрированных. Водные вытяжки донных отложений оказывали стимулирующее воздействие на рост личинок *A. salina*.

Ключевые слова: биотестирование, Баренцево море, донные отложения, *Artemia salina*.

Е.А. Gorbacheva

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

EXPERIENCE IN APPLICATION OF *ARTEMIA SALINA* L. LARVAE FOR ECOTOXICOLOGICAL STUDIES OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE BARENTS SEA

During 2010–2019 a bioassay method was applied to study the toxicity of bottom sediments from the Barents Sea for larvae of brine shrimp *Artemia salina* L. The effect of water extracts of bottom sediments on the survival of crustaceans was studied. According to experimental data, bottom sediments are nontoxic in most of the studied water area of the Barents Sea. The sediment samples which are toxic to the larvae of *A. salina* were recorded in the Central, Norwegian, Demidovsky, Zapadno-Novozemelsky, Yuzhno-Novozemelsky and Kolsky gutters; in the Murmansk, Finmarkenskaya and Severo-Kaninskaya sand banks; in the Murmansk shoaling water and in the coastal area from the Motovsky Bay to Kildin Island. The slightly toxic bottom sediments prevailed. The results of the bioassay are consistent with the published data of chemical analytical studies. In a number of experiments, the toxicity for *A. salina* larvae of more dilute water extracts of bottom sediments exceeded the toxicity of concentrated ones. Water extracts of bottom sediments had a stimulating effect on the growth of *A. salina* larvae.

Key words: bioassay, the Barents Sea, marine sediments, *Artemia salina*.

В настоящее время при проведении экологического мониторинга все чаще используется комплексный подход к оценке качества водной среды, который предполагает применение химико-аналитических и биологических методов исследований. Степень загрязнения среды оценивается как по уровню накопления в ней отдельных химических веществ и их сравнению с нормативами или фоновыми данными, так и по результатам биотестирования, биоиндикации и биомаркерам.

Использование при экологическом мониторинге приемов биотестирования позволяет оценить совместное воздействие на тест-организм всего комплекса накопленных поллютантов и пригодность исследуемой среды для существования гидробионтов. Так как тест-организмы характеризуются избирательной чувствительностью к токсикантам, то биотестирование осуществляется, как правило, на нескольких видах гидробионтов, представляющих различные трофические уровни. Особенно часто используются в токсикологических исследованиях ракообразные из-за их широкого распространения в морских и пресноводных водоемах, важной роли в пищевых цепях и высокой чувствительности к поллютантам. Одним из представителей ракообразных, рекомендуемых в РФ для исследования экотоксичности морских вод и донных отложений, является эвригалинный жаброногий рачок *Artemia salina* L. (личинки) [1]. Преимуществом данного тест-организма является возможность использования его при исследованиях вод различной солености в течение большей части года (для получения личинок используются сухие яйца *A. salina*). Среди недостатков *A. Salina* как тест-объекта отмечают особенно сильную изменчивость токсикорезистентности в зависимости от типа действующего агента и стадии развития рачка [2].

Цель наших исследований – оценить экотоксичность донных отложений Баренцева моря с помощью биотеста на личинках *A. salina* и сравнить полученные данные с результатами химико-аналитических исследований. Выявить особенности воздействия водных вытяжек донных отложений на личинок *A. salina*.

Пробы донных отложений для исследования были отобраны в рейсах научно-исследовательских судов в Баренцевом море в 2010–2019 гг. Для отбора проб использовали батометр Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м². До начала исследований донные отложения хранили не более двух месяцев при температуре –20°C.

Токсичность донных отложений определяли по результатам биотестирования их водных вытяжек. Перед приготовлением вытяжек донные отложения высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре (20 ± 5)°C. Высушенные донные отложения заливали водой из условно чистого района моря в отношении 1 : 4 по объему и перемешивали в течение 2 ч. После отстаивания (в течение 1 ч при температуре (20 ± 5)°C и 20 ч при температуре от 2 до 4°C) надосадочную жидкость сливали и центрифугировали при скорости 4000 об/мин в течение 10 мин.

Токсикологические исследования на личинках *A. Salina* проводили в соответствии с ГОСТ Р 53886-2010 [3] и ГОСТ 31960-2012 [4]. В качестве тест-функции выбрали выживаемость рачков. Продолжительность экспериментов составляла 96 ч при температуре (20 ± 2)°C.

Токсический эффект (A, %) водных вытяжек донных отложений вычисляли по формуле (1):

$$A = \frac{\bar{x}_k - \bar{x}_{ан}}{\bar{x}_k}, \quad (1)$$

где \bar{x}_k – среднее арифметическое выживших тест-организмов в контрольной пробе, шт.; $\bar{x}_{ан}$ – среднее арифметическое выживших тест-организмов в анализируемой пробе, шт. [3, 4].

Степень токсичности донных отложений (нетоксичные, слабо-, средне- и высокотоксичные) оценивали в соответствии с ГОСТ 31960-2012 [4].

Всего за период исследований была оценена токсичность 133 проб донных осадков, отобранных преимущественно в открытых районах Баренцева моря (рис. 1). Подавляющее большинство изученных донных отложений не оказывало токсического воздействия на личинок *A. salina*. Токсичными для рачков являлись только 30 проб донных отложений. Причем среди токсичных проб преобладали слаботоксичные – 80%.

Данные биотестирования указывают на относительно низкий уровень загрязнения донных отложений на большей части исследованной акватории Баренцева моря. На основании результатов экспериментов удалось выделить участки накопления загрязнения в Центральном, Норвежском, Демидовском, Западно-Новоземельском, Южно-Новоземельском и Кольском желобах, на Мурманской, Финмаркенской и Северо-Канинской банках, Мурманском мелководье и в прибрежье, от Мотовского залива до о. Кильдин (у м. Медвежий, на траверзе м. Поганьнаволок и напротив м. Черный). Следует отметить согласованность результатов биотестирования данных химического анализа, представленных в литературе. Отмечая в целом низкое загрязнение донных отложений Баренцева моря [5, 6], авторы химико-аналитических исследований регистрировали наиболее высокое накопление ряда поллютантов в осадках Центрального, Западно-

Новоземельского, Южно-Новоземельского желобов, Мурманской банки и прибрежной зоне Западного Мурмана [7].

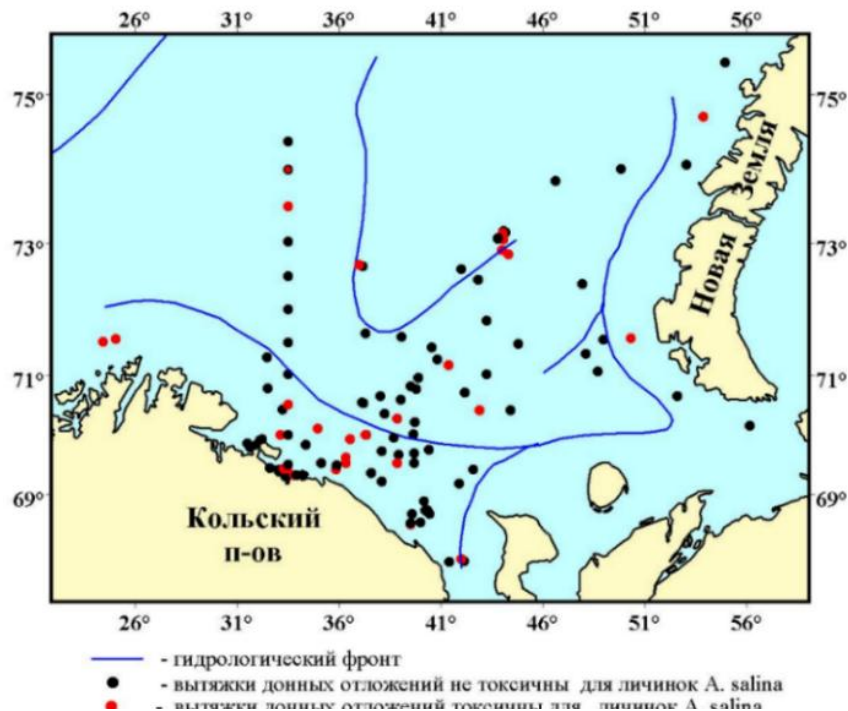


Рис. 1. Результаты биотестирования донных отложений Баренцева моря с использованием личинок *A. salina*

Загрязняющие вещества поступают в Баренцево море преимущественно с теплыми водами Нордкапского течения, транспортирующего поллютанты от североευропейских промышленных центров, атмосферными аэрозолями и вследствие хозяйственной деятельности на акватории. В Южно-Новоземельский и Западно-Новоземельский желобы загрязнение переносится также и с водами холодного течения Литке из Карского моря. В последние годы все больше внимания уделяется исследованиям роли льда в переносе взвешенного вещества в Арктике. При образовании льда взвешенное вещество (включая загрязнение) может захватываться из воды, накапливаться на его поверхности в результате атмосферных выпадений и транспортироваться в район таяния, где оно фиксируется в донных отложениях [8, 9]. В Баренцевом море наблюдается как местный лед, так и поступающий через Карские ворота и пролив между архипелагами Земля Франца-Иосифа и Новая Земля.

С помощью биотестирования можно не только выявить на дне районы повышенного накопления загрязняющих веществ, но и оценить биологическую доступность содержащихся в донных отложениях химических веществ, учесть синергические и антагонистические взаимодействия поллютантов и их метаболитов. При проведении исследований водной вытяжки результаты токсикологического анализа отражают воздействие на тест-организм всего комплекса химических элементов и соединений, перешедших в нее из донных отложений, включая биогенные элементы и легкоокисляемое органическое вещество. Фильтрация или центрифугирование водной вытяжки донных отложений применяется для удаления из нее взвеси, являющейся механическим раздражителем для рачков-фильтраторов. Центрифугирование (скорость 4 000 об/мин в течение 10 мин) позволяет наиболее быстро удалить из вытяжки большую часть присутствующего в ней мелкодисперсного взвешенного вещества и избежать его негативного воздействия на фильтрационный аппарат *A. salina*. Вместе с тем данным методом не удастся полностью отделить наиболее мелкие частицы взвеси, на которых могут быть адсорбированы загрязняющие вещества, в том числе и гидрофобные (хлорорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды и др.). Отмечают, например, что тесно связаны с мелкодисперсной взвесью дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты [10]. В морской среде мельчайшие частицы взвеси

могут попадать в придонные слои воды и переноситься на дальние расстояния после взмучивания верхнего слоя донных отложений течениями, волнами, в результате биотурбации, оползней и т. д. Если при подготовке водных вытяжек из донных отложений не удастся полностью удалить взвешенные вещества, то при биотестировании оценивается экотоксичность всех присутствующих в ней загрязнителей, включая адсорбированные на мельчайших частицах взвеси.

Поступающие в водную вытяжку из донных отложений биогенные элементы и легкоокисляемое органическое вещество, вероятно, способствуют развитию бактерий, простейших и одноклеточных водорослей, которые вместе с мельчайшими частицами взвеси отфильтровываются рачками и используются в качестве корма. Наиболее высокие концентрации пищи создаются в наименее разбавленных вытяжках. Обилие корма может быть причиной более успешной адаптации рачков к загрязнению в наиболее концентрированных водных вытяжках, и токсический эффект может быть в них менее выражен. Часть энергии потребленной пищи может расходоваться в организме личинок *A. salina* на детоксикацию поллютантов. В результате в некоторых экспериментах наблюдали снижение токсичности с увеличением концентрации водной вытяжки донных отложений. На рис. 2 представлены результаты биотестирования донных отложений двух станций, одна из которых располагалась в Южно-Новоземельском, другая – в Кольском желобах Баренцева моря. Донные отложения Южно-Новоземельского желоба оказывали наибольшее токсическое воздействие на личинок *A. salina* в первой серии экспериментов при концентрациях водной вытяжки 0,1 и 1%, во второй – 50%. В Кольском желобе донные отложения отбирались на одной и той же станции в 2016 и 2019 гг. По данным биотестирования в 2016 г., токсический эффект здесь в наибольшей степени проявился при концентрации 50%, в 2019 г. – 0,1 и 10% в первой и второй серии опытов соответственно. В наиболее разбавленных водных вытяжках донных отложений токсикорезистентность рачков к действию токсических соединений снижалась на третьи и четвертые сутки экспозиции, когда большая часть запасов эндогенных питательных веществ была израсходована и ощущался недостаток корма (согласно ГОСТ Р 53886-2010 [3] и ГОСТ 31960-2012 [4] личинок *A. salina* в краткосрочных экспериментах не кормят). Недостаток корма в данном случае являлся дополнительной функциональной нагрузкой и способствовал увеличению чувствительности биотеста. Следует отметить, что в первые 96 ч личинки могут питаться эндогенно [3, 4], и в контроле, для которого использовалась морская вода из условно чистого района Баренцева моря, выживаемость рачков до конца опытов сохранялась на высоком уровне – 95–100%.

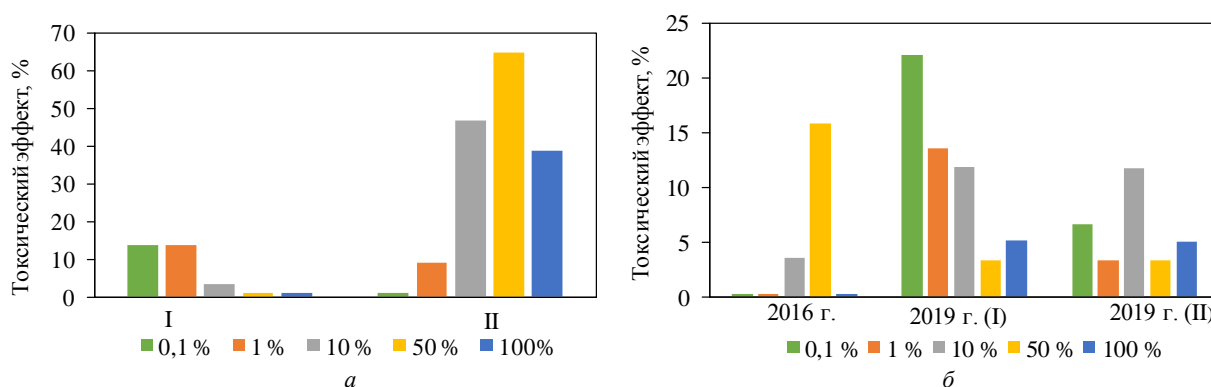


Рис. 2. Токсичность для личинок *A. salina* водных вытяжек донных отложений, отобранных на станциях в Южно-Новоземельском (а) и Кольском (б) желобах Баренцева моря. I – серия экспериментов; II – серия экспериментов; 0,1; 1; 10; 50 и 100% – концентрации водной вытяжки

Обилие корма в водных вытяжках донных отложений зачастую стимулировало рост личинок *A. salina*. Загрязнение водной вытяжки, как правило, не оказывало негативного воздействия на рост рачков. Длина тела личинок *A. salina* в неразбавленных водных вытяжках донных отложений в конце экспозиции превышала контрольный уровень преимущественно на 8–20%, а в некоторых пробах – на 25–60%. Так, например, в водных вытяжках из донных отложений, отобранных в Мотовском заливе Баренцева моря, длина тела личинок *A. salina* составляла в конце эксперимента от 96 до 144% по сравнению с контролем (рис. 3).

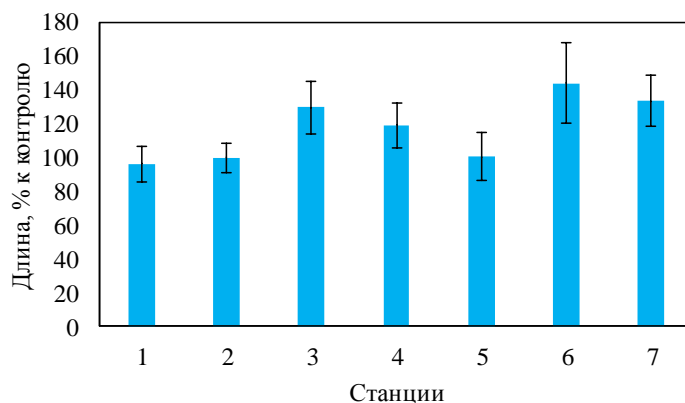


Рис. 3. Длина тела личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений Мотовского залива Баренцева моря, 4-е сут экспозиции (среднее \pm станд. откл., $n = 15$)

Таким образом, по данным биотестирования, на большей части изученной акватории Баренцева моря донные отложения нетоксичны. Токсичные для личинок *A. salina* пробы донных отложений регистрировали во внутренних желобах Баренцева моря, на Мурманской, Финмаркенской и Северо-Канинской банках, Мурманском мелководье и в прибрежной зоне. Среди токсичных донных отложений преобладали слаботоксичные (80%). В ряде экспериментов токсичность для личинок *A. salina* более разбавленных водных вытяжек донных отложений превышала токсичность концентрированных. Водные вытяжки донных отложений оказывали стимулирующее воздействие на рост личинок *A. salina*.

Литература

1. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. – 118 с.
2. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 301 с.
3. ГОСТ Р 53886-2010. Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Стандартинформ, 2010. – 35 с.
4. ГОСТ 31959-2012. Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.
5. Плотицына Н.Ф., Жилин А.Ю. Характеристика состояния загрязнения элементов экосистемы Баренцева моря в 2010 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы II Всерос. научн.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2011. – С. 259–294.
6. Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф. Характеристика состояния загрязнения элементов экосистемы Баренцева моря в 2012 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IV Всерос. научн.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 156–178.
7. Новиков М.А., Жилин А.Ю. Динамика уровней загрязнения донных отложений Баренцева моря в последнее десятилетие // Природные опасности: связь науки и практики: Материалы II Междунар. научн.-практ. конф. (23–24 апреля 2015 г.). – Саранск, 2015. – С. 319–325.
8. Лисицын А.П. Нерешенные проблемы океанологии Арктики // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. – М.: Научный мир, 2001. – С. 31–74.
9. Осадочный материал в снежном покрове дрейфующих льдов в проливе Фрама / В.П. Шевченко, А.П. Лисицын, Е.И. Полякова, Д. Детлеф, В.В. Серова, Р. Штайн // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. – М.: Научный Мир, 2001. – С. 376–384.
10. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для биотестирования / Э.П. Щербань, О.М. Арсан, Т.Н. Шаповал, А.М. Цветкова, Ю.А. Пищолка, И.Г. Кукля // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 100–111.

УДК 582.272

А.Н. Кашутин¹, Е.А. Шадрин², Р.Г. Болотова¹

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

² СШ № 4 им. А.М. Горького, Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: Kashutin-an@yandex.ru

ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ БУРОЙ ВОДОРΟΣЛИ *FUCUS DISTICHUS* (PHAEOPHYCEAE, FUCALES) ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЙ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

В условиях лабораторного эксперимента изучено влияние низкой отрицательной температуры на жизнеспособность и скорость роста бурой водоросли *Fucus distichus* sub sp. *evanescens*. После 382 суток нахождения эмбрионов и проростков фукуса при температуре -23°C и отсутствия освещения их развитие не прекращалось. До инкубирования в экстремальных условиях их абсолютная скорость роста составляла 30,65 мкм/сут, после инкубирования и реконсервации она снизилась до 8,4 мкм/сут. Стадии морфогенеза проростков протекали значительно медленнее, чем в культуре фукуса, развивавшегося без длительного низкотемпературного воздействия. Развитые ризоиды у них сформировались только на 23-е сутки после размораживания, многослойные талломические пластины – на 30-е сутки. Полученные результаты позволяют понять стратегию развития фукуса в зимнее время года, а также указывают на чрезвычайную устойчивость его эмбрионов и проростков к неблагоприятным условиям среды.

Ключевые слова: *Fucus distichus* sub sp. *evanescens*, проростки фукуса, абсолютная скорость роста, отрицательная температура.

A.N. Kashutin¹, E.A. Shadrin², R.G. Bolotova¹

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

² Secondary school № 4 named after A.M. Gorky,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: Kashutin-an@yandex.ru

POSTEMBRYONAL DEVELOPMENT OF BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* (PHAEOPHYCEAE, FUCALES) AFTER PROLONGED EXPOSURE OF LOW NEGATIVE TEMPERATURE

The effect of low negative temperature on the viability and growth rate of brown algae *Fucus distichus* sub sp. *evanescens* was studied in a laboratory experiment. The development of embryos and germlings of alga at a temperature of -23°C and without light did not stop. Before incubation in extreme conditions, their absolute growth rate was 30,65 $\mu\text{m}/\text{day}$, after incubation and reconservation, it decreased to 8,4 $\mu\text{m}/\text{day}$. The stages of morphogenesis of seedlings were much slower than in the culture of fucus, that developed without long-term low-temperature exposure. Developed rhizoids were formed only on the 23rd day after defrosting, multilayer thalломic blades were formed on the 30th day. The obtained results allow to understand the strategy of *F. distichus* development in winter season, and also they indicate the extreme resistance of its embryos and germlings to adverse environmental conditions.

Key words: *Fucus distichus* sub sp. *evanescens*, fucus germlings, absolute growth rate, negative temperature.

В дальневосточных морях России встречается только один из трех подвидов *Fucus distichus* – *F. distichus* subsp. *evanescens* [1, 2]. Он характеризуется высокой скоростью роста и растянутым в течение всего года периодом размножения [3, 4].

Известно, что ранние стадии развития многолетних бурых водорослей являются уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, что, несомненно, влияет на их распространение [5]. Одними из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие проростков

бурой водоросли *F. distichus*, являются лед и низкая температура воды. У берегов Камчатки, в частности в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка), этот вид в течение нескольких месяцев вегетирует при отрицательных температурах, часто вмерзает в припайный лед, присутствующий в разных районах губы от 3 до 5 месяцев [6, 7].

Авачинская губа представляет собой закрытую бухту, весьма своеобразной конфигурации и происхождения. Наличие ледового покрова и низких температур оказывает существенное влияние на формирование в ней физико-химических условий среды обитания и продукционно-деструкционные экосистемные процессы. Возможность длительного существования фукоидов в условиях отсутствия освещения связана с их способностью к поглощению растворенных органических веществ (РОВ) [8]. РОВ используются макрофитами для поддержания энергетического обмена, поскольку было показано поглощение из среды карбонат-ионов при отсутствии освещения и световой фиксации CO_2 [9]. Проведенные М.В. Макаровым и Г.М. Воскобойниковым многолетние наблюдения за развитием фукуса в естественной среде, полевые и лабораторные эксперименты в Баренцевом море, позволили им утверждать, что влияние на батиметрическое распределение водорослей во многом зависит от их способности адаптироваться к смене освещения от полярного дня до полярной ночи.

Температура, как и световой режим, является одним из основных факторов, определяющих границы ареалов и глубины распространения водорослей [9–11]. Зимой во время отлива клетки фукуса под воздействием отрицательной температуры воздуха испытывают промерзание. Стресс от замерзания, которому подвергается фукус, произрастающий в литоральной зоне, редко приводит к летальному исходу. Это подтверждают данные наших исследований и результаты изучения зимнего развития *F. vesiculosus* на берегах северо-западной Атлантики [12–14]. Однако при воздействии отрицательных температур выход созревших к этому времени половых продуктов и их оплодотворение у водорослей прекращаются [15]. Вопрос о том, как переживают длительное промерзание эмбрионы и ювенильные проростки *F. distichus*, успевшие начать свое развитие до становления льда и резкого сокращения светового довольствия подо льдом, до сих пор никем не изучался.

Анализ научной литературы, затрагивающий различные аспекты эмбрионального развития *F. distichus* [14–19], показывает, что, несмотря на длительную историю изучения особенностей вегетации фукуса в природной среде, способность его эмбрионов сохранять жизнеспособность и жизнедеятельность при длительном замораживании, как и способность к развитию после перенесенного холодового стресса, до сих пор не изучалась. Между тем понять биологию развития фукуса и особенности его вегетации в зимнее время без знания этих вопросов невозможно. Для выяснения устойчивости эмбрионов *F. distichus* к воздействию отрицательных температур были проведены лабораторные эксперименты, ответившие на этот вопрос. Описание и обсуждение полученных в ходе их проведения результатов приведено ниже.

Для получения зигот и эмбриональных растений *F. distichus* были использованы маточные растения со зрелыми концептакулами, собранные 7 ноября 2018 г. в литоральной зоне бух. Сероглазка (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка). Они представляли собой двухлетние кустики 16–22 см высоты, с 8–11 дихотомическими разветвлениями и множественными рецептакулами, находящимися в разной стадии созревания. Самые зрелые из них были взяты для высева зигот и получения эмбрионов фукуса в лабораторных культурах.

Питательную среду для культивирования осевших зигот готовили на основе морской воды с соленостью 28‰, отобранной в месте сбора маточных растений *F. distichus*. Морскую воду предварительно стерилизовали и обогащали необходимыми витаминами, микро- и макроэлементами, согласно протоколу для приготовления IMR-среды [20]. Суспензию с развивающимися зиготами поместили в две чашки Петри, которые экспонировали при температуре 10°C и фотопериоде 12 : 12 ч в течение 9 сут. После появления в них многоклеточных эмбрионов одну из чашек (серия № 1) переместили в морозильную камеру с постоянной температурой –23°C и отсутствием света, где ее содержали в течение 382 сут. По истечении указанного выше срока содержимое чашки Петри было разморожено при температуре воздуха 21°C и перемещено в обновленную питательную среду. После этого проростки фукуса содержали в инкубаторе при температуре 7°C и условиях короткого дня (8 ч света и 16 ч темноты). Интенсивность освещения составляла 30 мкмоль фотонов $\text{м}^{-2}\text{с}^{-1}$.

Эмбрионы фукуса во второй чашке Петри (серия № 2), появившиеся после девяти дней, в течение последующих 50 дней содержали при температуре 8°C и фотопериоде 8 : 16 ч и также как размороженные растения измеряли через каждые семь суток или чаще. Наблюдения за развитием эмбрионов и проростков *F. distichus* вели с помощью стереомикроскопа Olympus SZX10 с цветной фотокамерой DP27 (Olympus, Japan). Для определения их линейных размеров использовали программное обеспечение CellSens Entry (Olympus, Japan). За общую длину проростков принимали сумму значений длины их ризоидальной и талломической частей. Измерения проростков фукуса после размораживания были проведены восемь раз через каждые семь суток. Количество измеренных растений всякий раз превышало 30 шт. Полученные значения длины усредняли и высчитывали стандартное отклонение. Абсолютную скорость роста (AGR, мкм/сут) рассчитывали по формуле [21]:

$$AGR = \frac{(L_{\text{общ}})_2 - (L_{\text{общ}})_1}{t_2 - t_1},$$

где $(L_{\text{общ}})_1$ – начальная и $(L_{\text{общ}})_2$ – конечная длина проростка; $(t_2 - t_1)$ – период времени между двумя последовательными измерениями, выраженный в сутках. Статистическую обработку и построение графиков выполняли в Microsoft Office Excel 2013. Общая продолжительность эксперимента составила 440 дней, из которых 382 дня пришлось на фазу низкотемпературного воздействия. Общий период заморозки учитывался в лабораторных измерениях как одни сутки, с 9-го по 10-й день наблюдения.

Глубокому замораживанию были подвергнуты растения фукуса, едва начавшие свое эмбриональное развитие. У них на этот момент уже произошло первое деление зиготы, и у образовавшихся после этого клеток была хорошо выражена первичная дифференциация и поляризация: одна из них была более крупной и округлой – талломической, другая более вытянутой – ризоидальной. Первое деление у зиготы произошло через сутки после оплодотворения яйцеклеток.

На 7-е сутки выращивания при температуре 7°C и условиях короткого дня проростки *F. distichus* состояли уже из 3–8 клеток. Необходимо отметить, что в этот период у них наблюдался наиболее активный цитокинез и рост. Средняя длина эмбрионов фукуса достигла 144,5 мкм (рис. 1). На 9-е сутки их длина уже составляла 205,8 мкм, за двое суток абсолютная скорость роста (AGR) равнялась 30,7 мкм/сут. После этого проростки фукуса из серии № 1 были подвержены продолжительному холодному воздействию.

На рис. 1 приведены данные по изменению длины проростков, развивавшихся без замораживания (серия № 2) и после многодневного замораживания (серия № 1). Через неделю после размораживания и смены питательной среды, на 16-е сутки, длина проростков из серии № 1 увеличилась на 59,8% и составила 328,8 мкм. Развитие проростков из серии № 2 за этот же период проходило интенсивнее, прирост их линейных размеров составил 92,3%. За этот период гиалиновые волоски не сформировались – это указывает на то, что они еще не достигли физиологической зрелости.

Дальнейшее наблюдение за развитием проростков фукуса из серии № 1 в инкубационном шкафу в условиях, близких к холодному времени года, показали, что они формировали многослойную талломическую пластину только на 30-е сутки (рис. 2). Хорошо выраженные ризоиды

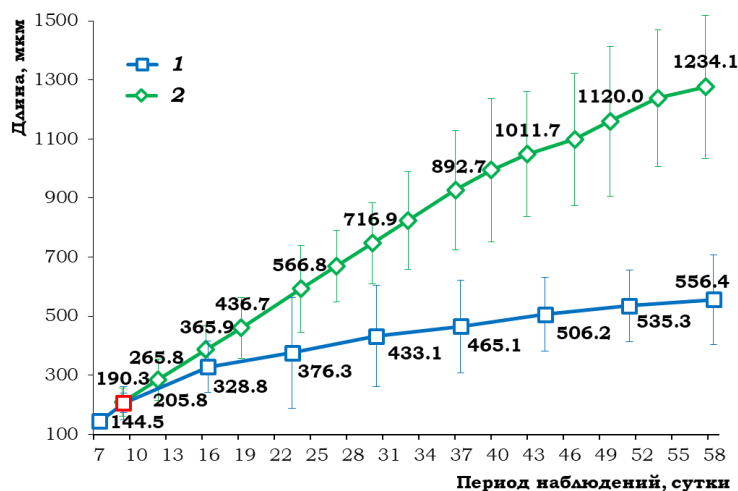


Рис. 1. Развитие проростков *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в лабораторных условиях. (1) – серия № 1, после длительного воздействия низкой отрицательной температуры и отсутствия освещения, красным цветом выделен период заморозки; (2) – серия № 2, выращенная при температуре 8°C и коротком световом дне

были заметны на 23-е сутки культивирования. У проростков, развивавшихся без низкотемпературного воздействия, объемная талломическая пластина была заметна уже на 11-е сутки. Данные по развитию проростков из серии № 2 хорошо согласовались с полученными нами ранее результатами по развитию фукуса в изменяющихся условиях температуры и фотопериода [7]. Скорость роста проростков из серии № 1 в первую неделю выращивания после размораживания составила 17,6 мкм/сут. В дальнейшем она плавно снижалась и за последнюю неделю эксперимента уже не превышала 3 мкм/сут.

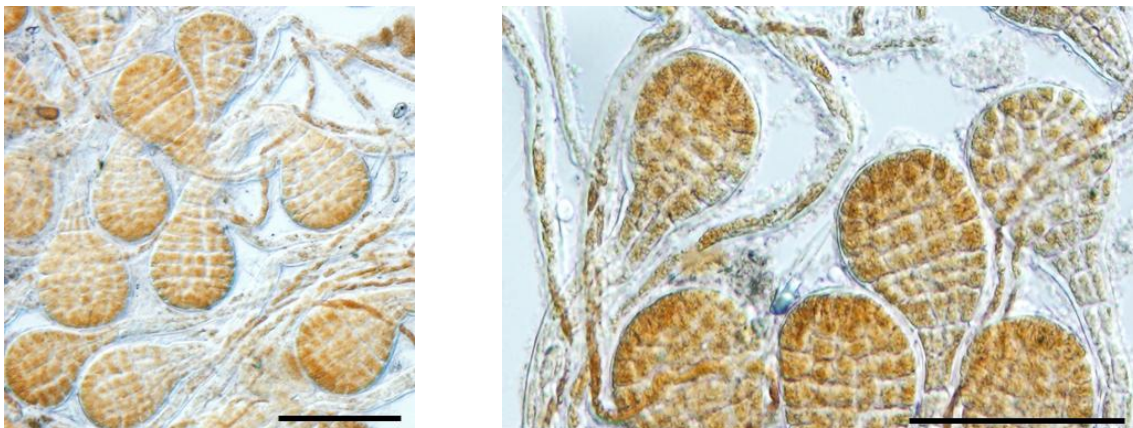


Рис. 2. Проростки *Fucus distichus* subsp. *evanescens* на 30-е сутки эксперимента с объемной талломической частью и хорошо выраженным ризоидом. Масштабная линейка – 100 мкм

Скорость морфофункциональной дифференциации клеток у эмбрионов фукуса из разных серий также различалась. Гиалиновые волоски у проростков из серии № 1 к окончанию эксперимента так и не сформировались, в то же время у проростков из серии № 2 они были отмечены на 23-е сутки. Очевидно, что длительное воздействие низкой температуры и отсутствие света способствовали значительному замедлению развития эмбрионов *F. distichus*. Однако, несмотря на значительно медленный рост и задержку процессов дифференциации клеток у эмбрионов, прирост их длины был, тем не менее, постоянным на протяжении всего эксперимента. Абсолютная средняя скорость роста проростков из серии № 1 за период после размораживания и до окончания эксперимента, т. е. 49 сут, составила 8,4 мкм/сут. Скорость роста проростков в серии № 2 была существенно выше, в 2,5 раза. Таким образом, на основании изложенного выше можно сделать вывод, что в зимний период эмбрионы *F. distichus* не только устойчивы к длительному воздействию экстремально низких температур и отсутствию света, но и продолжают расти и развиваться в жизнеспособные проростки. Проведение дальнейших экспериментов по выявлению адаптивных реакций ранних стадий развития фукуса после холодного шока позволит разработать способ его криоконсервации для последующего использования в целях марикультуры.

Литература

1. Петров Ю.Е. *Fucus distichus* L. emend. Powell и *Fucus evanescens* C. Ag. // Новости систематики низших растений. – 1965. – Т. 2. – С. 64–70.
2. A mtDNA-based phylogeny of the brown algal genus *Fucus* (Heterokontophyta; Phaeophyta) / J.A. Coyer, G. Hoarau, M.-P. Oudot-Le Secq et al. // Mol. Phylogenet. Evol. – 2006. – Vol. 39, iss. 1. – P. 209–222.
3. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
4. Капустин А.Н., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Сезонная динамика роста *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (C. Agardh) Н.Т. Powell, 1957 (Phaeophyceae: Fucales) в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Биология моря. – 2019. – Т. 45, № 4. – С. 231–239.
5. Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 200 с.
6. Капустин А.Н., Климова А.В., Клочкова Т.А. Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. – 2018. – № 44. – С. 88–99.

7. Климова А.В., Капустин А.Н., Клочкова Т.А. Развитие проростков *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (Phaeophyceae, Fucales) в изменяющихся условиях солености, температуры и фотопериода // Вестник КамчатГТУ. – 2019. – № 49. – С. 65–75.
8. Хайлов К.М., Моница Т.Л. Органотрофия у морских макрофитов как функция плотности их популяции в условиях эксперимента // Биология моря. – 1977. – Т. 2. – С. 11–18.
9. Макаров М.В., Воскобойников Г.М. Влияние освещения и температуры на макроводоросли Баренцева моря // Океанология. Труды Кольского научного центра РАН. Вып. 1. – 2013 (14). – С. 95–111.
10. Vandenhoeek C. World-wide latitudinal and longitudinal seaweed distribution patterns and their possible causes as illustrated by the distribution of *Rhodophytan* genera // Helgoland Mar. Res. – 1984. – Vol. 38, № 2. – P. 227–257.
11. Macroecology meets macroevolution: evolutionary niche dynamics in the seaweed *Halimeda* / H. Verbruggen, L. Tyberghein, K. Pauly et al. // Global Ecology and Biogeography. – 2009. – Vol. 18, № 4. – P. 393–405.
12. Bird C.J., McLachlan J. Cold-hardiness of zygotes and embryos of *Fucus* (Phaeophyceae, Fucales) // Phycologia. – 1974. – Vol. 13. – P. 215–25.
13. Chapman A.R.O. Functional ecology of fucoid algae: twenty-three years of progress // Phycologia. – 1995. – Vol. 34. – P. 1–32.
14. Pearson G.A., Davison I.R. Freezing rate and duration determine the physiological response of intertidal fucoids to freezing // Mar. Biol. – 1993. – Vol. 115. – P. 353–62.
15. Pearson G.A., Brawley S.H. Reproductive ecology of *Fucus distichus* (Phaeophyceae): an intertidal alga with successful external fertilization // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1996. – Vol. 143. – P. 211–23.
16. Воскобойников Г.М. Технология плантационного выращивания макрофитов в Баренцевом море: многофункциональная направленность // Инновационный потенциал Кольской науки. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. – С. 284–288.
17. Рыжик И.В., Макаров М.В., Воскобойников Г.М. Физиологическое состояние литоральных бурых водорослей *Fucus serratus* Linnaeus, 1753 и *Fucus distichus* Linnaeus, 1767, произрастающих на плантации-биофильтре в Баренцевом море // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 2. – С. 131–136.
18. Quatrano R.S. Gamete release, fertilization, and embryogenesis in the Fucales. In Handbook of Phycological Methods: Developmental and Cytological Methods, E. Gantt, ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – P. 60–68.
19. Motomura T. Electron and immunofluorescence microscopy on the fertilization of *Fucus distichus* (Fucales, Phaeophyceae) // Protoplasma. – 1994. – Vol. 178. – P. 97–110.
20. Biology of a terrestrial green alga *Chlorococcum* sp. (Chlorococcales, Chlorophyta) collected from the Miruksazi stupa in Korea / T.A. Klochkova, S.-H. Kang, G.Y. Cho, C.M. Poeschel, J.A. West, G.H. Kim // Phycologia. – 2006. – Vol. 45. – P. 115–124.
21. Hunt R. Absolute growth rates // Basic Growth Analysis. – Springer, Dordrecht, 1990. – P. 17–24 [Electronic resource]. – URL: https://doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6_2.

УДК 597.556.31(265.5)

М.Ю. Мурашева, А.М. Токранов

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: rossiaaslubit@gmail.com*

**МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ
БУРОГО МОРСКОГО ПЕТУШКА *ALECTRIAS ALECTROLOPHUS* (STICHAEIDAE)
В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

По материалам 2014–2019 гг. исследована межгодовая динамика размерно-возрастной структуры бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* в Авачинской губе. Установлено, что в приливно-отливной зоне данного водоема размерный состав этого вида стихеевых рыб ежегодно имеет, как правило, сходный, двухвершинный характер с модальными значениями от 56 до 65 и от 86 до 95 мм. Показано, что доминирующей возрастной группой постоянно являются четырехлетки (3+), доля которых в различные годы варьировала от 29,8 до 67,2%. Отмеченная двухлетняя периодичность в преобладании в приливно-отливной зоне Авачинской губы двух-, трех- или четырехлеток бурого морского петушка, возможно, позволяет существенно снизить между ними уровень пищевой конкуренции, более эффективно использовать кормовые ресурсы данного биотопа и поддерживать здесь оптимальную численность этого вида.

Ключевые слова: бурый морской петушок, литораль, Авачинская губа, размерно-возрастная структура, межгодовая динамика.

M.Yu. Murasheva, A.M. Tokranov

*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: rossiaaslubit@gmail.com*

**INTERANNUAL DYNAMIC OF SIZE-AGE STRUCTURE OF STONE COCKSCOMB
ALECTRIAS ALECTROLOPHUS (STICHAEIDAE) IN THE AVACHA BAY
(SOUTH-EAST KAMCHATKA)**

Based on studies of 2014–2019 the interannual dynamic of stone cockscomb *Alectrias alectrolophus* size-age structure in the Avacha Bay was investigated. It was established that the size structure of this Stichaeidae family species in intertidal zone of this area every year has usually similar two-top character with modal meanings from 56 to 65 and from 86 to 95 mm. The dominant age group constantly are fishes at age 3+ which ratio varied from 29,8 to 67,2%. The marked two year periodicity of stone cockscomb individuals at age of 1+; 2+ or 3+ predominance in intertidal zone of the Avacha Bay allows to reduce essentially the level of food competition between fishes, to use food resources of this biotope more effectively and to support the optimal quantity of this species.

Key words: stone cockscomb, intertidal zone, the Avacha Bay, size-age structure, interannual dynamic.

Бурый морской петушок *Alectrias alectrolophus* – типичный представитель литоральных рыб (хотя известны его находки на глубине до 100 м) [1], который постоянно обитает в период открытой воды в приливно-отливной зоне, оставаясь здесь в укрытиях под камнями и в лужах во время отливов [2, 3]. В галечно-валунных биотопах Авачинской губы он считается массовым видом [4–8], который в период с апреля по октябрь держится на литорали. Имеющиеся в нашем распоряжении данные позволяют получить представление о межгодовой динамике размерно-возрастной структуры бурого морского петушка в этом водоеме.

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты сборов бурого морского петушка, выполненных авторами на двух участках литорали северо-восточной части Авачинской губы в июне – июле 2014–2019 гг. (рис. 1). Рыб ловили руками под камнями в приливно-отливных лужах во время максимальных отливов. Выловленных особей бурого морского петуш-

ка фиксировали в 6%-ном формалине, а затем в лабораторных условиях измеряли с точностью до 1 мм (TL). Всего за период наблюдений промерено около 3,7 тыс. экз. этого вида стихеевых рыб. Возраст 131 экз. петушка определен по чешуе. В дальнейшем результаты всех измерений длины с помощью имеющегося размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Статистическую обработку проводили по общепринятой методике [9].

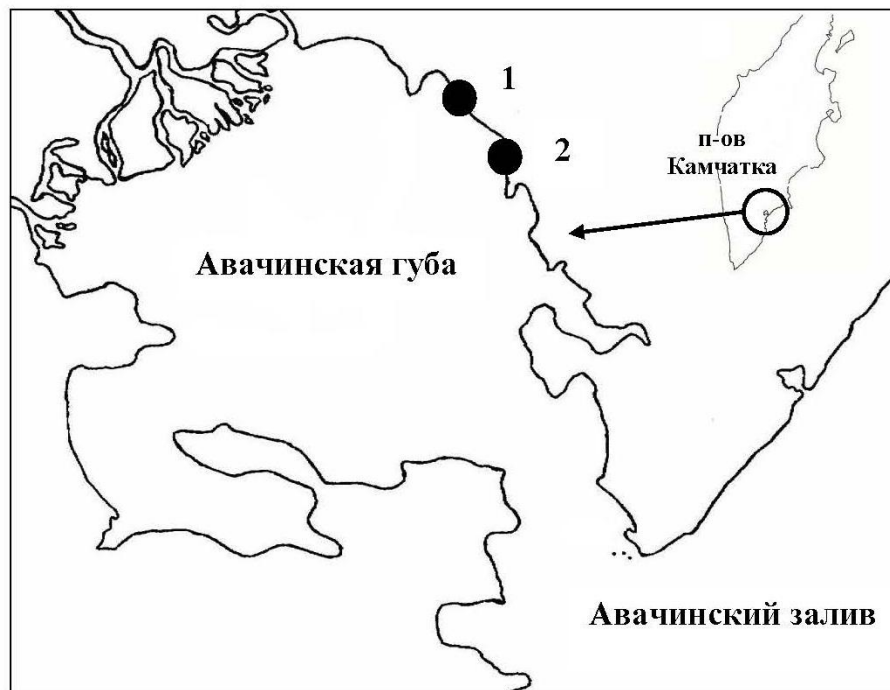


Рис. 1. Карта-схема мест отлова бурого морского петушка в Авачинской губе: 1 – вблизи пос. Сероглазка (2014–2018 гг.), 2 – у сопки Никольской (2016–2019 гг.)

Бурый морской петушок – мелкий, короткоцикловый вид сем. Stichaeidae, максимальная зарегистрированная длина которого в Авачинской губе, по нашим данным, составляет 143 мм, масса тела – 15,9 г, а предельный возраст – 7 лет [10]. Ранее нами было установлено, что, несмотря на некоторые колебания, в июне – июле 2014–2016 гг. кривые его размерного состава в приливно-отливной зоне Авачинской губы ежегодно имели сходный, двухвершинный характер с модальными значениями в различные годы от 56 до 65 мм и от 86 до 95 мм [10]. Первые из них соответствуют двухлеткам (1+), тогда как вторые – в основном четырехлеткам (3+).

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов за шестилетний период наблюдений (2014–2019 гг.) показал, что в размерном составе бурого морского петушка в отдельные годы, как правило, проявлялась та же самая закономерность (рис. 2). Лишь в 2018 г. модальная группа размером 56–65 мм была не выражена, а потому кривая размерного состава имела одну вершину. На протяжении всего периода наблюдений в приливно-отливной зоне Авачинской губы постоянно доминировали четырехлетки (рыбы в возрасте 3+) бурого морского петушка, доля которых колебалась от 29,8% в 2017 г. до 67,2% в 2018 г. (рис. 3). Однако при сравнении относительного количества особей различных возрастных групп в разные годы у этого представителя стихеевых рыб хорошо заметна двухлетняя периодичность в преобладании в приливно-отливной зоне Авачинской губы либо двух- (1+) и трехлеток (2+), либо четырехлеток (3+) (рис. 3), формирующих основу его популяции (их суммарная доля варьирует от 64,1 до 86,1%) (табл.). В настоящее время о причинах отмеченной двухлетней периодичности в доминировании особей этих возрастных групп у бурого морского петушка можно говорить лишь предположительно, так как ряд наблюдений недостаточно продолжителен. Поскольку рыбы всех возрастов у данного вида обитают в течение года в одном и том же биотопе (преимущественно приливно-отливная и прибрежная зоны на глубинах до 5 м) и имеют в Авачинской губе сходный состав пищи, основу которой составляют бокоплавы [11], возможно, отмеченная двухлетняя периодичность в преобладании

на литорали либо его формирующих пополнение двух- и трехлеток, либо доминирующей возрастной группы – четырехлеток (рис. 3, табл.) позволяет существенно снизить между ними уровень пищевой конкуренции. Принимая во внимание тот факт, что бурый морской петушок является малоподвижным видом донных рыб, не совершающим существенных перемещений, к тому же, согласно нашим аквариальным наблюдениям, ведущим ярко выраженный территориальный образ жизни, активно выгоняя с занятого участка других гидробионтов (в том числе своих сородичей), наблюдаемая двухлетняя периодичность в доминировании в приливно-отливной зоне либо двух-, трехгодовиков либо четырехгодовиков, по-видимому, дает ему возможность более эффективно использовать кормовые ресурсы данного биотопа и поддерживать оптимальную численность.

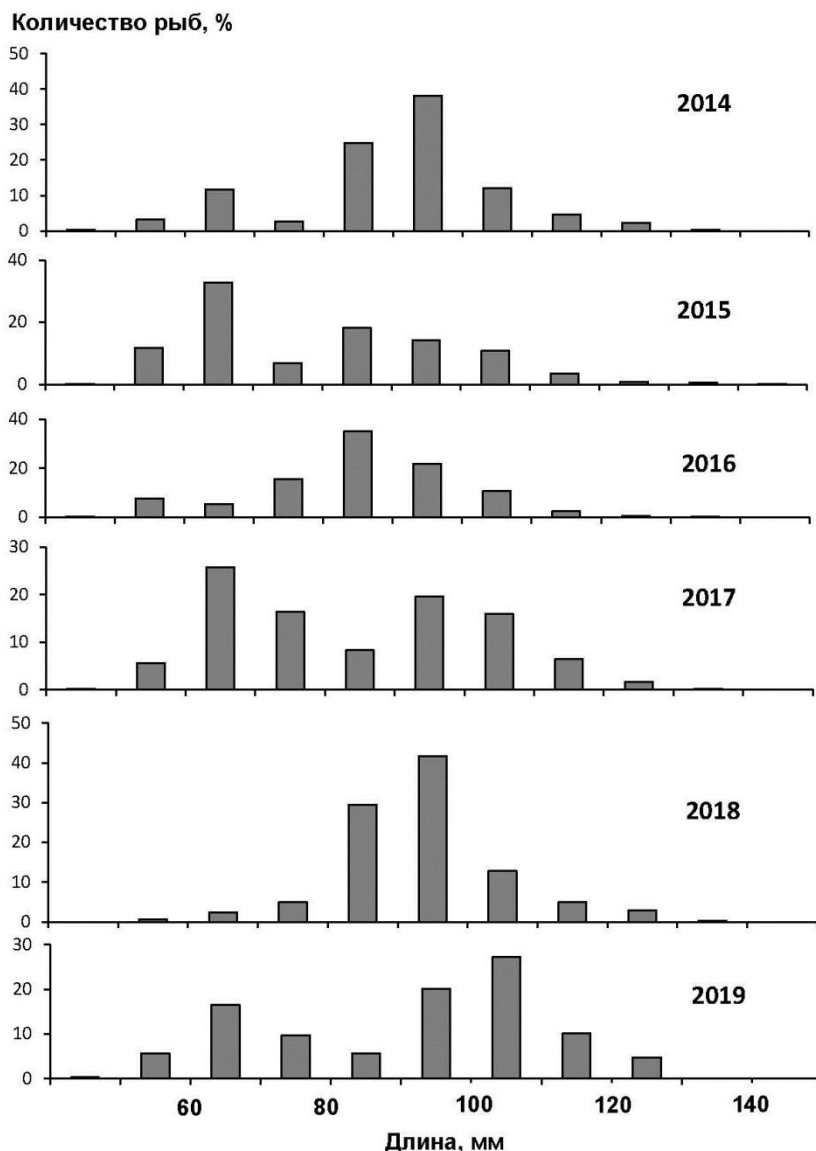


Рис. 2. Размерный состав бурого морского петушка в Авачинской губе в июне – июле 2014–2019 гг.: 2014 г. – n = 307; 2015 г. – n = 424; 2016 г. – n = 1052; 2017 г. – n = 935; 2018 г. – n = 677; 2019 г. – n = 298

Результаты выполненных нами исследований позволяют сделать вывод, что кривые размерного состава бурого морского петушка в приливно-отливной зоне Авачинской губы, как правило, ежегодно имеют сходный, двухвершинный характер с модальными значениями от 56 до 65 мм и от 86 до 95 мм. Однако на литорали доминирующей возрастной группой постоянно являются его четырехлетки (3+), доля которых в различные годы варьирует от 29,8 до 67,2%.

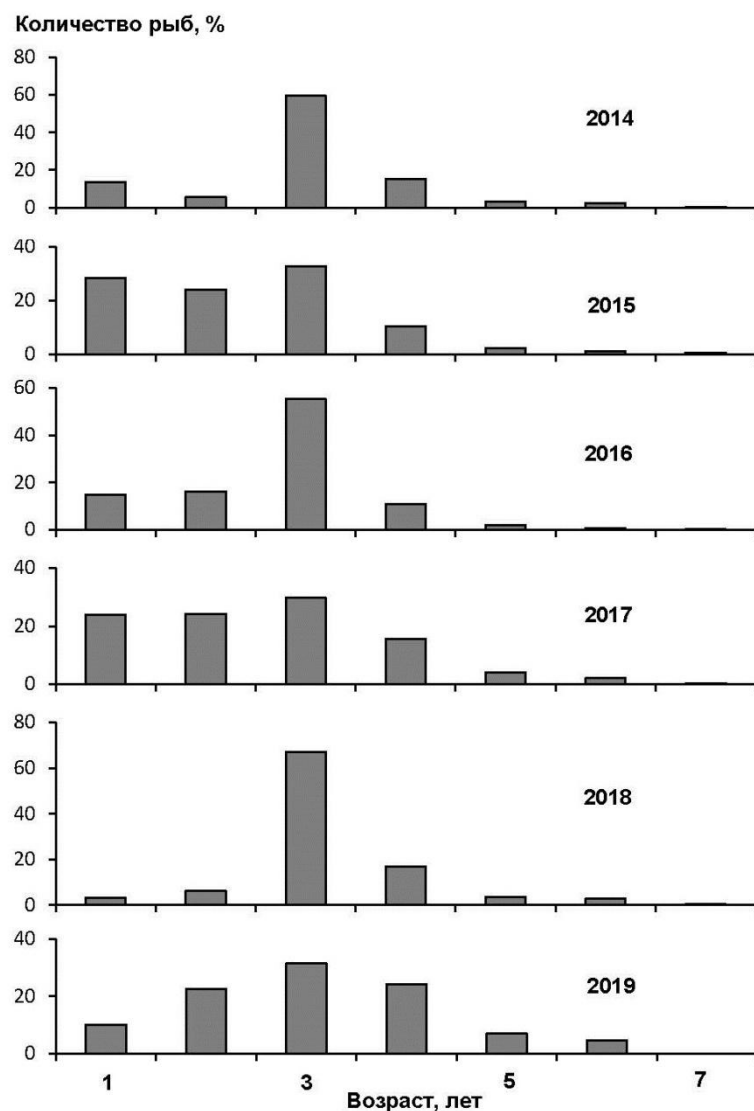


Рис. 3. Возрастной состав бурого морского петушка в Авачинской губе в июне – июле 2014–2019 гг.: 2014 г. – n = 307; 2015 г. – n = 424; 2016 г. – n = 1052; 2017 г. – n = 935; 2018 г. – n = 677; 2019 г. – n = 298

Таблица

Относительное количество (%) особей различных возрастных групп бурого морского петушка в разные годы в приливно-отливной зоне Авачинской губы в июне – июле

Год	Возраст, лет			
	(1+) – (2+)	(3+)	(4+)	>(4+)
2014	19,2	59,6	15,3	5,9
2015	52,6	32,8	10,4	4,2
2016	30,9	55,2	11,0	2,9
2017	48,3	29,8	15,7	6,2
2018	9,4	67,2	16,8	6,6
2019	32,6	31,5	24,2	11,7

Отмеченная двухлетняя периодичность в преобладании в приливно-отливной зоне Авачинской губы либо двух-, трехлеток либо четырехлеток этого вида стихеевых рыб, возможно, позволяет существенно снизить между ними уровень пищевой конкуренции, более эффективно использовать кормовые ресурсы данного биотопа и поддерживать здесь оптимальную численность этого вида.

Литература

1. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. – С. 7–69.
2. Виноградов К.А. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: Дис. ... д-ра биол. наук. – Л.: ЗИН АН СССР, 1946. – 783 с.
3. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
4. Ророн А.М. Fishes of Avatcha Bay on the Southern Coast of Kamtchatka // Coepia. – 1933. – № 2. – P. 59–67.
5. Матюшин В.М. Изменения литоральной ихтиофауны Авачинской губы как показатель степени антропогенного воздействия // Рац. исполъз. ресурсов Камчатки, прилег. морей и развит. производит. сил до 2010 г.: Материалы V регион. науч.-практич. конф. – Петропавловск-Камчатский: ДВО АН СССР. – 1989. – Т. 1. Сост. природн. комплексов. Природн. ресурсы. Охрана природы. – С. 58–59.
6. Токранов А.М. Некоторые черты биологии бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XV Межд. науч. конф., посвящ. 80-лет. со дня основания Кроноцкого гос. природн. биосферного заповедника (18–19 ноября 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 209–213.
7. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Биологическая характеристика бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Труды V Межд. Балтийского морск. форума: Всерос. науч. конф. (23–24 мая 2017 г.). – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский гос. техн. ун-т», 2017. – С. 38–42.
8. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. Ихтиофауна литорали Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. – 2018. – Т. 58, № 4. – С. 422–427.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.
10. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Размерно-возрастная структура бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. – 2017. – Вып. 40. – С. 77–85.
11. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Особенности питания бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) в Авачинской губе (Восточная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 54–59.

УДК [628.16:6287.19](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

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ВОДОЗАБОРА «АВАЧИНСКИЙ» ЕЛИЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Приоритетное направление в сфере обеспечения экологической безопасности – минимизация рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера. При эксплуатации водозабора «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод (ППВ) возможно проявление опасных русловых процессов. Представлены результаты измерений уровней грунтовых вод, доказывающие, что опасные подъемы уровней воды в протоках реки Авача можно прогнозировать. Показано, что для снижения риска возникновения ЧС природного характера на водозаборе «Авачинский» и своевременной организации противопаводковых мероприятий локальную автоматизированную наблюдательную сеть необходимо расширить.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, месторождение питьевых подземных вод (ППВ), наблюдательные скважины, система мониторинга.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina²

¹ Kamchatsky Vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

NATURAL FACTORS INFLUENCE ON THE STATE OF THE WATER INTAKE “AVACHINSKY” OF THE YELIZOVSKY DRINKING GROUNDWATER FIELD

Priority direction in the environmental security sphere are to minimize the risk of natural emergencies. The dangerous channel processes may occur during the operation of the water intake “Avachinsky” of the Yelizovsky drinking groundwater field. The measurement results of ground water levels prove that dangerous rises in water levels in the Avacha river channels can be predicted. It is shown that in order to reduce the risk of natural emergencies at the water intake “Avachinsky” and to organize flood control measures in a timely manner, the local automated observation network must be expanded.

Key words: emergencies, drinking ground water field, observation wells, monitoring system.

Охрана месторождений подземных вод осуществляется в соответствии с требованиями, установленными законодательством Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1]. С целью наблюдения за состоянием подземных вод и своевременного принятия специальных мер по их охране на водозаборах подземных вод эксплуатационные и наблюдательные скважины должны быть оборудованы устройствами для измерения уровней воды [1]. Минимизация рисков возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера является приоритетным направлением в сфере обеспечения экологической безопасности [2].

Водозабор «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод является основным источником водоснабжения Петропавловск-Камчатского городского округа и Елизов-

ской агломерации. Водозаборные сооружения сданы в эксплуатацию в 1975 г. Водозабор «Авачинский» состоит из девятнадцати эксплуатационных скважин глубиной 35 м с дебитом 500 м³/ч каждая, расположенных в пойме р. Авача, в 50 м от уреза воды. Общий вид водозабора представлен на рис. 1.



Рис. 1. Водозабор «Авачинский». Общий вид

Подземные воды Елизовского месторождения имеют значительную гидравлическую взаимосвязь с поверхностными водами р. Авача. Эксплуатационные запасы месторождения на 70% формируются за счет воды, поступающей из проток.

При эксплуатации водозабора «Авачинский» возможно проявление опасных русловых процессов [3]. Расположение водозабора между протоками реки в сочетании с меняющимся руслом создает риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) под влиянием опасных природных факторов.

Влияние опасных природных факторов возникает при проявлении следующих русловых процессов:

- весенне-летние половодья, вызывающие размыв берегов, деформацию русел и образование новых проток;
- заторно-зажорные явления, создающие ледовый подпор в протоках, приводящие к подтоплению островной части водозабора.

Русло р. Авача относится к типу неустойчивых, для участка характерны высокие темпы развития горизонтальных деформаций (2–4 м/год) [4].

За период эксплуатации водозабора с 1976 по 2015 г. гидрогеологический мониторинг производился в соответствии с действующими методическими указаниями один раз в неделю [5–7], этого недостаточно для объективной оценки уровня режима проток. Некоторые наблюдательные посты невозможно посетить при неблагоприятных климатических условиях. Поэтому с декабря 2015 г. на Елизовском месторождении ППВ начато внедрение локальной автоматизированной системы мониторинга с использованием автономных измерительных приборов. Результаты измерений, полученные приборами, регистрирующими уровень воды и ее температуру, показывают, что опасные подъемы уровней воды в протоках р. Авача можно прогнозировать, что продемонстрировано графиком уровней на рис. 2.



Рис. 2. Уровень грунтовых вод в наблюдательной скважине № 49 у протоки, омывающей водозабор

С целью снижения риска возникновения ЧС природного характера на водозаборе «Авачинский» и своевременной организации противопаводковых мероприятий локальную автоматизированную наблюдательную сеть необходимо расширить. Приречные наблюдательные скважины необходимо оснастить измерительными устройствами с системой беспроводной передачи данных через сотовую связь, на несколько компьютеров и телефон (на рис. 3 отмечены белым цветом). Другие наблюдательные скважины (на рис. 3 отмечены бирюзовым цветом) Елизовского месторождения подземных вод необходимо оснастить беспроводными системами с кабелем прямого считывания измерительных устройств с помощью беспроводной технологии Bluetooth.

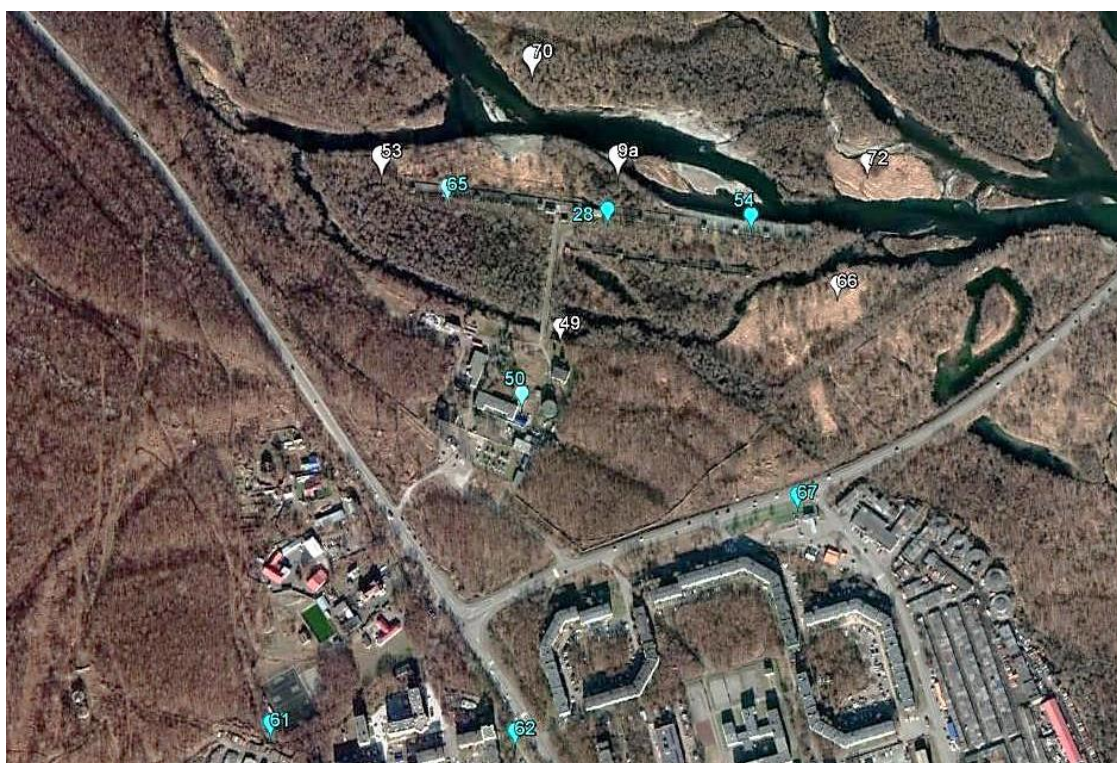


Рис. 3. Наблюдательные скважины Елизовского месторождения питьевых подземных вод

Таким образом, наблюдательные скважины водозабора «Авачинский» необходимо оснастить измерительными устройствами с телеметрической системой передачи данных, что позволит своевременно прогнозировать ЧС природного характера и организовать противопаводковые мероприятия.

Литература

1. Правила охраны подземных водных объектов. Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2016 года № 94.
2. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176.
3. Опасные русловые процессы и среда обитания лососевых рыб на Камчатке / Под ред. С.Р. Чалова, В.Н. Лемана, А.С. Чаловой. – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. – 240 с.
4. 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 с.
5. Организация и производство наблюдений за режимом уровня, напора и дебита подземных вод: Методические рекомендации. – М.: Министерство Геологии СССР. Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО). – 1983. – 60 с.
6. 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.
7. Методические рекомендации по организации мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. – М.: Государственный центр мониторинга геологической среды МПР России, 2000. – 27 с.

УДК [66.95+669.4+669.73:585.272](265.5)

Л.А. Позолотина^{1,2}, А.В. Климова², Н.Г. Клочкова²

¹ Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

**СОДЕРЖАНИЕ Zn, Pb И Cd У БУРОЙ ВОДОРΟΣЛИ
FUCUS DISTICHUS SUBSP. *EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ
(ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

Приведены сведения о содержании токсичных металлов (Zn, Pb, Cd) у бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. Образцы для исследования были собраны с июня по август 2016 г. в северо-восточной части Авачинской губы, в прибрежной зоне бухт Сероглазка, Петропавловская, Завойко и мыса Санникова. Высушенные слоевища фукуса разлагали способом кислотного озоления. Содержание металлов в растворе определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с микроволновой плазмой (МП-АЭС). На основе полученных данных было отмечено увеличение содержания цинка (Zn) с июня по август у водорослей из бухты Петропавловская, которая характеризуется сильным антропогенным загрязнением и представляет полузамкнутую акваторию. Определено большее содержание кадмия (Cd) у растений из бухты Завойко, чем в других местах произрастания *F. distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе.

Ключевые слова: бурые водоросли, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, токсичные металлы, индикатор загрязнения, атомно-эмиссионная спектроскопия с микроволновой плазмой (МП-АЭС), Авачинская губа.

L.A. Pozolotina^{1,2}, A.V. Klimova², N.G. Klochkova²

¹ Kamchatka Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO)
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

**CONCENTRATIONS OF Zn, Pb AND Cd IN BROWN ALGA
FUCUS DISTICHUS SUBSP. *EVANESCENS* IN THE AVACHA BAY
(SOUTHEASTERN KAMCHATKA)**

The data of Zn, Pb, and Cd metals contents in brown alga *Fucus distichus* subsp. *evanescens* are presented. Samples for the study were collected in the summer of 2016 in the north-eastern part of the Avacha Bay (Seroglazka Bay, Petropavlovskaya Bay, Cape Sannikova, Zavoyko Bay). The dried thallus of algae were decomposed by the method of acid ashing. Then the metal content in the acid solution was determined by microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES). Based on the obtained data it was noted an increase of Zn content during the summer in the thalli of plants collected in the Petropavlovskaya Bay, which is characterized by a strong anthropogenic pollution and represents a semi closed water area. The *F. distichus* subsp. *evanescens* plants collected in the Zavoyko Bay have a comparatively higher content of Cd then those collected in other places within the Avacha Bay.

Key words: brown algae, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, toxic metals, indicator of pollution, microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES), the Avacha Bay.

Бурые водоросли являются одними из основных компонентов морских прибрежных экосистем. Они широко используются человеком в качестве биоресурса и имеют важное экономическое значение. Из-за способности бурых водорослей аккумулировать токсичные металлы их применяют при комплексном проведении мониторинга экологического состояния прибрежных

акваторий. Уровни содержания элементов в этих объектах используются для контроля поступления загрязняющих веществ в акваторию и оценки последствий их влияния на биоту [1, 2].

У побережья Камчатки наиболее длительному антропогенному воздействию подвергается акватория Авачинской губы. Вдоль ее береговой линии простирается зона жилой застройки и производственных предприятий, оказывающая негативное влияние на обитающих здесь гидробионтов. Трансформация флоры и фауны Авачинской губы достаточно хорошо изучена [3–5 и др.]. За последние полвека видовой состав ее альгофлоры в местах хронического загрязнения сократился более чем на 75% [3]. Современный состав бурых и красных водорослей во внутренней части Авачинской губы не превышает 20 видов, среди которых преобладают короткоцикловые эфемеры – *Ectocarpus confervoides*, *Petalonia fascia* и комплекс видов *Porphyra sensu lato* и многолетние бурые водоросли – *Alaria marginata*, *Saccharina bongardiana*, *Fucus distichus* subsp. *evanescens* [6]. Последний из указанных является самым массовым видом в литоральной зоне.

Среди морских водорослей-макрофитов *F. distichus* общепризнан как вид-монитор загрязнения окружающей среды [7–9]. Он характеризуется исключительно высокой эвритопностью, хорошо переносит опреснение, нефтяное и металлическое загрязнение. В литоральной урбанофлоре этот вид нередко остается единственным представителем многолетних бурых водорослей в прибрежной зоне.

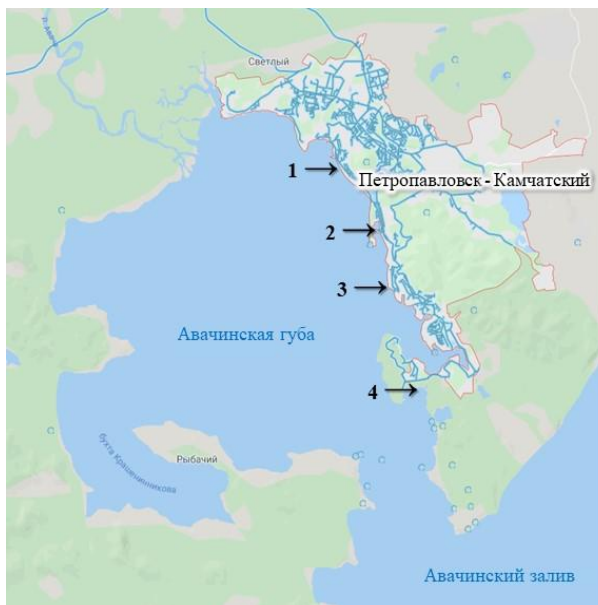


Рис. 1. Карта-схема районов сбора водорослей:
1 – бух. Сероглазка, 2 – бух. Петропавловская,
3 – м. Санникова, 4 – бух. Завойко

Целью предпринятого исследования является оценка уровня металлического загрязнения акватории Авачинской губы в летний период 2016 г. с использованием бурой водоросли *F. distichus*.

Образцы бурой водоросли *F. distichus* были собраны в северо-восточной части Авачинской губы в прибрежных районах бухт Сероглазка, Петропавловская, Завойко и мыса Санникова (рис. 1). Сбор проводили в 2016 г. раз в месяц с июня по август. Водоросли были высушены на воздухе при комнатной температуре. Для микроэлементного анализа были составлены средние пробы для каждого образца.

Содержание металлов в образцах определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой Agilent AES-MP 4200. Кислотное озоление водорослевого материала проводили в системе кислотного разложения проб Milestone Ethos UP согласно рекомендациям фирмы-производителя.

В ходе подготовки проб для анализа взвешивали 0,2 г сухих водорослей, помещали их

в раствор концентрированной азотной кислоты и деионизированной воды (6 : 2), затем проводили разложение в течение 15 мин при температуре 200°C. Полученную после сжигания пробу доводили деионизированной водой до объема 15 мл и анализировали на атомно-эмиссионном спектрометре.

Вычисление концентраций элементов и предварительную обработку полученных данных проводили в программе MP Expert (Agilent Technologies, США) [10]. В настоящей работе все значения содержаний проанализированных металлов в водорослях рассчитаны в мкг на 1 г сухой массы.

Результаты анализа содержания цинка (Zn), свинца (Pb) и кадмия (Cd) в образцах водорослей из Авачинской губы представлены на рис. 2. Содержание цинка у бурой водоросли *F. distichus* в исследуемых районах варьирует от 23,2 до 74,5 мкг/г. Больше всего его было обнаружено в слоевищах фукуса из бух. Петропавловская. При этом содержание цинка в собранных образцах увеличивалось с июня (57,7 мкг/г) по август (74,5 мкг/г). Меньше всего цинк содержали водоросли из бух. Завойко, в среднем 23,7 мкг/г. На протяжении летнего сезона содержание этого металла у фукуса из бух. Завойко и в районе м. Санникова (среднее значение – 32,0 мкг/г) существенно не менялось (рис. 2, а). В образцах из бух. Сероглазка максимальное содержание цинка отмечено в июле и составило 61,6 мкг/г. Это сопоставимо с уровнем его содержания в во-

дорослях из бух. Петропавловская, собранных в то же время.

На основе собственных данных и литературных источников Н.К. Христофорова выделила уровни содержания цинка в *F. distichus*, позволяющие оценить степень антропогенного влияния на акваторию: низкая – 20–40 мкг/г; высокая – содержание металла изменяется в пределах 40–70 мкг/г; сильное промышленное загрязнение – концентрации элемента достигают 1 000–2 500 мкг/г [9]. Также она указала, что в районах умеренного загрязнения, с большей или меньшей интенсивностью, содержание цинка колеблется от одной до нескольких сотен мкг/г. Фоновый уровень его содержания в слоевищах *F. distichus* для прибрежных районов восточной Камчатки составляет 13,9 мкг/г, он был принят на основе экологических исследований водорослей в бух. Старичков (Авачинский залив) [8, 9]. Согласно проведенному нами химическому анализу образцов во всех исследованных районах содержание Zn в фукусах превышало фоновый уровень (рис. 2, а).

Накопление Pb и Cd в водорослях напрямую зависит от его содержания в окружающей среде, которое зависит от природных факторов и наличия источников загрязнения. Диапазоны изменений содержания этих металлов в образцах *F. distichus* во всех обследованных районах Авачинской губы были существенно ниже, чем у цинка (рис. 2, б, в). Так, за период исследований содержание Pb в проанализированных образцах водорослей варьировало от 2,22 до 5,22 мкг/г. Его максимальное значение отмечено у фукуса, собранного в августе в бух. Петропавловская, наименьшее – в июне в бух. Завойко.

Содержание Cd в слоевищах фукуса во всех районах сбора материала не превышало 3,7 мкг/г (рис. 2, в). Для бухт Сероглазка, Петропавловская и мыса Санникова его значение изменялось в диапазоне 1,43–2,24 мкг/г. У водорослей, произрастающих в бух. Завойко, на протяжении летнего сезона содержание кадмия оставалось стабильным и составляло 3,63 мкг/г.

В ходе исследования выявлено, что бух. Сероглазка и бух. Петропавловская подвергаются высокой степени антропогенного влияния. Лучше всего это видно по уровню содержания цинка у бурой водоросли *F. distichus*. Заметное повышение его содержания на протяжении летнего сезона в 2016 г. отмечено в наиболее подверженной антропогенному влиянию полузамкнутой акватории бух. Петропавловская. В районе бух. Завойко и м. Санникова степень антропогенного влияния идентифицируется как низкая. Это объясняется меньшей концентрацией Zn в морской воде этих районов, расположенных в непосредственной близости от относительно чистых океанических вод Авачинского залива.

Сравнительно большое и постоянное на протяжении периода исследований содержание Cd у фукуса из бух. Завойко, вероятно, связано с наличием здесь источника его поступления в окружающую среду.

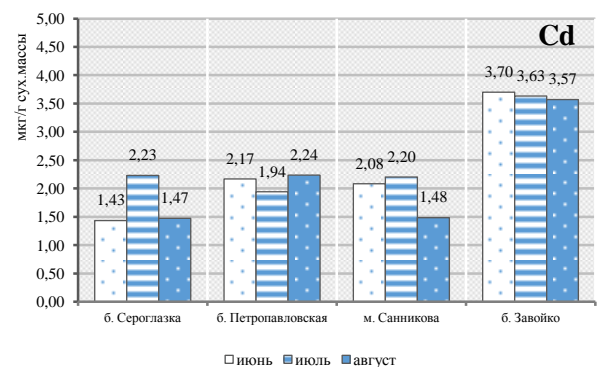
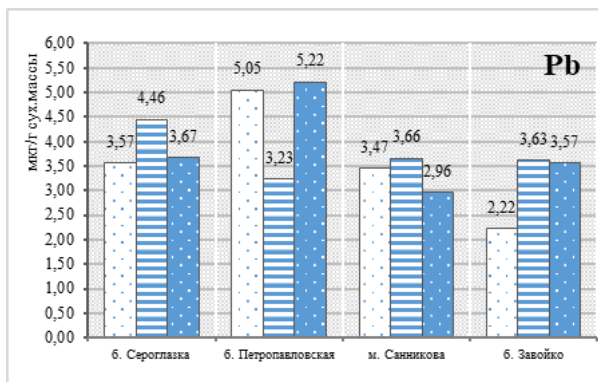
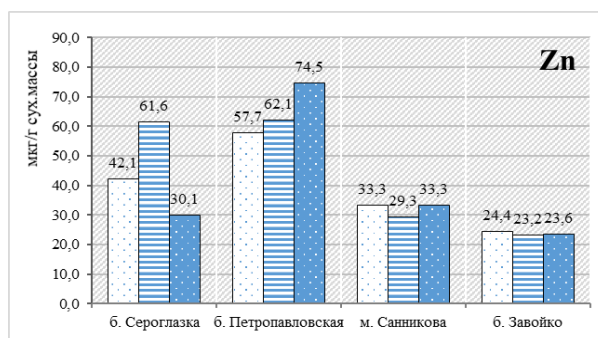


Рис. 2. Изменение содержаний Zn (а), Pb (б) и Cd (в) у *Fucus distichus* subsp. *evanescens* летом 2016 г. в разных районах исследования Авачинской губы

Литература

1. Benthic macroalgae as biological indicators of heavy metal pollution in the marine environments: A biomonitoring approach for pollution assessment / *S. Chakraborty, T. Bhattacharya, G. Singh, J.P. Maity* // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2014. – Vol. 100. – P. 61–68.
2. Potential use of algae for heavy metal bioremediation, a critical review / *A.K. Zeraatkar, H. Ahmadzadeh, A.F. Talebi, N.R. Moheimani, M.P. McHenry* // *Journal of Environmental Management*. – 2016. – Vol. 181. – P. 817–831.
3. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
4. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г / *Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устименко, Н.В. Сергеев, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль* // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. – 2014. – № 34. – С. 5–21.
5. *Очеретяна С.О., Клочкова Н.Г., Клочкова Т.А.* Сезонный состав «зеленых приливов» в Авачинской губе и влияние антропогенного загрязнения на физиологию и рост некоторых зеленых водорослей // *Вестник КамчатГТУ*. – 2015. – № 33. – С. 30–36.
6. *Лопатина Н.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г.* Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения // *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (12–14 марта 2017 г.)*. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 142–147.
7. *Бурдин К.С.* Основы биологического мониторинга. – М.: Изд. МГУ, 1985. – 158 с.
8. *Ковековдова Л.Т.* Микроэлементы в морских промысловых объектах Дальнего Востока России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2011. – 40 с.
9. *Христофорова Н.К.* Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
10. Determination of macro and micronutrients in plants using the Agilent 4200 MP AES / *C.G. Liberato, J.A.V.A. Barros, A. Virgilio, R.C. Machado, A.R.A. Nogueira, J.A. Nóbrega, D. Schiavo*. – Agilent Technologies, 2017. – 5 p.

УДК 332.36(476)

В.В. Финова, Д.В. Болтрукевич

*Полесский государственный университет,
Беларусь, Пинск, 225710
e-mail: finova.viktoriya@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

На сегодняшний день невозможно игнорировать экологический фактор при оценке земли и недвижимости, планировании землепользования, выборе вариантов развития территории и анализе наиболее эффективного использования земли. В работе рассмотрены наиболее острые экологические проблемы землепользования Республики Беларусь, причины их возникновения.

Ключевые слова: экологические проблемы, землепользование, накопление отходов, мелиорация, эрозия почв, загрязнение водных объектов.

V.V. Finova, D.V. Boltrukevich

*Polessky State University,
Belarus, Pinsk, 225710
e-mail: finova.viktoriya@mail.ru*

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF LAND USE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Today it is impossible to ignore the environmental factor when assessing land and real estate, planning land use, choosing options for the development of the territory and analyzing the most efficient use of land. The most acute environmental problems of land use of the Republic of Belarus are considered in the work. The reasons for their occurrence are also considered.

Key words: environmental problems, land use, waste accumulation, land reclamation, soil erosion, pollution of water bodies.

Обеспеченность природными ресурсами является одним из основных факторов стабильности и экономического развития любого государства. XX век стал прорывным по темпам развития технологий, росту численности населения, количеству потребляемых человеком ресурсов. В связи с этим обозначилась всеобщая дефицитность природных ресурсов. Управление ресурсами Земли направлено на обеспечение сбалансированного экономического развития и улучшение окружающей среды посредством устойчивого, рационального и экологически безопасного землепользования. Проблема рационального и эффективного использования земель и формирования на этой основе устойчивого землепользования для решения проблем продовольственной безопасности имеет свое решение на разных уровнях территориального управления, от национального до местного. Вся система государственного управления земельными ресурсами построена таким образом, чтобы обеспечить все земельно-ресурсные аспекты национальной безопасности, в которых продовольственная безопасность, безусловно, играет решающую роль.

Одной из основных причин экологического кризиса в Беларуси является приоритетное развитие ресурсоемких, многоотходных отраслей материального производства без учета естественных способностей природной среды к саморегуляции и восстановлению. Во всем мире отношения между человеком и природой стали одной из основных проблем, стоящей сегодня перед цивилизацией. Наиболее острыми экологическими проблемами являются: загрязнение во многих его формах, проблемы землепользования, отсутствие природных ресурсов, вымирание растений и животных; проблема утилизации отходов; климатические изменения и вытекающие из них глобальное потепление, парниковый эффект и истощение озонового слоя.

Рассмотрим проблемы землепользования Республики Беларусь. Земли являются национальным достоянием Беларуси и основными природными ресурсами для развития страны. Земля действует как компонент окружающей среды, средства производства в сельском и лесном хозяйстве, а также как объект земельно-имущественных отношений. Наиболее актуальной проблемой, стоящей перед Беларусью, все еще является радиоактивное загрязнение в результате аварии на Чернобыльской АЭС и сохраняющаяся угроза окружающей среде от разрушенного реактора и тех блоков, которые продолжают вырабатывать электроэнергию. Загрязнено более 1/5 территории Республики Беларусь радионуклидами (загрязнено более 22% сельскохозяйственных и 21% лесных угодий), что не только резко ограничило ее природно-ресурсный потенциал, но и потребовало огромных затрат на снижение радиационной опасности.

Вторая проблема связана с эрозией почв антропогенного происхождения. Эрозия почвы – разрушение почвы водой и ветром, перемещение продуктов разрушения и их переотложение [1]. Выделяют следующие виды эрозии почвы:

1. Водная эрозия – это смыв почвы талой или ливневой водой. В Республике Беларусь преобладает этот вид эрозии.

2. Ветровая эрозия – интенсивное движение частиц почвы и подстилающих пород по поверхности Земли за счет ветра.

Третьей серьезной проблемой является загрязнение земельных ресурсов поллютантами антропогенного происхождения, поступление которых в почвенный покров обусловлено не только прямым воздействием на него, но и выпадениями вредных веществ из атмосферного воздуха. Воздушная среда крупных городов и промышленных центров Республики Беларусь характеризуется значительным уровнем загрязнения. В год в атмосферный воздух выбрасывается примерно 1,5 млн т загрязняющих веществ: 75% загрязнений обусловлено выбросами автомобильного транспорта; 25% приходится на промышленные предприятия (энергетика, химия и нефтехимия, металлургия и машиностроение, промышленность строительных материалов).

Кроме собственных источников загрязнения территория Беларуси подвергается загрязнению вредными примесями, выбрасываемыми в воздух в соседних странах. Так, по данным Минприроды Республики Беларусь, доля трансграничной серы в выпадениях на территории Беларуси составляет 84–86%, окисленного азота – 89–94%, восстановленного азота – 38–65% [2].

Загрязнение земельных ресурсов вызывает ухудшение качества поверхностных вод в республике, что связано не только со сбросами в них неочищенных или недостаточно очищенных промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, но и с поступлением ливневых и талых вод с урбанизированных территорий и сельскохозяйственных полей. С последними в водоемы попадает 50–60% всех биогенных, органических веществ и нефтепродуктов.

Состояние природных вод республики требует совершенствования способов очистки сточных вод, создания водоохраных зон, предотвращения попадания в водоемы стоков животноводческих комплексов, сокращения объемов водоотведения путем внедрения оборотных систем водоснабжения и т. п.

Серьезные нарушения экологического равновесия природных систем Беларуси вызваны проведением в течение долгих лет крупномасштабных осушительных мелиоративных работ. Мелиорация – комплекс организационных, экономических и технических мероприятий по коренному улучшению земель с неблагоприятными водно-воздушными условиями, физико-химическими свойствами, подверженных вредному механическому воздействию ветра или воды [3].

Мелиорация послужила причиной сокращения суммарной площади болот Беларуси более чем на 40%, а ведь они являются мощным фактором регулирования объективных биосферных процессов, поддержания экологической стабильности всех природных систем. Поэтому важнейшим условием дальнейшего хозяйственного использования болот и разработки торфа, по мнению специалистов Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, должно быть возобновление болотообразовательного процесса путем повторного заболачивания выработанных торфяных месторождений.

Также одной из самых серьезных проблем Беларуси является накопление отходов. Отходы производства – это остатки сырья, полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе производства или выполнения работ, утратившие все или часть первоначальных потребительских качеств; а также сопутствующие вещества, которые образуются в процессе производства и не используются в данном производстве [3].

В 2017 г. объем образования отходов производства в Республике Беларусь составил 55,5 млн тонн. Образование отходов производства на территории Беларуси происходит неравномерно. Без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса 22,48% отходов образуется на предприятиях, расположенных в Могилевской области; 19,57% – в Минской; 17,94% – в г. Минске; 13,72% – в Гомельской; 13,41% – в Гродненской; 8,5% – в Брестской; 4,38% – в Витебской области [4].

Случающиеся изменения в социальной и экономической жизни Республики Беларусь предполагают разработку новых концептуальных подходов к осуществлению процессов землеустройства, которые основаны на целесообразном использовании и охране земель. Вопросы разумного использования и охраны земель становятся особенно актуальными в периоды политических и экономических преобразований, когда происходят изменения в земельной политике и земельных отношениях, а также в нарушение сложившихся отношений и систем сельскохозяйственного производства. Конечно, в такие периоды происходят существенные изменения в структуре землепользования, и поэтому вопросы землепользования имеют основное значение.

Литература

1. Эрозия почвы [Электронный ресурс] // Словари и энциклопедии на Академике. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/154513/Эрозия> (дата обращения: 15.12.2019).
2. Обращение с отходами [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – URL: <http://www.minpriroda.gov.by/ru/otxody-ru/> (дата обращения: 17.12.2019).
3. Экологические проблемы землепользования Беларуси [Электронный ресурс] // Файловый архив. – URL: <https://studfiles.net/preview/5404147/page:11/> (дата обращения: 17.12.2019).
4. Отходы производства и потребления [Электронный ресурс] / Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие "Бел НИЦ "Экология". – URL: <http://www.ecoinfo.by/content/148.html> (дата обращения: 15.12.2019).

Секция 4. ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 664.959.5

М.В. Благоднравова, А.В. Самохин

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

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛЬМАРА В ТЕХНОЛОГИИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ОБОГАТИТЕЛЯ

В статье приводятся данные о целесообразности использования непищевых отходов переработки кальмара для производства многокомпонентного обогатителя. В результате анализа литературных источников установлено, что исследования, направленные на разработку технологии многокомпонентного обогатителя из непищевых отходов переработки кальмара, не проводились. Приведены данные по химическому составу исследуемых образцов кожи тихоокеанского и командорского кальмаров, показано высокое содержание в них белка. Сделан вывод о целесообразности использования кальмара для производства пищевого обогатителя.

Ключевые слова: многокомпонентный обогатитель, кальмар, непищевые отходы, органолептическая оценка, химический состав, биологическая ценность.

M.V. Blagonravova, A.V. Samokhin

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

JUSTIFICATION OF USING NON-FOOD WASTE FROM SQUID PROCESSING IN THE MULTI-COMPONENT CONCENTRATOR TECHNOLOGY

The data upon the expediency of using non-food waste from squid processing in production of a multi-component concentrator is presented in the article. As a result of the literature sources analysis it was found that the researches aimed to develop the technology of a multi-component concentrator from non-food waste of squid processing were not carried out. The data on the content of chemicals in the studied skin samples of Pacific and commander squid are presented. The high protein content in the skin of commander and Pacific squid is shown. The conclusion about the expediency of using squid for the production of food concentrator is made.

Key words: multicomponent concentrator, squid, non-food waste, organoleptic evaluation, chemical composition, biological value.

Устойчивым трендом развития рыбоперерабатывающей отрасли является эффективное и комплексное использование сырья, высокая степень конверсии отходов рыбной промышленности, сокращение энергоемкости и материалоемкости процессов. В утвержденной Правительством РФ Концепции развития рыбного хозяйства на период до 2020 года обозначены основные проблемы рыбохозяйственной отрасли и намечены пути их решения, в частности обеспечение рационального использования водных биологических ресурсов, повышение эффективности их переработки [1].

В последнее время растет интерес исследователей и добывающих организаций к головоногим моллюскам, запасы которых позволяют значительно увеличить их промышленное освоение. Так, сложившаяся структура промысла командорского кальмара стабильна и обеспечивает суммарный вылов порядка 80 тыс. тонн [2]. Запасы тихоокеанского кальмара позволяют добывать от 100 до 180 тыс. т, но, к сожалению, наши рыбаки изымают значительно меньший объем. В то же время японские и южнокорейские рыбаки в среднем вылавливают по 384 тыс. т в год [3].

Тихоокеанский кальмар является наиболее многочисленным в прикамчатских водах. Примечательно, что мясо командорского кальмара по сравнению с тихоокеанским содержит меньше белков и жиров, но больше воды [4]. Отходы переработки головоногих моллюсков достигают 18–44% от их общей массы, относительно высокая доля приходится на покровные ткани (3–11%), что представляет значительный сырьевой ресурс [5]. Непищевые отходы от общего объема вылова в дальневосточных морях кальмаров тихоокеанского *Todarodes pacificus* и командорского *Berryteuthis magister* составляют в среднем 110 тыс. т в год, в том числе на покровные ткани приходится свыше 30 тыс. тонн.

Пищевая ценность покровных тканей кальмаров не уступает мышечной ткани, характеризуется высокой биологической ценностью. Белки кальмара выделяются высоким уровнем содержания таких дефицитных аминокислот, как лизин, лейцин, изолейцин, валин [6]. Перспективным направлением представляется использование покровных тканей кальмара для производства многокомпонентного обогатителя. Такой подход обеспечит получение продукта повышенной пищевой и биологической ценности, богатого полноценными животными белками, микро- и макроэлементами, повысит рентабельность предприятий, позволит рационально использовать ценное сырье.

Целью работы является обоснование технологии многокомпонентного обогатителя на основе непищевых отходов переработки кальмара.

Основным объектом исследований в работе является технология многокомпонентного обогатителя на основе непищевых отходов переработки кальмара. Предметами исследований являются кальмар мороженный (*Todarodes pacificus* и *Berryteuthis magister*) и непищевые отходы (кожа), полученные от разделки.

Отбор образцов для определения органолептических показателей кальмара и химического состава его кожи, а также органолептическую оценку проводили согласно ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [7] и ГОСТ 7631-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний» [8].

Химический состав кожи кальмара определяли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [9]. Определение массовой доли белковых веществ проводили макрометодом Кьельдаля – сжиганием органического вещества в серной кислоте и определением содержания азота титрованием. Определение массовой доли жира проводили методом Сокслета – экстракцией жира органическим растворителем из сухой навески и определением его массы взвешиванием. Массовую долю минеральных веществ определяли сжиганием органических веществ и взвешиванием золы. Для определения массовой доли воды образцы кожи кальмара высушивали при температуре 100–105°C и взвешивали.

Общепризнанным механизмом ликвидации дефицита белка и улучшения пищевой ценности продуктов питания является использование новых его источников. Согласно техническому регламенту «О безопасности пищевых продуктов», пищевые обогатители – это пищевые вещества, индивидуальные или их смеси – готовые композиции (премиксы), используемые для обогащения пищевых продуктов, а именно для повышения пищевой ценности [10]. Одним из видов обогащенных продуктов являются так называемые физиологически функциональные пищевые продукты, или, сокращенно, функциональные продукты, т. е. продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, улучшают течение многих физиологических процессов в организме человека, позволяют ему долгое время сохранять активный образ жизни [11].

Согласно ГОСТ Р 54098-2010 «Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения» [12], под вторичными материальными ресурсами понимают отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

Данный термин применим и к отходам рыбоперерабатывающей отрасли. В настоящее время для создания различных медицинских препаратов, технических продуктов, удобрений, кормовой муки успешно перерабатываются такие отходы от разделки кальмаров, как печень, гонады, остатки желудочно-кишечного тракта. Кожа кальмаров, по результатам физико-химических и гигиенических исследований, отнесена к съедобным частям, что повышает выход готового продукта на 7–11%. Так, кальмар с кожей используют для производства консервов [13].

Пищевая ценность кожи кальмара не уступает таковой мышечной ткани беспозвоночных, характеризуется высокой биологической ценностью, содержит хорошо усвояемые белки, липиды, микроэлементы и витамины. Коллаген кожи играет важнейшую роль в пластической (структурной) функции, входя в состав соединительных тканей, обеспечивая их прочность и эластичность. Литературный анализ данных об аминокислотном, минеральном и витаминном составе покровных тканей кальмара свидетельствует о высокой пищевой ценности данного вида сырья и целесообразности его переработки на пищевые продукты массового потребления.

Мы определили органолептические показатели кальмаров командорского и тихоокеанского, а также общий химический состав их кожи. По органолептическим показателям кальмар мороженный должен соответствовать требованиям ГОСТ 20414-2011 «Кальмар и каракатица мороженные. Технические условия». Результаты исследования органолептических показателей мороженого кальмара представлены в табл. 1 [14, 15].

Таблица 1

Результаты органолептической оценки кальмара мороженого

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 20414-2011	Характеристика тихоокеанского кальмара	Характеристика командорского кальмара
Внешний вид замороженного блоками кальмара	Поверхность чистая. Блоки целые с ровной поверхностью. Могут быть незначительные впадины на поверхности отдельных блоков	Поверхность чистая. Целые блоки с ровной поверхностью. Присутствуют незначительные впадины на поверхности отдельных блоков	Поверхность чистая. Целые блоки с ровной поверхностью. Присутствуют незначительные впадины на поверхности отдельных блоков
Внешний вид (после размораживания)	Поверхность чистая, без повреждений. Могут быть: нарушения целостности мантии (порезы, проколы), нарушения кожного покрова	Поверхность чистая. Присутствуют нарушения кожного покрова	Поверхность чистая. Присутствуют нарушения кожного покрова
Цвет продукции с кожей (после размораживания)	Свойственный данному виду	Свойственный данному виду	Свойственный данному виду
Разделка	Тушка – мантия целая, внутренности, голова со щупальцами и хитиновая пластинка удалены, кожный покров удален или оставлен	Тушка – мантия целая, внутренности, голова со щупальцами и хитиновая пластинка удалены, кожный покров оставлен	Тушка – мантия целая, внутренности, голова со щупальцами и хитиновая пластинка удалены, кожный покров оставлен
Консистенция			
– после размораживания	От упругой до плотной	Упругая	Упругая
– после варки	От сочной до суховатой, плотная, но не жесткая	Сочная	Сочная
Запах (после размораживания)	Свойственный данному виду продукции, без постороннего запаха	Свойственный данному виду продукции, без постороннего запаха	Свойственный данному виду продукции, без постороннего запаха
Вкус и запах (после варки)	Свойственные данному виду продукции, без посторонних привкуса и запаха	Свойственные данному виду продукции, без посторонних привкуса и запаха	Свойственные данному виду продукции, без посторонних привкуса и запаха

Как видно из табл. 1, органолептические показатели мороженого блоками кальмара полностью соответствовали требованиям стандарта.

При разделке головоногих моллюсков отходами считаются внутренние органы и кожа. Массовая доля отходов зависит от вида животного и сезона добычи. Выход отдельных частей тела кальмара от массы тела животного представлен в табл. 2.

Таблица 2

Выход отдельных частей тела кальмара

Часть тела кальмара	% от массы тела животного
Туловище (мантия)	52,95–53,90
Кожа	7,00–11,00
Щупальца	17,60–20,10
Чернильный мешок	6,30–10,60
Хитиновая пластина	0,20–0,30
Печень	2,40–6,40
Остальные внутренности	12,20–15,60

Для обоснования использования кожи кальмара как сырья для производства обогатителя был изучен ее химический состав. Данные химического состава исследуемых образцов кожи кальмара приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание химических веществ в коже кальмара

Наименование показателя	Образец кожи кальмара	
	тихоокеанского	командорского
Массовая доля воды, %	79,6	80,7
Массовая доля минеральных веществ, %	1,8	1,4
Массовая доля белка, %	14,5	14,2
Массовая доля жира, %	4,0	3,6

Как видно из табл. 3, кожа кальмара командорского содержит больше воды (80,7%), чем тихоокеанского кальмара (79,6%), при этом содержание белка, жира и минеральных веществ у последнего выше. В целом содержание химических веществ в коже кальмара находится приблизительно на одинаковом уровне. Таким образом, кожа кальмара содержит значительное количество белка (свыше 14%), а также до 2% золы. Проведенные исследования химического состава кожи командорского и тихоокеанского кальмаров позволяют сделать вывод о ее высокой биологической ценности и целесообразности использования для производства многокомпонентного обогатителя.

В результате анализа литературных источников сделан вывод, что при разделке кальмара образуются значительные объемы отходов, в частности покровных тканей 7–11%. Качественная и количественная оценка отходов, получаемых при производстве основных пищевых продуктов из беспозвоночных, свидетельствует о возможности их использования не только для получения кормовой и технической, но пищевой продукции. Литературный анализ показал, что исследования, направленные на применение технологии многокомпонентного обогатителя на основе непищевых отходов переработки кальмара, в частности его покровных тканей, ранее не проводились, в связи с чем данное направление является перспективным. Покровные ткани кальмара характеризуются высокой пищевой ценностью, широко используются в рыбоперерабатывающей промышленности. На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что покровные ткани командорского и тихоокеанского кальмаров содержат значительное количество белка (14,2 и 14,5% соответственно) и до 2% минеральных веществ. Целесообразно использовать кожу кальмара для производства пищевого обогатителя.

Литература

1. О концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 02.09.2003 № 1265-р (ред. от 21.07.2008). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99310/ (дата обращения: 17.02.2020).

2. История развития промысла командорского кальмара в водах России и его современное состояние / Д.О. Алексеев, В.А. Бизиков, Д.А. Ботнев, Ф.В. Лищенко. – Труды ВНИРО. – 2018. – Т. 170. – С. 90–104.
3. Неуловимый кальмар [Электронный ресурс]. – URL: fishnews.ru.
4. Промысловый лов кальмара [Электронный ресурс]. – URL: delvaneo.ru
5. Михайл С.А. Пищевая ценность различных видов кальмаров // Современные проблемы изучения мирового океана: Материалы I научно-практической конференции молодых ученых. – М, 2010. – С. 56–58.
6. Мезенова О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учебник. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
7. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методу отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2007. – 16 с.
8. ГОСТ 7631-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний. – М.: Стандартинформ, 1988. – 34 с.
9. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: ИПК Стандартов, 2003. – 23 с.
10. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011: Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09 декабря 2011 г. № 880. – 242 с.
11. ГОСТ 52349–2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.
12. ГОСТ Р 54098-2010. Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2011. – 19 с.
13. ГОСТ 18423–2012. Консервы из кальмара и каракатицы натуральные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 11 с.
14. ГОСТ 20414-2011. Кальмар и каракатица мороженые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017. – 15 с.
15. О безопасности рыбы и рыбной продукции: Технический регламент Евразийского Экономического Союза ТР ЕАЭС 040/2016: Утвержден Решением Комиссии Евразийского экономического союза от 18 октября 2016 г. № 162. – 57 с.

УДК 664.955.7

М.А. Бондаренко, Н.С. Салтанова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru*

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА БИОХИМИЧЕСКОГО СОЗРЕВАНИЯ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕСЕРВОВ

Обоснована технология пресервов из рыбных молок, в которой для интенсификации биохимического созревания используется ферментный препарат. В процессе посола молок происходит накопление аминокислот азота и увеличение буферности, при этом более интенсивно процесс происходит в тканях молок при их посоле в солевом растворе с добавлением ферментного препарата, причем чем выше количество препарата, тем интенсивнее накопление аминокислот азота.

Ключевые слова: рыбные молоки, биохимическое созревание, ферментный препарат, буферность, аминокислот азот, органолептические показатели.

M.A. Bondarenko, N.S. Saltanova

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

INTENSIFICATION OF SALMON MILT BIOCHEMICAL MATURATION PROCESS IN PRESERVES PRODUCTION

The fish milt preserves production technology characterized by using an enzymatic agent to intensify biochemical maturation was proved. In the process of milt salting the amine nitrogen accumulation and buffering growth occurs. The more intensive process is observed when milt is salted with the enzymatic agent addition. And the higher the amount of chemicals is, the more intensive the amine nitrogen accumulation occurs.

Key words: fish milt, biochemical maturation, enzymatic agent, buffering, amine nitrogen, organoleptic parameters.

Молоки лососевых рыб являются ценным сырьем в пищевом отношении, т. к. содержат значительное количество белка. В молоках лососевых обнаружены белки – протамины, которые характеризуются высоким содержанием аргинина (70–80%) [1]. Анализ литературных данных показывает, что молоки лососевых являются естественным источником полиненасыщенных жирных кислот [2, 3]. В составе жирных кислот преобладают эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и пальмитиновая кислоты. Молоки лососевых богаты такими минеральными веществами, как калий, кальций, натрий, магний, медь, которые обеспечивают построение опорных тканей скелета, участвуют в образовании специфических ферментов пищеварительного тракта и гормонов, способствуют нормальному осуществлению обмена веществ, росту и развитию организма [4]. Они содержат значительное количество витаминов группы В (В₁₂ – 38 мкг%, В₁ – 185 мкг%, В₂ – 330 мкг%, В₆ – 711 мкг%, РР – 407 мкг%), витамин С – 4,2 мкг%. Таким образом, продукты с их добавлением можно отнести к функциональным продуктам питания.

Важным фактором при производстве соленой продукции, в том числе пресервов, является активность ферментной системы рыбного сырья. Для характеристики способности рыбного сырья к созреванию используют показатель глубины гидролиза белков (ГГБ) при pH 6–6,5 и аминокислотный коэффициент (К). В том случае если показатель глубины гидролиза белков превышает 4%, сырье относят к быстросозревающему, у среднесозревающего сырья глубина гидролиза белков составляет 2–4% и у слабосозревающего – менее 2%. При К < 1,5 рыбы почти не способны к созреванию [5]. В исследованиях различных авторов установлено значение

ГТБ молок лососевых – 1,89% и К молок лососевых – 1,43. Эти данные свидетельствуют о слабой способности молок лососевых к созреванию при pH 6–6,5 [6]. Таким образом, при их использовании в качестве сырья для производства пресервов целесообразно применять активаторы процесса созревания для получения продукта с «букетом» созревания.

Обоснование технологии пресервов из молок лососевых заключалось в анализе современных способов посола рыбного сырья и производства пресервов, в изучении научных основ и практических способов регулирования процесса биохимического созревания рыбного сырья, в исследовании процесса биохимического созревания при посоле молок и определении влияния технологических факторов (вида посольной среды, продолжительности посола) на скорость процесса созревания молок, в обосновании оптимальных технологических режимов получения соленых молок, в разработке рецептур пресервов из молок в заливках.

Для интенсификации процесса биохимического созревания использовали ферментный препарат «Микразим». Показателями, характеризующими изменения в белках при биохимическом созревании в процессе посола, являются буферность и накопление аминного азота (АА). Для изучения влияния протеаз, содержащихся в ферментном препарате «Микразим», на степень созревания рыбных молок определяли степень гидролиза белков по показателям буферности и аминного азота в течение трех суток через каждые 24 ч. Буферность определяли титриметрическим методом по ГОСТ 19182 «Пресервы рыбные. Методы определения буферности». Определение аминного азота проводили методом формального титрования в модификации А.П. Черногорцева.

Молоки нарезают кусочками размером 2–2,5 см. Посол молок осуществляли в 5%-ном солевом растворе при соотношении молок и солевого раствора 1 : 1,5. Это соотношение обеспечивает достаточную изоляцию продукта от окружающей среды. Перед добавлением ферментного препарата осуществляли предварительный подогрев солевого раствора до 36–37°C, после чего в раствор добавляли ферментный препарат в количестве 0,5; 1; 1,5%.

На рис. 1 и 2 приведено изменение содержания аминного азота и буферности молок лососевых в процессе их посола и созревания в посольных средах с разной концентрацией ферментного препарата.

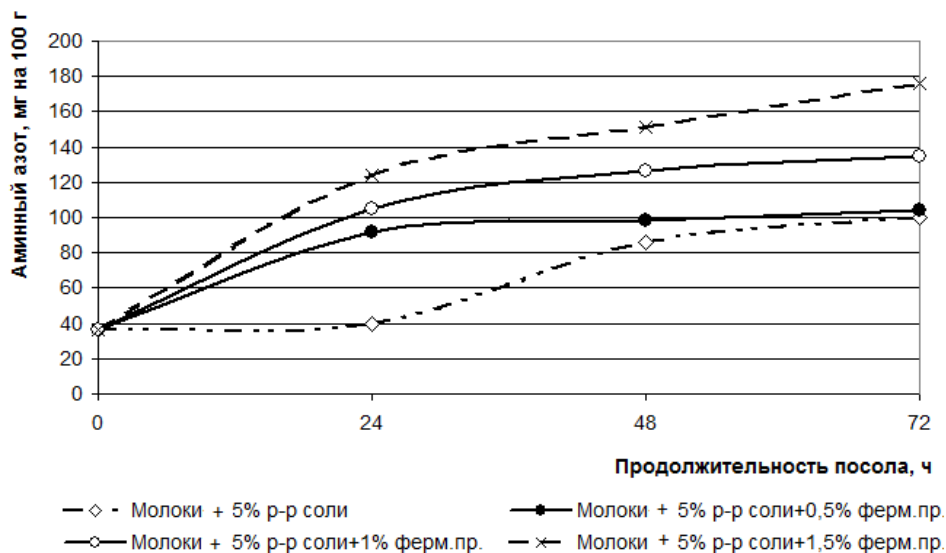


Рис. 1. Изменение содержания аминного азота в молоках лососевых в процессе посола

Из рис. 1 видно, что в процессе посола молок происходит накопление аминного азота, при этом более интенсивно процесс протекает в тканях молок при их посоле в солевом растворе с добавлением ферментного препарата, причем чем выше количество препарата, тем интенсивнее идет накопление аминного азота. Так, через 48 ч выдерживания молок в солевом растворе значение аминного азота для молок, посоленных с добавлением ферментного препарата в количествах 0,5; 1 и 1,5% к массе солевого раствора, выше в 1,5–2 раза по сравнению с молоками, посоленными без добавления ферментного препарата.

При посоле изменение буферности тканей молок (рис. 2), как и изменение аминного азота, происходит быстрее при посоле с добавлением ферментного препарата. Причем значения буферности, полученные для разных образцов молок, коррелируют со значениями аминного азота.

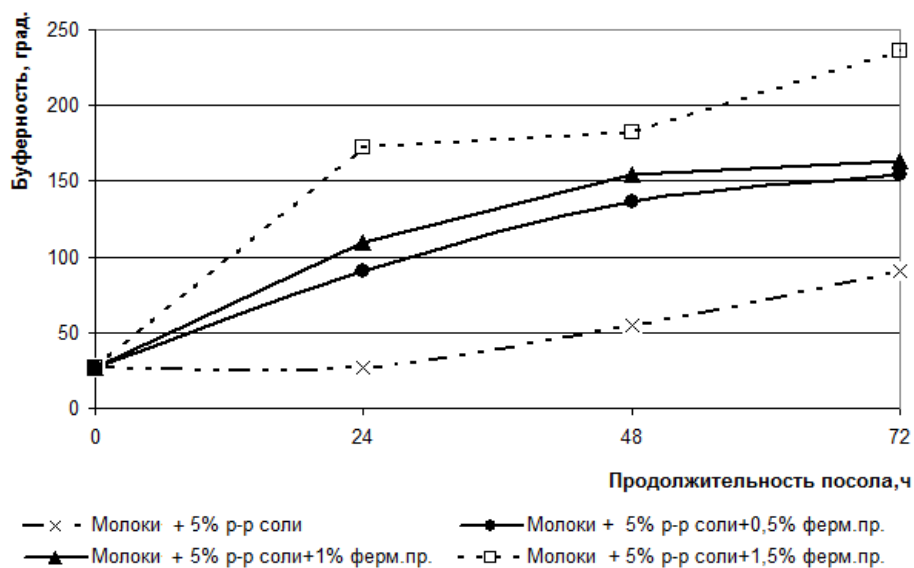


Рис. 2. Изменение буферности молок лососевых в процессе посола

На рис. 3–5 приведено изменение внешнего вида молок горбуши (консистенции, структуры), которые были выдержаны в солевых растворах с разным количеством ферментного препарата. Очевидно, что образцы были подвержены гидролитическим процессам, о чем свидетельствует приобретение молоками более мягкой консистенции.



Рис. 3. Изменения молок горбуши после 48 ч при добавлении 1%-ного ферментного препарата к массе солевого раствора



Рис. 4. Изменения молок горбуши после 48 ч при добавлении 1,5%-ного ферментного препарата к массе солевого раствора



Рис. 5. Изменения молок горбуши после 72 ч при добавлении 1,5%-ного ферментного препарата к массе солевого раствора

Профилограммы органолептической оценки молок горбуши, посоленных с добавлением разного количества ферментного препарата, приведены на рис. 6 и 7.

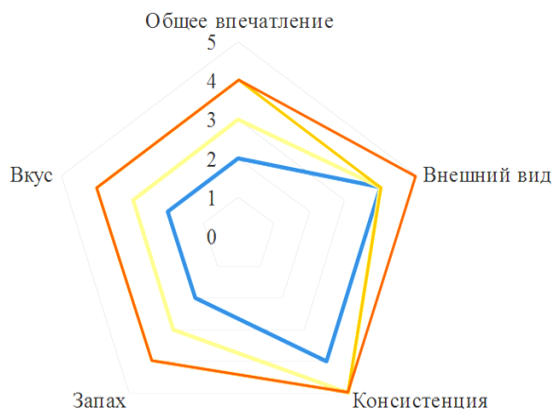


Рис. 6. Профилограмма органолептической оценки молок после 48 ч посола при добавлении 0; 0,5; 1,0; 1,5%-ного ферментного препарата к массе солевого раствора:

- молоки+5%-ный раствор соли
- молоки+5%-ный раствор соли+0,5%-ный ферм. пр.
- молоки+5%-ный раствор соли+1%-ный ферм. пр.
- молоки+5%-ный раствор соли+1,5%-ный ферм. пр.

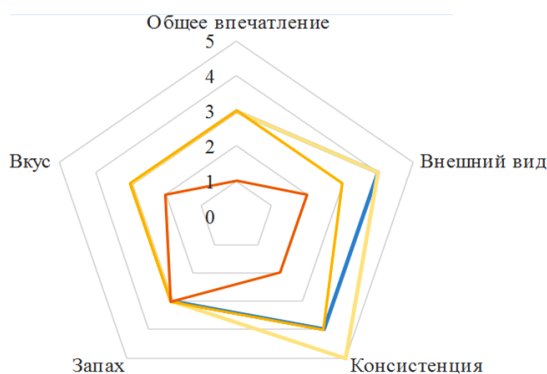


Рис. 7. Профилограмма органолептической оценки молок после 72 ч посола при добавлении 0; 0,5; 1,0; 1,5%-ного ферментного препарата к массе солевого раствора:

- молоки+5%-ный раствор соли
- молоки+5%-ный раствор соли+0,5%-ный ферм. пр.
- молоки+5%-ный раствор соли+1%-ный ферм. пр.
- молоки+5%-ный раствор соли+1,5%-ный ферм. пр.

Как видно из рис. 6, через 48 ч выдерживания молок в солевом растворе у образцов 1 и 2 (при количестве ферментного препарата 0 и 0,5%) консистенция, вкус и запах созревания были

слабо выражены, в то время как у образцов 3 и 4 (количество ферментного препарата 1 и 1,5%) наблюдался выраженный «букет» созревания. Через 72 ч (рис. 7) органолептические показатели ухудшились у всех четырех образцов – появился неприятный кислый запах, и начал проявляться вкус горечи.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что ферментный препарат, добавляемый в солевой раствор при посоле молок, оказывает положительное влияние на степень их созревания. При этом, учитывая органолептические показатели молок, оптимальная продолжительность их посола с добавлением ферментного препарата составляет не более 48 ч.

После посола молоки оставляли для стекания влаги и направляли на производство пресервов. В результате исследований разработаны рецептуры заливок для пресервов с добавлением папоротника, черемши, бурых водорослей и водорослевого альгинатсодержащего геля. Установлено, что оптимальное количество геля в заливках не должно превышать 5%. При большей концентрации геля наблюдалось появление ярко выраженного неприятного привкуса.

Литература

1. *Заленский А.О., Буххольц П., Ибрагимов Р.Х.* Сравнительное исследование протаминов лососевых рыб // Цитология. – 1980. – Т. 22, № 6. – С. 727–729.
2. *Акулин В.Н., Первунинская Т.А.* Жирно-кислотный состав некоторых видов тихоокеанских рыб // Исслед. по технол. рыб. продуктов. – Владивосток: ТИНРО, 1974. – Вып. 5. – С. 39–42.
3. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых / *Ю.И. Касьяненко, Ю.В. Ковалева, Л.М. Эпштейн и др.* // Известия ТИНРО. – Владивосток: ТИНРО, 1997. – Т. 120. – С. 37–43.
4. *Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Штанюк Л.Н.* Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект концепции здорового питания населения России // Вопр. питания. – 1999. – № 1. – С. 3–11.
5. *Борисочкина Л.И., Дубровская Т.А.* Технология продуктов из океанических рыб. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
6. *Шендерюк В.И.* Перспективные направления улучшения качества, расширения ассортимента пресервов, соленой и копченой продукции, развития научных исследований в области посола и копчения рыбы // Сб. науч. тр. АтлантНИРО «Прогрессивная технология производства пресервов соленой и копченой продукции». – 1989. – С. 5–24.

УДК 664.955.7:639.223

Д.А. Долгань, В.Б. Чмыхалова

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРОЖЕННОЙ САЛАТНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ МИНТАЯ

Приведена краткая характеристика химического состава минтая. Описана технология замороженной салатной добавки из мышечной ткани минтая. Представлены результаты исследований микробиологических, органолептических и химических показателей готовой продукции. Результаты разработки рецептуры салатной добавки на основе мышечной ткани минтая показаны на основе органолептической оценки.

Ключевые слова: минтай, салатная добавка, химический состав, органолептические показатели.

D.A. Dolgan, V.B. Chmykhalova

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

TECHNOLOGY OF FROZEN SALAD ADDITIVE BASED ON POLLACK MUSCLE TISSUE

The brief description of pollack chemical composition is given. The technology of frozen salad additive from pollack muscle tissue is described. The study results of microbiological, organoleptic and chemical indices of finished products are presented. The results of the pollack muscle tissue salad additive formulation based on organoleptic evaluation are shown.

Key words: pollack, salad additive, chemical composition, organoleptic indices.

В последние годы интерес потребителей к рыбной продукции значительно возрос. Это связано с уникальным химическим составом большинства гидробионтов, содержащих в составе полноценные белки, высоконасыщенные жиры, макро-, микроэлементы, витамины. С повышением уровня жизни населения возрастает и спрос на деликатесную продукцию, на продукцию из моллюсков, ракообразных. В то же время такая продукция имеет высокую стоимость и остается недоступной для многих потребителей. В связи с этим возникает необходимость расширения ассортимента производимой аналоговой продукции, имитирующей мясо моллюсков и ракообразных, на основе ценного рыбного сырья с более низкой стоимостью [1].

Массовой промышленной рыбой в северной зоне Тихого океана является минтай. Мышечная ткань минтая содержит около 15,9% белка, 0,7% жира, энергетическая ценность составляет 293 кДж [2]. Благодаря низкому содержанию липидов и высокому содержанию белков мясо минтая является диетическим продуктом, содержащим все незаменимые аминокислоты.

Целью нашей работы являлось создание нового вида варено-мороженой продукции из мышечной ткани минтая со вкусом крабового мяса. Рецепт продукта не предполагает использования синтетических пищевых добавок, усиливающих вкус и аромат продукта, стабилизаторов консистенции, красителей и консервантов.

Технологическая схема производства замороженной салатной добавки на основе мышечной ткани минтая приведена на рис. 1.



Рис. 1. Технологическая схема приготовления замороженной салатной добавки на основе мышечной ткани минтая

В качестве сырья использовали филе минтая без кожи мороженое, по качеству соответствующее требованиям ГОСТ 3948-2016 «Филе рыбы мороженое. Технические условия» [3]. Филе минтая размораживали на воздухе при температуре 20°C в течение 10 ч. После размораживания филе зачищали от остатков костей и отправляли на мойку. Мойку производили водопроводной водой при температуре 15°C, после чего оставляли филе на 30 мин для стекания влаги. Перед варкой филе минтая нарезают на одинаковые полоски шириной 2,5 см. Для приготовления замороженной салатной добавки на основе мышечной ткани минтая были подобраны три варианта рецептуры раствора молока, в котором производилась варка филе минтая. Рецептуры салатной добавки из мышечной ткани минтая приведены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры салатной добавки из мышечной ткани минтая

Номер образца	Молоко (0,5%), мл	Соль, г	Сахар, г	Филе минтая, г
1	200	7,2	12,4	150
2	200	9,3	12,4	150
3	200	4,1	18,3	150

Подготовленный раствор доводили до кипения, погружали в него полоски филе минтая и варили в течение 10 мин на среднем огне при постоянном помешивании. Контрольный образец готовили без добавления соли и сахара. После варки продукт извлекали из раствора молока и оставляли для охлаждения до комнатной температуры. Оценивая внешний вид, обращали внимание на целостность полосок филе. Поверхность полосок должна быть целая, ровная и чистая. Филе минтая фасовали в полиэтиленовые пакеты по 250 г. Продукцию помещали в морозильную камеру для замораживания до температуры не выше -18°C. Готовый продукт хранили при достигнутой температуре.

Основным критерием выбора рационального варианта рецептуры являлась органолептическая оценка. Определение органолептических показателей проводили на дегустационном совещании. В качестве дегустаторов выступали студенты и сотрудники кафедры «Технологии пищевых производств».

Оценку проводили после размораживания по внешнему виду, цвету, запаху, вкусу, схожести со вкусом мяса краба. Результаты органолептической оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические показатели образцов салатной добавки на основе мышечной ткани минтая

Наименование показателя	Образец			
	Контрольный	№ 1	№ 2	№ 3
Внешний вид	Кусочки ровные			
Цвет	Белый	Белый, видны вкрапления молока		
Запах	Свойственный минтаю, без постороннего привкуса и запаха	Свойственный минтаю, со слабовыраженным запахом молока		
Вкус	Приятный, свойственный минтаю	Сладковатый, со слабо выраженным привкусом крабового мяса	Солоноватый, со слабо выраженным привкусом крабового мяса	Свойственный данному продукту, с выраженным привкусом крабового мяса
Схожесть со вкусом крабового мяса	Не выражено	Выраженное слабое послевкусие	Приятное, слабо выраженное послевкусие	Выраженное послевкусие

Профилограмма качества образцов салатной добавки на основе мышечной ткани минтая приведена на рис. 2.

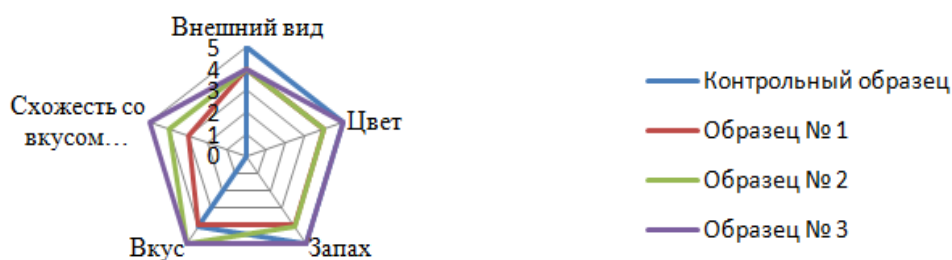


Рис. 2. Профилограмма качества образцов салатной добавки на основе мышечной ткани минтая

Как видно из табл. 2 и рис. 2, наилучшие характеристики были отмечены у образца салатной добавки на основе мышечной ткани минтая № 3; с данным образцом проводили дальнейшие исследования.

Для установления срока годности замороженной салатной добавки на основе мышечной ткани минтая проводили исследования органолептических показателей, микробиологических показателей и определение изменения содержания азота летучих оснований в процессе хранения. Испытания производили после размораживания продукции, при температуре 2–6°C. Размораживание производили на воздухе до размягчения консистенции.

По результатам оценки образцов продукции в процессе хранения было выявлено, что положительные органолептические характеристики сохранялись в образцах на протяжении трех суток. Срок годности готового продукта после размораживания определяли по накоплению в мясе азота летучих оснований (табл. 3).

Таблица 3

Изменение содержания азота летучих оснований в зависимости от продолжительности хранения

Образец	Продолжительность хранения, сут	Содержание азота летучих оснований, мг%
№ 3	0	18,7
	1	19,0
	2	19,5
	3	19,9

Согласно требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», пищевая рыбная продукция считается непригодной для промышленной переработки и потребления в пищу при превышении предельных норм общего азота летучих оснований 35 мг азота

на 100 г мяса [4]. Из данных табл. 3 видно, что содержание азота летучих оснований в готовом продукте в процессе хранения не превышает норм, допустимых требованиями ТР ЕАЭС 040/2016.

Для опытного и контрольного образцов исследовали микробиологические показатели – определяли КМАФАнМ и содержание бактерий группы кишечной палочки (КОЕ). Результаты микробиологических исследований приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Микробиологические показатели контрольного образца (филе минтая, вареного в молоке без сахара и соли)

Наименование показателя	Норма по ТР ТС 021/2011 [5]	Результат			
		1 сут	2 сут	3 сут	4 сут
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $2 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы) в 0,1 г продукта	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено

Таблица 5

Микробиологические показатели салатной добавки на основе мышечной ткани минтая (образец № 3)

Наименование показателя	Норма по ТР ТС 021/2011 [5]	Результат			
		1 сут	2 сут	3 сут	4 сут
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $2 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы) в 0,1 г продукта	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено

Как видно из данных табл. 4 и 5, показатели КМАФАнМ и БГКП были превышены на четвертые сутки, на основании полученных результатов рекомендуемый срок годности готовой продукции после размораживания при температуре $2-6^{\circ}\text{C}$ составил не более трех суток с даты изготовления.

Достоинства описанного технологического процесса заключаются в простоте его осуществления, отсутствии дорогостоящих дефицитных материалов, непродолжительности процесса.

Оригинальность разработки заключается в создании новой рецептуры, подборке наиболее подходящих соотношений составляющих компонентов, благодаря которым готовая продукция имеет хорошие органолептические показатели и выраженное послевкусие крабового мяса. В настоящее время в отечественных и зарубежных технологиях отсутствует производство аналогичной продукции из мышечной ткани минтая.

Производство аналоговой продукции по приведенной технологии позволит создать полезный качественный продукт, доступный потребителю.

Литература

1. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 297 с.
2. Быков В.П. Технология рыбных продуктов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 320 с.
3. ГОСТ 3948-2016. Филе рыбы мороженое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 14 с.
4. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. О безопасности рыбы и рыбных продуктов. – 77 с.
5. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>

УДК 582.272:664.952/.957

М.В. Елистратова, Н.С. Салтанова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДРОСЛЕВОГО АЛЬГИНАТСОДЕРЖАЩЕГО ГЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФАРША РЫБНОГО

В результате проведенных исследований определено влияние водорослевого геля на свойства фарша рыбного и на изменение его физико-химических показателей в процессе хранения при температуре 4–6°C. Обнаружено, что увеличение количества водорослевого геля в составе фарша способствует повышению его предельного напряжения сдвига, липкости и водоудерживающей способности; водорослевой гель в количестве 5 и 7% к массе фарша способствует пролонгированию сроков годности фарша рыбного в охлажденном виде за счет снижения скорости гидролитических и окислительных изменений в белках и липидах.

Ключевые слова: морские водоросли, водорослевой альгинатсодержащий гель, рыбный фарш, реологические показатели, пролонгирование сроков годности.

M.V. Elistratova, N.S. Saltanova

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

JUSTIFICATION FOR SEAWEED ALGINATE-CONTAINING GEL USE IN MINCED FISH PRODUCTION

Due to the research the algal gel influence on the properties of minced fish and on physical and chemical parameters during storage at a temperature of 4–6°C was determined. It was discovered that the algal gel amount increase in the composition of minced fish causes the increase in its limiting shear stress, stickiness and water-holding capacity. The algal gel in the amount of 5 and 7% to the weight of minced fish helps to prolong the shelf life of minced fish in chilled form by reducing the rate of hydrolytic and oxidative changes in proteins and lipids.

Key words: seaweed, seaweed alginate-containing gel, minced fish, rheological parameters, shelf life prolongation.

В настоящее время в пищевом производстве стремятся к обогащению пищевых продуктов полным набором необходимых человеку полезных веществ с целью повышения биологической ценности продукта, создания функциональных продуктов питания [1]. Бурые водоросли семейства Laminiaceae содержат ценные нутриенты, в том числе незаменимые аминокислоты, йод, фукоидан, ламинаран, альгиновую кислоту, минеральные вещества и другие биологически-активные вещества [2–5]. Таким образом, ламинариевые водоросли Камчатского края можно использовать для обогащения ценными нутриентами продуктов питания, повысив тем самым их биологическую ценность.

Производство разнообразных продуктов из рыбного фарша нашло широкое распространение во всем мире. В нашей стране разработаны технологии приготовления рыбных фаршей с использованием различных добавок, обогащающих минеральный и витаминный состав рыбной продукции и повышающих ее пищевую ценность. Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных полуфабрикатов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными характеристиками. Современные технологии производства рыбных формованных продуктов предусматривают ис-

пользование различных пищевых добавок, улучшающих органолептические, структурно-механические, физико-химические показатели [6].

В качестве добавки, повышающей пищевую ценность и влияющей на технологические свойства полуфабрикатов и продуктов из них, целесообразно использование водорослевого геля (альгинатсодержащего), полученного в результате переработки бурых водорослей. На гель водорослевой альгинатсодержащий в ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» разработан и утвержден стандарт организации СТО 00471585-001-2018 «Пищевая рыбная продукция. Продукты переработки морских водорослей. Требования к продукции. Требования к процессам производства, хранения, реализации» [7]. Гель содержит значительное количество альгиновой кислоты (73,3% в пересчете на сухое вещество), которая является структурообразующим веществом и может оказывать влияние на реологические свойства различных пищевых масс. Содержание йода в геле альгинатсодержащем составляет 294 мг/кг, поэтому целесообразным является использование геля в качестве обогащающей добавки при производстве различных пищевых продуктов.

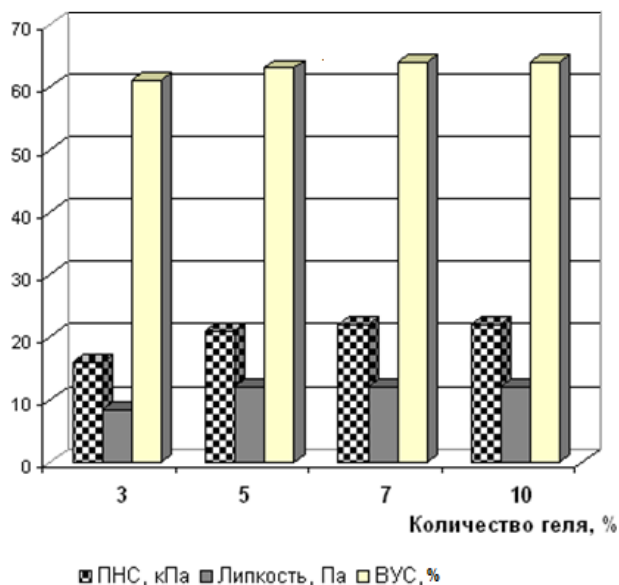
Цель работы – обоснование использования геля водорослевого альгинатсодержащего в технологии получения фаршевой рыбной продукции. Для достижения цели были поставлены задачи: обосновать количество геля водорослевого альгинатсодержащего в рецептуре фарша рыбного, определить влияние водорослевого геля на реологические свойства фарша и его сроки годности.

Объектами исследований являются гель водорослевой альгинатсодержащий, соответствующий требованиям СТО 00471585-001-2018; фарш из кеты.

Для оценки качества сырья и полуфабрикатов применялись современные методы анализа. Отбор и подготовку проб для проведения испытаний проводили в соответствии с требованиями нормативной документации.

Рыбный фарш обладает вязкопластичной структурой и имеет свойства, характерные для вязкопластичных структур. Качество рыбного фарша напрямую зависит от его реологических характеристик. Внесение добавок в фарш позволяет направленно регулировать вязкость, пластичность, предельное напряжение сдвига и другие реологические свойства рыбного фарша, влияя таким образом и на качество готовых рыбных продуктов. Качество фарша лучше всего характеризует величина предельного напряжения сдвига. По сравнению с эффективной и пластической вязкостью предельное напряжение сдвига наиболее чувствительно к изменению технологических и механических факторов. Этот показатель можно использовать для технологической оценки качества фарша в процессе его приготовления. Основной поверхностной характеристикой фарша служит адгезия (липкость) [8].

Для установления влияния геля альгинатсодержащего на реологические показатели фарша из кеты определяли предельное напряжение сдвига (ПНС), липкость и водоудерживающую способность. Результаты исследований приведены на рисунке.



Зависимость реологических показателей фарша из кеты от количества геля водорослевого альгинатсодержащего

Из данных рисунка видно, что увеличение количества геля способствует улучшению всех реологических показателей: повышаются предельное напряжение сдвига, липкость и водоудерживающая способность фарша. Возрастание величины предельного напряжения сдвига фарша может быть объяснено следующим: как известно, для рыбного фарша характерен коагуляционный тип структуры, что является результатом взаимодействия между частицами вещества на основе сил Ван-дер-Ваальса через дисперсионную среду [8]; в результате внесения водорослевого геля при действии структурообразователя-полисахарида происходит его взаимодействие с белками фарша, что приводит к упрочнению связей и к возрастанию предельного напряжения сдвига системы и, как следствие, к улучшению формуемости. Улучшение адгезионных свойств фарша имеет важное значение при получении продуктов на его основе. Повышение водоудерживающей способности фарша будет оказывать влияние на сочность готовой продукции из фарша.

С целью установления влияния водорослевого геля на изменение белковых и жировых веществ в процессе хранения фарша при температуре 4–6°C определяли изменение содержания азота летучих оснований и перекисного числа жира (табл.).

Таблица

Изменение физико-химических показателей фарша из кеты при его хранении в охлажденном виде

Количество водорослевого альгинатсодержащего геля в фарше	Продолжительность хранения, сут	Изменение азота летучих оснований, мг на 100 г	Изменение перекисного числа, % J_2 на 1 г жира
0%	0	7,8	0,0025
	3	19,6	0,0075
	7	28,6	0,0125
	10	35,8	0,0130
1%	0	7,8	0,0025
	3	17,9	0,0075
	7	27,9	0,0095
	10	31,9	0,0110
3%	0	7,8	0,0025
	3	16,6	0,0045
	7	25,6	0,0095
	10	30,1	0,0110
5%	0	7,8	0,0025
	3	14,2	0,0035
	7	18,9	0,0085
	10	25,6	0,0095
7%	0	7,8	0,0025
	3	14,1	0,0035
	7	18,6	0,0075
	10	24,9	0,0095

Из данных таблицы видно, что при хранении значительным изменениям в белках и липидах подвергался фарш без добавления водорослевого геля. При внесении геля наблюдалось замедление изменения химических показателей.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что водорослевой альгинатсодержащий гель способствует не только обогащению рыбного фарша ценными питательными веществами, а также улучшению реологических показателей и пролонгированию сроков годности за счет снижения скорости гидролитических и окислительных изменений в белках и липидах при хранении фарша.

Литература

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин и др.; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.

2. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
3. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.
4. Борисочкина Л.И., Щедрин В.И. Производство пищевой продукции из морской капусты // Экспресс-информация ЦНТИИТЭИРХ. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов. – М., 1998. – С. 1–13.
5. Ковалева Е.А. Разработка технологии пищевых лечебно-профилактических продуктов из ламинарии японской (*Laminaria japonica*): Дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2000. – 195 с.
6. Литвинова В.Е., Большакова Л.С., Живых Н.Д. Влияние альгината натрия на функциональные свойства фаршевых кулинарных изделий // Мясная индустрия. – 2007. – Вып. 1. – С. 32–34.
7. СТО 00471585-001. Пищевая рыбная продукция. Продукты переработки морских водорослей. Требования к продукции. Требования к процессам производства, хранения, реализации. – Петропавловск-Камчатский: 2018. – 93 с.
8. Косой В.Д., Виноградов Я.И., Малышев А.Д. Инженерная реология биотехнологических сред: Учеб. пособие. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 648 с.

УДК [339.13.017:664.95](470.26)

Н.Ю. Ключко, А.В. Макеева

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

ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Проведена оценка рынка рыбных полуфабрикатов в Калининградской области. Представлены результаты маркетинговых исследований с предпочтениями потребителей. Показана перспективность совершенствования традиционной рецептуры рыбных полуфабрикатов путем их обогащения функциональными ингредиентами в целях сбалансированности состава, расширения ассортимента и улучшения функционально-технологических свойств продукта.

Ключевые слова: рыбная отрасль, рыбные полуфабрикаты, маркетинговые исследования, сбалансированность состава, функционально-технологические свойства.

N.Yu. Klyuchko, A.V. Makeeva

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

RESEARCH OF FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS MARKET IN KALININGRAD REGION AND WAYS TO INCREASE THEIR BIOLOGICAL VALUE

A study of the fish semi-finished products market in Kaliningrad region was conducted. The marketing research results with consumer preferences are presented. The prospects of improving the traditional recipe of fish semi-finished products by enriching them with functional ingredients in order to balance the composition, to expand the range and to improve the functional and technological properties of the product are shown.

Key words: fish industry, fish semi-finished products, marketing researches, composition balance, functional and technological properties.

В настоящее время рыбная промышленность характеризуется выходом рыбохозяйственного комплекса РФ на лидирующие позиции мировой арены. С каждым годом вылов водных биологических ресурсов (ВБР) увеличивается, что на данный момент позволяет России входить в пятерку стран-лидеров по объемам добычи. За 2019 г. российскими компаниями было выловлено 4,92 млн т ВБР (при этом 90% от массы – рыба), что является рекордом для нашей страны за последние 20 лет. В Калининградской области за 2019 г. добыли около 5 млн т рыбы и биоресурсов [1]. Основной объем вылова приходится на океаническое и морское рыболовство, но, несмотря на это, значительная часть принадлежит внутренним водоемам России. В настоящее время Россия занимает четвертое место в мире по добыче ВБР. Что касается структуры улова по основным видам океанических и морских ВБР, в РФ лидирующие место занимает минтай, сельдь, треска, лососевые, скумбрия и т. д. [2].

Согласно Стратегии развития здравоохранения Российской Федерации до 2025 года важной задачей является увеличение численности населения, продолжительности жизни и снижение уровня смертности. На данные показатели в значительной степени оказывает влияние правильное питание, которое сказывается на функционировании всех органов и тканей, работоспособности человека, приспособляемости к условиям окружающей среды и профилактике ряда заболеваний. На сегодняшний день у большинства россиян обнаружены нарушения питания

в результате недостаточного потребления нутриентов или их нерационального соотношения [3]. Эту проблему можно решить с помощью корректирования состава пищевых продуктов массового потребления, к которым относятся замороженные готовые кулинарные изделия, фаршевая продукция, формованные рыбные полуфабрикаты, рыба специальной разделки и т. п.).

Значительная роль в пищевой промышленности отводится производству рыбных полуфабрикатов. Потребители все чаще выбирают полуфабрикаты ввиду ускоряющегося темпа жизни и сокращении времени на приготовление. Лидирующие позиции среди российских компаний по производству рыбных полуфабрикатов занимают «Русское море» (Московская область), «РОК-1» (г. Санкт-Петербург), «Меридиан» (г. Москва), «Вичюнай-Русь» (г. Советск, Калининградская область). Актуальным направлением является расширение ассортимента полуфабрикатов за счет использования нетрадиционных видов рыб, оптимизации состава и повышения функционально-технологических свойств продукта.

К нетрадиционным видам ВБР для производства рыбных полуфабрикатов можно отнести рыб (плотву, леща, толстолобика, речного окуня и др.) из пресных водоемов, протяженность которых в Калининградской области составляет более 4 222 км. Основными по вылову водных биологических ресурсов являются Куршский и Калининградский заливы. Рыбы внутренних водоемов являются более доступными и экономически выгодными для производства полуфабрикатов, при этом по химическому составу не уступают морским [1].

Сбалансированности состава полуфабрикатов можно достичь путем комбинирования животного и растительного сырья, которое позволит расширить ассортимент рыбных продуктов с улучшенным качеством, повышенной биологической ценностью и заданными вкусовыми характеристиками, удовлетворяющими спрос современного потребителя. Широкое применение находит растительное сырье разнообразного химического состава, включающего углеводы, практически отсутствующие в рыбе (петрушка, сельдерей, фасоль, свекла, яблоко, капуста и др.). Растительные ингредиенты рыбных полуфабрикатов положительно влияют на пищевую ценность готовой продукции [4]. Для повышения функционально-технологических свойств рыбных полуфабрикатов рекомендуется использовать в составе их рецептур структурообразующие (желатин, каррагинаны, хитозан, яблочный жмых, хлебобулочные изделия и др.) и влагоудерживающие (крахмалсодержащие добавки, пшеничные и ржаные отруби, лузгу подсолнечника, шроты травянистых растений и др.) компоненты [4].

Объемы производства рыбных полуфабрикатов растут по всей России, в том числе и на территории Калининградской области. Актуальным направлением развития технологий рыбных полуфабрикатов является совершенствование традиционных рецептур путем обогащения рыбных полуфабрикатов функциональными ингредиентами в целях оптимизации состава, расширения ассортимента и улучшения функционально-технологических свойств продукта.

С целью изучения рынка рыбных продуктов, и в частности полуфабрикатов, и определения предпочтений потребителей были проведены маркетинговые исследования среди населения Калининграда. В результате был изучен спрос на выпускаемые изделия, проанализировано качество и оценена возможность расширения ассортимента отечественной продукции, а также определена востребованность и заинтересованность населения в продукции повышенной биологической ценности.

В социологическом опросе приняло участие 100 человек, из которых 63% составили женщины, 37% – мужчины; среди опрошенных 35% составили люди в возрасте 18–35 лет, 49% – от 36 до 55 лет, 16% – 56 лет и более. Выяснили, что наибольшим спросом респондентов пользуются полуфабрикаты из мяса птицы – 69%, чуть меньшим спросом – из рыбы (62%), из свинины – 32%, из мяса крупного и мелкого рогатого скота – 24%, из морепродуктов – 10% (рис. 1).

Из всей рыбной продукции, представленной на рынке Калининградской области, опрошиваемые предпочитают приобретать охлажденную и мороженую рыбу – 62%, рыбные полуфабрикаты – 60%, копченые, вяленые и сушеные рыбные продукты – 34%, консервы – 28%, пресервы, икорную продукцию, соленую и маринованную рыбу – 25%. Наименьшее количество опрошенных предпочитает живую рыбу и кулинарные изделия (жареную, вареную, фаршированную рыбу, рыбные пироги и др.) – 19% (рис. 2) (респонденты могли указывать несколько вариантов). Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что рыбные полуфабрикаты пользуются широким спросом среди потребителей и занимают значительное количество в общем объеме рыбных продуктов.

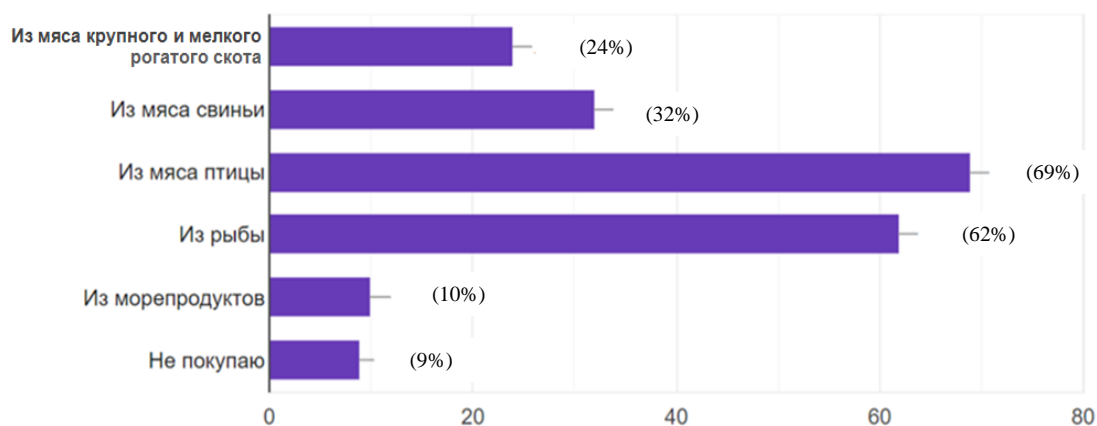


Рис. 1. Предпочтения респондентов при покупке полуфабрикатов

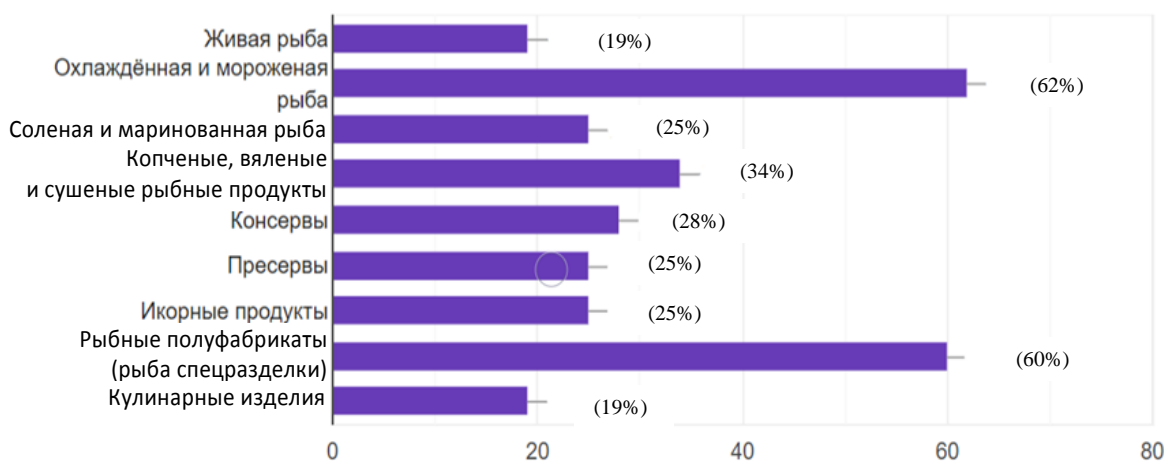


Рис. 2. Предпочтения респондентов при покупке рыбной продукции

Среди рыбных полуфабрикатов предпочтение респондентов отдано рыбному филе – 67%, 54% опрошенных приобретают формованные рыбные продукты (котлеты, палочки, зразы и др.), 27% – рыбный фарш, 19% – порционированную рыбу (тушки и куски рыбы массой от 75–500 г) (рис. 3). Из формованных рыбных полуфабрикатов 69% респондентов выбирают котлеты, 31% – рыбные палочки, на долю биточков и бифштексов приходится по 10% (рис. 4).

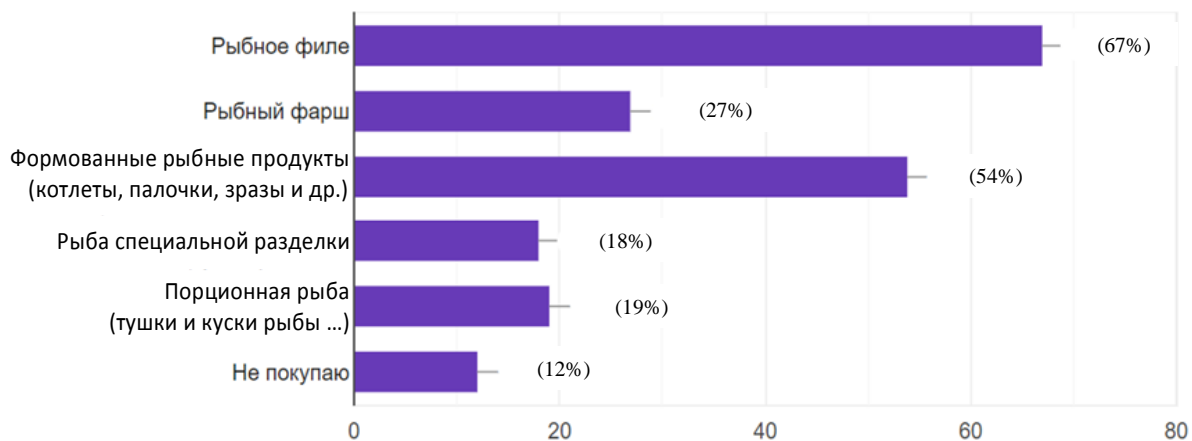


Рис. 3. Предпочтения респондентов при покупке рыбных полуфабрикатов

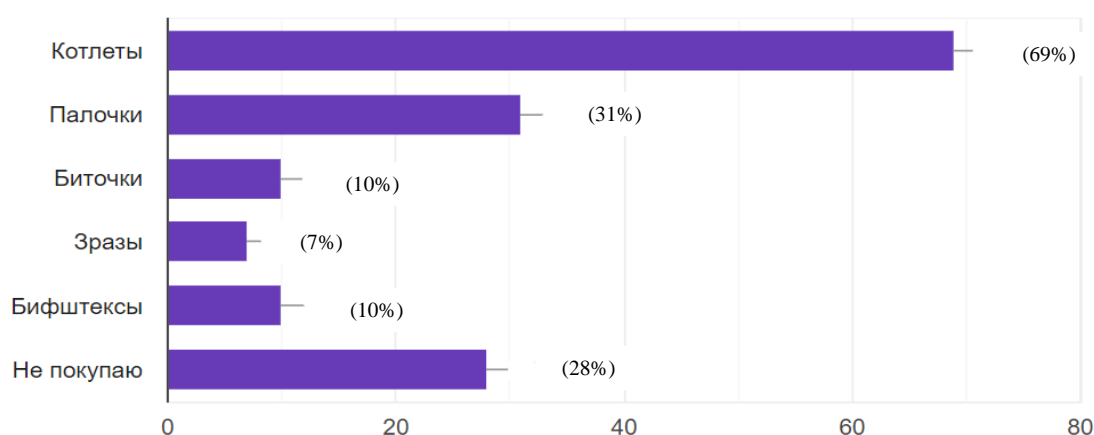


Рис. 4. Предпочтения респондентов при покупке формованных рыбных полуфабрикатов

Широкий спрос на рыбные полуфабрикаты подтверждается частотой их приобретения. Так, 43% опрошенных приобретают рыбные полуфабрикаты один раз в месяц, 26% – один раз в неделю, 15% – 1–2 раза в неделю и 16% не покупают рыбные полуфабрикаты (рис. 5).

Отношение респондентов к обогащенным рыбным полуфабрикатам, с добавлением нетрадиционного растительного сырья, также неоднозначно. Положительное отношение выразили 69% опрошенных, 23% воспринимают обогащение продуктов нейтрально и 8% – отрицательно (рис. 6).



Рис. 5. Частота приобретения рыбных полуфабрикатов

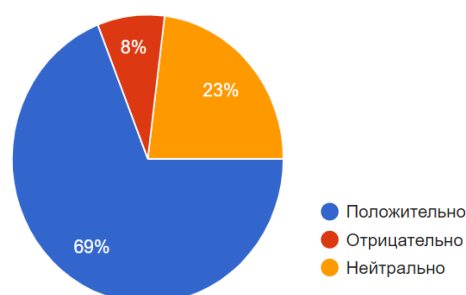


Рис. 6. Отношение респондентов к расширению ассортимента рыбных полуфабрикатов за счет обогащения их нетрадиционным сырьем растительного происхождения

Таким образом, на основе анализа рынка рыбных полуфабрикатов в Калининградской области, статистических данных опроса респондентов и изучения возможных путей повышения биологической ценности данной продукции можно судить об актуальности данной темы и заинтересованности населения в расширении ассортимента рыбных полуфабрикатов с помощью введения в состав нетрадиционного растительного сырья.

В качестве обогащающих ингредиентов для совершенствования традиционной рецептуры формованных рыбных полуфабрикатов и повышения их биологической ценности предлагается использовать экономически выгодный влагоудерживающий компонент – яблочный жмых, высокоэффективный структурообразователь – набухшие семена льна и листовую капусту Кале. Последняя обладает выраженными антиокислительными свойствами, что может способствовать замедлению протекания окислительных процессов и, соответственно, увеличению срока годности готового изделия.

Новый продукт по органолептическим показателям представляет собой котлеты правильной круглой формы, с выраженным приятным ароматом и вкусом добавленных компонентов, без посторонних привкусов, в меру перченые, от золотисто-зеленого до желто-зеленого цвета, с заметными включениями листовой капусты Кале и семян льна.

Литература

1. Федеральное агентство водных ресурсов. Калининградская область [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/72264534/paragraph/7/highlight/%> (дата обращения: 20.01.2020).
2. *Стецюк В.В.* Современное состояние и проблемы рыбной промышленности Российской Федерации // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. – 2019. – № 2 (87). – С. 65–76.
3. Стратегия развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/72264534/paragraph/7/highlight/%> (дата обращения: 22.01.2020).
4. Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: Материалы XI Международной науч.-практич. конф. (5–8 сентября 2017 г.). – Калининград: Изд-во Атлант-НИРО, 2017. – 226 с.

УДК 664.95

В.В. Лемаева

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

ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОБОГАТИТЕЛЯМИ

В статье рассмотрен ассортимент рыбных формованных изделий и пути совершенствования технологий их производства. Показана возможность использования отходов, оставшихся от разделки рыбы, в технологии формованных изделий. Обоснована целесообразность использования дикоросов (брусники, шикши, рябины) в качестве обогатителей. Приведена технологическая схема производства формованных рыбных изделий с обогатителями, включающая в себя переработку рыбных отходов. Представлены рецептуры формованных рыбных изделий с обогатителями. Охарактеризованы органолептические показатели образцов.

Ключевые слова: формованные рыбные изделия, отходы, рыбный студень, дикоросы, органолептические показатели.

V.V. Lemaeva

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

TECHNOLOGY OF RATIONAL FISH RAW MATERIALS PROCESSING IN THE PRODUCTION OF MOLDED PRODUCTS WITH CONCENTRATORS

The range of fish molded products and ways to improve their production technologies are analyzed in the article. The possibility of using the waste left after fish cutting in the technology of molded products is shown. The expediency of using wild plants (cowberry, crowberry, rowanberry) as enriching additives is justified. The technological scheme of molded fish production with enriching additives, including fish waste processing, is given. The recipes of molded fish products with enriching additives are presented. The organoleptic indicators of the samples are described.

Key words: molded fish products, waste, fish jelly, wild plants, organoleptic indicators.

К формованным рыбным изделиям относят полуфабрикаты заданной формы и размеров, приготовленные из рыбного филе или фарша с различными добавками, а также изделия, полученные путем придания смеси на основе рыбного фарша определенной формы и структуры [1]. Ассортимент формованных изделий на основе рыбного фарша включает полуфабрикаты, кулинарные изделия, колбасы, сосиски, консервы и другие [2–7]. Ассортимент, внешний вид, структура формованных изделий во многом определяются, помимо рецептурного состава, способом формования и его аппаратным оформлением [8].

В настоящее время постоянно ведется работа по усовершенствованию существующих технологий пищевых продуктов, в том числе рыбных формованных изделий, по разработке новых видов продукции, обогащенных набором необходимых человеку полезных веществ с целью повышения биологической ценности продукта [4, 9, 10]. Совершенствование производства формованных изделий ведется в следующих направлениях:

- изыскание новых видов сырья;
- использование различных добавок, улучшающих структурно-механические характеристики фаршевых смесей, вкусо-ароматические свойства готового продукта и т. д.;
- создание комбинированных пищевых продуктов с использованием принципов пищевой комбинаторики [11].

Комбинирование рыбного фарша с другими ингредиентами растительного и животного происхождения осуществляют внесением разных компонентов непосредственно в фаршевую смесь. Примерами комбинированных продуктов являются рыбные колбасы и паштеты в оболочке и различные формованные и структурированные изделия без оболочки. Технология комбинированных продуктов максимально приближается к созданию «идеального» пищевого продукта, т. е. сбалансированного по основным ингредиентам научно обоснованной формулы оптимального питания [11, 12].

При производстве формованной продукции обычно сочетают белки мышечной ткани гидробионтов с различными овощами, являющимися из-за высокого содержания пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов продуктами лечебного питания (для больных с нарушениями функций пищеварительного тракта и сердечно-сосудистых заболеваний), что позволяет добиваться сбалансированного состава формованных продуктов [3, 4, 10, 13, 14].

Существует практика использования в качестве рыбной основы для приготовления фаршевых изделий кожи рыб, приголовков и калтычков крупных рыб [15], т. е. условно несъедобных частей. Головы и хрящи некоторых рыб, содержащие достаточно большое количество мяса и жира, также используют для пищевых целей [16].

В литературных источниках показана целесообразность использования в пищевых продуктах кожи рыб [17], поскольку в ней, как и в других условно несъедобных частях тела рыбы, содержится значительное количество белка, жира, минеральных веществ (табл. 1), что свидетельствует о высокой пищевой ценности данных частей тела [18].

Таблица 1

Химический состав отдельных частей тела рыбы [18]

Часть тела рыбы	Вид рыбы	Пределы содержания, %			
		воды	липидов	белка	минеральных веществ
Голова	Горбуша	63,1–67,1	15,2–19,8	14,6–15,3	2,9–4,3
	Минтай	68,3–81,8	1,8–4,6	15,4–18,2	4,7–7,1
Кости, плавники	Горбуша	61,0–64,5	8,0–11,1	19,7–21,0	6,1–8,5
	Минтай	66,7–69,2	0,5–2,1	16,2–19,8	6,4–13,8
Кожа, чешуя	Горбуша	60,5–64,0	8,9–14,7	22,9–27,6	1,2–2,0
	Минтай	62,4–66,2	1,4–3,8	20,1–22,3	1,4–2,6

Кожа рыб содержит в большом количестве родственные коллагену протеиноиды – проколлагены, легко превращающиеся в глютин. Проколлагены составляют около 90% всех азотистых веществ кожи, остальная часть азотистых веществ представлена небольшим количеством эластина и экстрактивными небелковыми веществами. В коже горбуши высока доля аспарагиновой и глутаминовой кислот (соответствует 5,3 и 7,5% от сухого вещества), глицина и аланина (соответственно 7,05 и 6,045% от сухого вещества), что свидетельствует о преобладании в белковой фракции кожи коллагеновых белков. В состав чешуи входит большое количество азотистых веществ (25–35% от массы чешуи) в виде проколлагена и ихтилепидина (содержит 16% азота и 1% серы), а также очень много минеральных веществ в виде фосфорнокислых и кальциевых солей (от 15 до 30% от массы чешуи). Основная масса минеральных веществ костей, голов и плавников представлена фосфатом кальция, в небольших количествах присутствуют углекислый и фтористый кальций, гидроокись кальция, соли магния, натрия, калия и некоторые микроэлементы. Содержание фосфора в костях, головах и плавниках разных рыб находится в пределах от 1 до 2,5% и кальция от 1,5 до 4%. Небольшая часть фосфора в костях (1–5%) заключена в фосфолипидах, составляющих 0,15–1,0% от массы сухой кости [16].

Таким образом, охарактеризованные выше рыбные отходы являются источником ценных в пищевом отношении веществ, поэтому их переработка и использование для пищевых целей является перспективным направлением исследований. Целесообразно совершенствование технологии формованных рыбных изделий путем внесения в их состав продуктов переработки технологических рыбных отходов.

Объектом исследований в работе являлась технология рыбных формованных изделий с обогатителями. Предметами исследований являлись брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*), шикша черная (*Empetrum nigrum L.*), рябина бузинолистная (*Sorbus sambucifolia*), коллагенсо-

держаний рыбный студень, применяемые в качестве компонентов рецептуры формованных рыбных изделий, а также сами формованные рыбные изделия с обогащающими добавками.

Брусника, шикша и рябина являются дикорастущими растениями, широко распространенными на Камчатке. Их употребление в пищу восполняет недостаток витаминов в организме, а также ягоды содержат вещества, позволяющие использовать их как лечебные и профилактические средства.

Ягоды брусники содержат сахара, витамины групп А, Е, В, дубильные вещества, гликозиды арбутин и вакцинин, аскорбиновую, яблочную, лимонную, винную, щавелевую, уксусную, борную, салициловую кислоты, а также бензойную кислоту, которая обладает антисептическими свойствами. Гликозид арбутин расщепляется в организме на сахар и гидрохинон, который обладает бактерицидными свойствами. Брусника богата марганцем, содержит также магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, цинк, хром, молибден и ряд других элементов [19, 20]. Плоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты, дубильные и пектиновые вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, эфирные масла, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Рябина богата витамином С и каротином. Рябина содержит сорбиновую кислоту, обладающую бактерицидными свойствами, благодаря чему рябину применяют как природный консервант. Ягоды шикши содержат антоцианы, флавоноиды, витамин С [19].

Предполагается, что использование в технологии рыбных формованных изделий добавок в виде рыбного студня, полученного путем переработки рыбных отходов (кожи, костей, плавников, голов), а также плодов брусники, шикши и рябины, позволит регулировать структурные свойства изделий, улучшить их органолептические характеристики, повысить пищевую и биологическую ценность. Кроме того, ягоды обладают бактерицидным и антиокислительным действием, что положительно отразится на сохранности готовой продукции.

Технологическая схема производства формованных рыбных изделий с растительными обогатителями приведена на рис. 1.

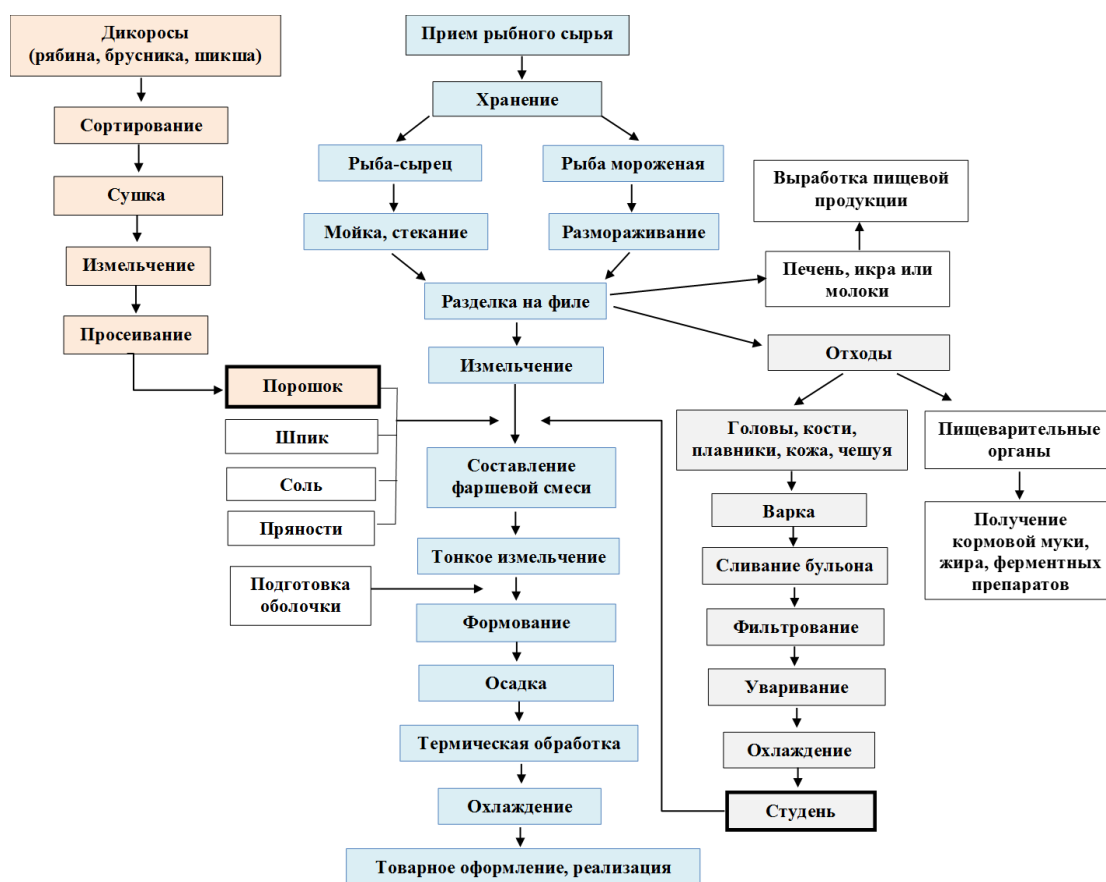


Рис. 1. Технологическая схема производства формованных рыбных изделий с растительными обогатителями

При изготовлении рыбных формованных изделий горбушу и минтай размораживали в холодной часто сменяемой воде, разделывали на филе. Филе пропускали через мясорубку. Отходы, полученные при разделке рыбы (головы, кости, плавники, кожу с чешуей), заливали холодной водой, доводили до кипения и варили при слабом кипении в течение двух часов, затем бульон сливали, добавляли активированный уголь при перемешивании для осветления и фильтровали. Бульон уваривали в течение двух часов для повышения концентрации сухих веществ, затем охлаждали до гелеобразования. Полученный студень использовали в качестве компонента рецептуры формованных изделий.

Соединяли в мешалке фарш из горбуши и минтая, добавляли измельченный шпик, соль, пряности. Контрольный образец готовили без добавок, в качестве связующего компонента используя крахмал. При изготовлении опытных образцов крахмал заменяли рыбным студнем, в фаршевую смесь вносили растительные добавки в виде порошков. Для получения порошков ягоды перебирали, высушивали в сушильном шкафу при температуре 45°C. Затем измельчали на кофемолке и просеивали через сито.

Рецептуры образцов формованных изделий на основе рыбного фарша с растительными добавками приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рецептуры формованных рыбных изделий с растительными добавками

Наименование компонента	Образец						
	КО (контроль)	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Основное сырье, кг на 100 кг							
Фарш рыбный лососевый (горбуша)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	–
Фарш минтая	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	80,0
Шпик свиной	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Крахмал	5,0	–	–	–	–	–	–
Рыбный студень	–	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100
Пряности и материалы, кг на 100 кг основного сырья							
Соль	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Смесь пряностей (перец черный молотый, паприка, кориандр, кардамон, чеснок)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Порошок шикши	–	1,5	3,0	1,5	–	–	3,0
Порошок брусники	–	1,5	3,0	1,5	1,5	3,0	3,0
Порошок рябины	–	–	–	1,5	1,5	3,0	–

Полученные фаршевые смеси дополнительно измельчали в блендере до получения тонкодисперсной однородной массы, которой затем наполняли полиамидную колбасную оболочку «Лексалон», предварительно отмоченную в холодной воде в течение 20 мин.

После наполнения концы оболочки перевязывали шпагатом, оставляя с одной стороны петлю, за которую полуфабрикаты навешивали на рейку и размещали в вертикальном положении для осадки. Осадку проводили в течение часа. Затем полуфабрикаты варили в кипящей воде в течение 20 мин. По окончании варки изделия охлаждали в холодной часто сменяемой воде до температуры в толще продукта 18°C. Дальнейшее охлаждение до температуры в толще 4–6°C проводили в бытовом холодильнике.

Органолептическую оценку образцов формованных рыбных изделий с растительными добавками проводили на дегустационном совещании на кафедре «Технологии пищевых производств». Образцы имели состояние тонкоизмельченной однородной массы, без волокнистости и нерастертых костей, нежную, сочную, мажущую консистенцию, приятный вкус и запах с ароматом пряностей и других входящих в состав компонентов. По органолептическим характеристикам полученные формованные изделия соответствовали паштетам.

Опытные образцы, содержащие в своем составе рыбный студень, по сравнению с контрольным образцом с добавлением крахмала имели более сочную консистенцию. Цвет изделий был однородный от розового до фиолетового. Интенсивность цвета зависела от количества вносимого ягодного порошка. Наиболее привлекательный цвет имели образцы O1, O3, O5, O6. По вкусу

и запаху предпочтение дегустаторов было отдано образцам О1, О5, О6. С данными образцами планируется проведение дальнейших исследований.

Таким образом, использование в производстве рыбных формованных изделий добавок в виде рыбного студня, а также порошков плодов брусники, шикши и рябины позволяет рационально использовать рыбное сырье, расширить ассортимент, улучшить органолептические характеристики продукции, а также обогатить продукцию ценными нутриентами. Дальнейшие исследования направлены на определение влияния вносимых добавок на реологические показатели фаршевых смесей, а также физико-химических показателей паштетов.

Литература

1. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
2. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий и полуфабрикатов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 223 с.
3. Ивченкова Е.Н. Совершенствование технологии формованных мороженых полуфабрикатов из фарша кальмара с начинками: Дис. ... канд. техн. наук. – Калининград, 2014. – 212 с.
4. Колодяжная В.С., Царев Д.В. Новые комбинированные продукты питания на основе рыбы и нетрадиционных овощных культур // Рыбохозяйственные исследования мирового океана: Тр. междунар. науч. конф. – Владивосток, 1999. – Т. 2. – С. 39–40.
5. Новиков В.М. Производство полуфабрикатов, кулинарных изделий из рыбы и морепродуктов. – М., 1973. – 178 с.
6. Производство замороженных рыбных полуфабрикатов // Рыба и морепродукты. – 2008. – № 2. – С. 56–58.
7. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Ч. 2. – СПб.: Гипрорыбфлот, 1989. – 287 с.
8. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова и др.; под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.
9. Доценко С.М., Скрипко О.В., Каленик Т.К. Создание технологий продуктов питания поликомпонентного состава // Мясная индустрия. – 2010. – № 5. – С. 46–49.
10. Лисовой В.В., Иванова Е.Е. Состояние и перспективы производства комбинированных и формованных продуктов на основе рыбного сырья // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2/3. – С. 13–15.
11. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
12. ГОСТ 7457-2007. Консервы-паштеты из рыбы. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
13. Бойцова Т.М., Прокопец Ж.Г. Моделирование сбалансированных продуктов на основе рыбного фарша // Известия ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 1–8.
14. Доценко С.М., Скрипко О.В. Кулинарные изделия на основе рыбного комбинированного фарша // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 1. – С. 63–66.
15. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989. – 312 с.
16. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев и др.; под ред. И.В. Кизеветтера. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
17. Кулинарные изделия из рыбного фарша [Электронный ресурс]. – URL: <https://mppnik.ru/publ/1186-kulinarye-izdeliya-iz-rybnogo-farsha.html> (дата обращения: 20.02.2020).
18. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
19. Ефремова Н.А. Заветные травы. Дикорастущие и культивируемые растения Северо-Восточной части России и их лечебные свойства. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1992. – 240 с.
20. Сметанин А.Н. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: ХК «Новая книга», 2000. – 212 с.

УДК 664.661.3:634

С.В. Максимов, В.Б. Чмыхалова

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОНИЖЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ С ШИПОВНИКОМ

В статье приведен ассортимент диетических хлебобулочных изделий. Показана целесообразность применения шиповника в качестве обогащающей добавки. Приведены рецептуры теста и описана технология хлебобулочных изделий (булочек, ватрушек) пониженной энергетической ценности с шиповником. Представлены результаты исследований органолептических показателей хлебобулочных изделий с шиповником.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, шиповник, органолептические показатели.

S.V. Maximov, V.B. Chmykhalova

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

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR BAKERY PRODUCTS PRODUCTION OF REDUCED ENERGY VALUE WITH ROSEHIP

The range of dietary bakery products is presented in the article. The expediency of using rosehip as an enriching additive is shown. The dough recipes are given and the technology of bakery products (buns, cheesecakes) of reduced energy value with rosehip is described. The study results of organoleptic parameters of bakery products with rosehip are given.

Key words: bakery products, rosehip, organoleptic indicators.

Хлебобулочные изделия – основные продукты питания, содержащие необходимые для нормальной жизнедеятельности человека пищевые вещества, среди которых белки, углеводы, липиды, витамины, минеральные вещества и пищевые волокна [1–3]. Пищевая ценность хлебобулочных изделий оценивается по их биологической и энергетической ценности.

Для снижения энергетической ценности хлебобулочных изделий в их состав вводят структурные полисахариды растительных клеток (целлюлозу, гемицеллюлозу, пектиновые вещества). Наличие пищевых волокон в хлебе важно для людей, страдающих ожирением [2, 3]. Хлебобулочные изделия пониженной энергетической ценности относятся к диетическим продуктам. Ассортимент диетических хлебобулочных изделий приведен на рис. 1.

В настоящее время ведется большая работа по расширению и улучшению ассортимента хлебобулочных изделий, разработке новых диетических и лечебных сортов хлеба. Количество рецептур хлебобулочных изделий увеличивается за счет внесения различных добавок растительного и животного происхождения, позволяющих обогатить пшеничную муку отдельными незаменимыми аминокислотами, клетчаткой, витаминами и микроэлементами [4–7].

Для обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами используют растительные ингредиенты, содержащие значительные (от 10 до 35%) количества пектина – яблочный и свекольный жмых, кожуру цитрусовых и корзинки подсолнечника. Пектины способны снижать уровень холестерина в крови, нормализовать деятельность желудочно-кишечного тракта, связывать и выводить из организма некоторые токсины и тяжелые металлы. Суточное потребление пектиновых веществ в рационе здорового человека составляет 5–6 г [8].

При правильной дозировке пектиновых веществ повышается водоудерживающая способность хлеба, увеличивается объемный выход, улучшается пористость, сжимаемость мякиша, формоустойчивость, замедляется процесс черствения [9].

Наличие пектина в хлебобулочных изделиях придает им лечебные свойства, обогащает пищевыми волокнами, йодом, кальцием [10].

Введение овощного и фруктово-ягодного сырья позволяет корректировать технологические свойства хлебопекарной муки, определяющей реологические свойства теста и показатели качества готовых изделий [11, 12]. Овощные и фруктово-ягодные компоненты можно добавлять в виде тонкодисперсных порошков, пюре, соков, подварок. Полисахариды овощного и фруктово-ягодного сырья способны образовывать с белками муки комплексы; при этом происходит повышение водоудерживающей способности белков, что способствует стабилизации структуры теста, увеличению выхода изделий, замедлению черствения [11].

Известен способ производства хлебобулочных изделий для диетического питания с топинамбуром, добавляемым в виде порошка в соотношении с мукой 1 : 2 – 100 [13]. Пищевая ценность клубней топинамбура обусловлена высоким содержанием физиологически функциональных макро- и микронутриентов, таких как инулин, пектиновые вещества, пищевые волокна и минеральные вещества [14]. Разработана технология хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием биофлавоноидов зеленого чая [15]. Такие изделия обладают антиоксидантной, антиканцерогенной и антимикробной активностью, обусловленной наличием в зеленом чае флавоноидов группы флаванолов, включая катехин, эпикатехин и другие полифенолы [16]. Перспективным является использование камчатских сырьевых ресурсов в качестве обогащающих растительных ингредиентов, обладающих экологической чистотой и широким распространением в регионе (например, шиповника). Шиповник морщинистый (*Rosa rugosa*) произрастает исключительно по песчаным морским берегам и мысам вдоль всей Камчатки. Плоды шиповника содержат сахара, дубильные и пектиновые вещества, органические кислоты, каротин, витамины, гликозиды, минеральные и другие вещества. Содержание витамина С в плодах шиповника в 50 раз больше, чем в лимоне [17]. Из плодов готовят витаминные экстракты, карамельные начинки, мороженое, кисели, хлебопекарные изделия, варенье, пастилу, повидло и суррогат чая. Из семян получают эфирное масло [18]. В научной медицине плоды шиповника применяются как противочумное средство, как желчегонное при холециститах, воспалении печени, желудочно-кишечных заболеваниях, при авитаминозе [17, 18]. Применение шиповника позволит не только расширить ассортимент хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности, но и улучшить их потребительские свойства, обогатить витаминами, минеральными веществами, повысить пищевую и биологическую ценность.

В качестве обогащающих добавок в тесто вносили порошок шиповника или настой шиповника, в начинку (фруктовый джем) вносили измельченные плоды шиповника.

Технологическая схема производства хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности с шиповником приведена на рис. 2.

Тесто готовили безопасным способом по рецептурам, приведенным в табл. 1.



Рис. 1. Ассортимент диетических хлебобулочных изделий

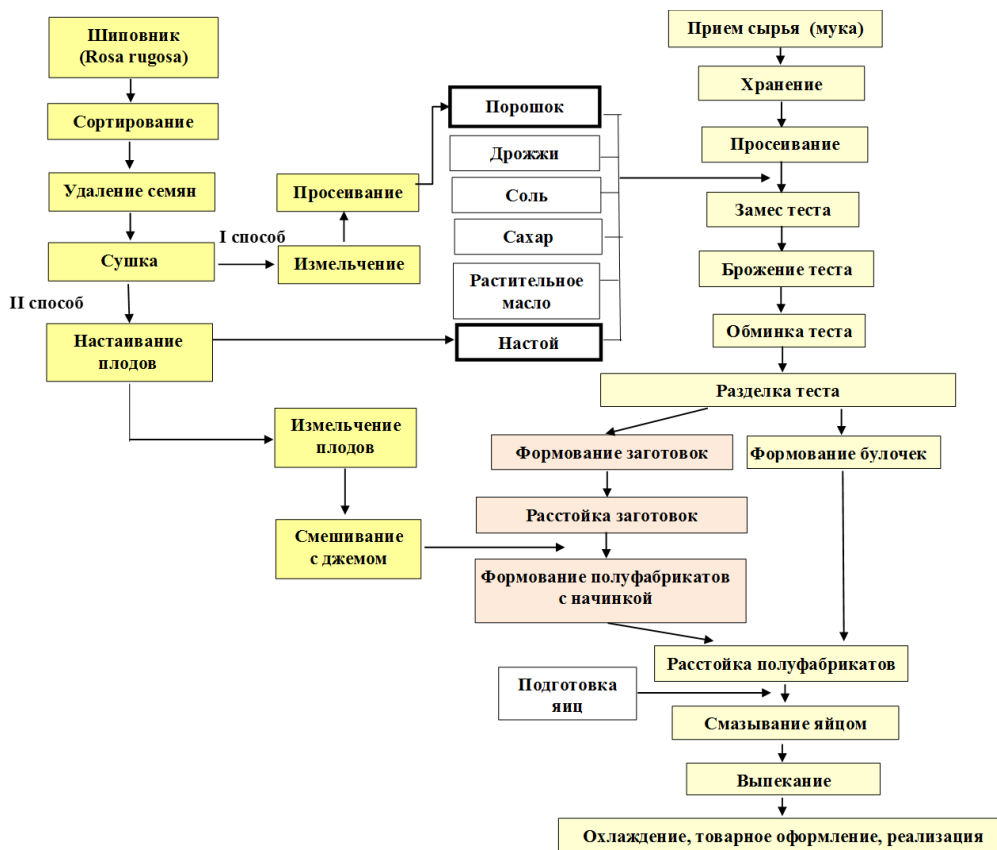


Рис. 2. Технологическая схема производства хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности с шиповником

Таблица 1

Рецептуры теста для хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности с шиповником

Наименование сырья	Расход, кг				
	Контрольный образец	Опытный образец № 1	Опытный образец № 2	Опытный образец № 3	Опытный образец № 4
Мука пшеничная в/с	100	100	100	100	100
Порошок шиповника	–	–	3	5	7
Сахар-песок	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Масло растительное	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Соль поваренная	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Дрожжи сухие	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Настой шиповника	–	60,8	–	–	–
Вода	По расчету 58,3	–	По расчету 66,7	По расчету 67,1	По расчету 67,6

Шиповник собирали в октябре 2018 г., перебирали, удаляли семена, высушивали. Для изготовления порошка высушенные плоды измельчали в кофемолке, просеивали. Для приготовления настоя высушенные плоды заливали водой температурой 100°C в соотношении 1 : 5, настаивали в течение трех часов, затем настой сливали и использовали для замеса теста, а набухшие плоды пропускали через мясорубку, смешивали с фруктовым (абрикосовым) джемом в соотношении 1 : 1 и использовали в качестве начинки.

При замесе теста в емкость вливали подогретую до температуры 37°C воду, добавляли сухие дрожжи, сахар, соль, всыпали муку и порошок шиповника, все перемешивали в течение 7–8 мин. При приготовлении теста на настое шиповника настой использовали вместо воды. Затем вводили растительное масло и замешивали тесто до достижения однородной консистенции. Влажность теста составляла 38%. Емкость закрывали крышкой и оставляли на 2–2,5 ч для брожения в помещении с температурой 37°C. Когда тесто увеличивалось в объеме в 1,5–2 раза, производили обминку в течение 1–2 мин и вновь оставляли для брожения. В процессе брожения тесто подвергали обминке дважды. Готовое тесто порционировали.

При формировании булочек тесто (80 г) подкатывали, придавая ему округлую форму. При формировании ватрушек тесту (58 г) также придавали округлую форму, полученные заготовки оставляли для расстойки на 20 мин, затем посередине делали углубление, которое заполняли начинкой (30 г). Тесто для ватрушек готовили по рецептуре № 1 (табл. 1). Полуфабрикаты оставляли для расстойки на 20–30 мин, затем смазывали яйцом. При приготовлении ватрушек яйцом смазывали только края теста до заполнения повидлом. Выпекали изделия при температуре 180°C в течение 20 мин. Выпеченные изделия охлаждали в естественных условиях.

Органолептическую оценку образцов проводили на дегустационном совещании. Результаты органолептической оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические показатели образцов хлебобулочных изделий с шиповником

Наименование сырья	Образец					
	Контрольный	Опытные				
		№ 1 (на настое шиповника)	№ 2 (содержание порошка шиповника 3%)	№ 3 (содержание порошка шиповника 5%)	№ 4 (содержание порошка шиповника 7%)	№ 5 (ватрушки с джемом с добавлением шиповника)
Внешний вид	Форма округлая, нерасплывчатая, с выпуклой коркой, поверхность гладкая, без подрывов и трещин. Окраска корок равномерная, золотистая					Форма правильная, круглая, края гладкие, начинка размещена посередине
Средний балл	4,8	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0
Состояние мякиша	Пропеченный, нелипкий, невлажный на ощупь, без комочков и следов непромеса					
	Пористость развитая, равномерная, близка к тонкостенной. Мякиш светлый, достаточно эластичный, принимает первоначальную форму	Пористость равномерная, хорошо развитая, тонкостенная, без пустот. Мякиш эластичный, нежный, при деформации быстро принимает первоначальную форму. Цвет от светлого с легким оранжевым оттенком до светло-оранжевого				
Средний балл	4,7	4,9	5,0	5,0	5,0	4,9
Вкус	Свойственный данному виду изделия,					
	Свойственный данному виду изделия, приятный	приятный, со слегка осязательным привкусом шиповника	приятный, с легким привкусом шиповника	с приятным выраженным привкусом шиповника	приятный, с выраженным привкусом шиповника	с приятным выраженным привкусом шиповника
Средний балл	4,7	4,8	4,9	5,0	4,8	5,0
Запах	Приятный, свойственный данному виду изделия,					
	Приятный, свойственный данному виду изделия	со слегка уловимым ароматом шиповника	с легким ароматом шиповника	с приятным, выраженным ароматом шиповника		
Средний балл	4,6	4,8	4,9	5,0	5,0	5,0
Общее впечатление (средний балл)	4,8	4,9	5,0	5,0	4,9	5,0
ИТОГО баллов	23,6	24,3	24,8	25,0	24,7	24,9

Как видно из табл. 2, наилучшие характеристики получили образцы изделий с добавлением порошка шиповника в количестве 3–5%, а также образец с начинкой с добавлением шиповника. Образец, приготовленный на настое шиповника, получил средний балл ниже, чем образцы с добавлением порошка шиповника, но выше по сравнению с контрольным образцом. Внесение настоя шиповника в тесто, а плодов в начинку позволяют комплексно использовать сырье. При этом выявлено, что шиповник в составе начинки препятствует разжижению джема при выпечке.

Таким образом, использование в составе рецептур хлебобулочных изделий добавок из шиповника позволяет расширить ассортимент, улучшить органолептические показатели изделий.

В настоящее время проводятся исследования по определению влияния добавок из шиповника на технологические свойства теста, а также по определению физико-химических показателей изделий и их пищевой ценности.

В заключение отметим, что хлебобулочные изделия являются одним из основных источников белка и углеводов в питании жителей России, но зачастую содержат небольшое количество витаминов, минералов, клетчатки. Это свидетельствует о необходимости корректирования химического состава хлебобулочных изделий в сторону увеличения содержания витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов. Богатый химический состав шиповника обеспечит обогащение хлебобулочных изделий витаминами, минеральными веществами, позволит в целом благоприятно воздействовать на организм человека.

Литература

1. *Ауэрман Л.Я.* Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
2. *Дробот В.И.* Справочник инженера-технолога хлебопекарного производства. – Киев: Урожай, 1990. – 280 с.
3. *Пащенко Л.П., Жаркова И.М.* Технология хлебобулочных изделий. – М.: КолосС, 2006. – 389 с.
4. *Пащенко Л.П., Кульнева Н.Г., Демченко В.И.* Новые дополнительные ингредиенты в технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий. – Воронеж: ВГТА, 1999. – 87 с.
5. *Дробот В.И., Филиппова Е.В.* Использование пектинового экстракта в хлебопечении // Хлебопечение России. – 1997. – № 5. – С. 30.
6. *Панов Д.П.* Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 30–31.
7. *Цыганова Т.Б., Стабровская О.И., Донская Т.Ф.* Использование новых видов белоксодержащего сырья в хлебопекарной промышленности за рубежом. Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1985. – Вып. 4. – 28 с.
8. *Доронин А.Ф., Ипатов Л.Г., Кочеткова А.А.* Функциональные пищевые продукты. Введение в технологию. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 284 с.
9. *Веселова А.Ю.* Разработка технологии специализированных хлебобулочных изделий с использованием источников биологически активных веществ: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2015. – 219 с.
10. Смеси для обогащения хлебобулочных изделий / *Б.Н. Троицкий и др.* // Хлебопечение России. – 2003. – № 6. – С. 18–19.
11. *Корячкина С.Я.* Использование овощей в производстве мучных изделий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1988. – 48 с.
12. *Корячкина С.Я., Поляков А.Н.* Использование продуктов переработки свеклы при производстве хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. – 2008. – № 7. – С. 38–40.
13. Способ производства хлебобулочных изделий с хлопьями из топинамбура для функционального питания: Пат. RU 2 494 625 С1. Рос. Федерация, МПК А21D 13/00 / *Винницкая В.Ф. и др.* – Опубл. 10.10.2013.
14. Влияние режимов термообработки на биохимический состав топинамбура / *В.В. Филатов и др.* // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 2. – С. 77–80.
15. *Жамукова Ж.М.* Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием биофлавоноидов зеленого чая: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2006. – 25 с.
16. Влияние гипокалорийной диеты, обогащенной биологически активными веществами с антиоксидантным действием, на клинико-метаболические показатели у больных сахарным диабетом типа 2 / *Х.Х. Шарафетдинов и др.* // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 2. – С. 57–64.
17. *Ефремова Н.А.* Заветные травы. Дикорастущие и культивируемые растения северо-восточной части России и их лечебные свойства. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1992. – 240 с.
18. Ваша домашняя аптека / Сост. С.П. Кожан. – Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное издательство, 1990. – 128 с.

УДК [634:664.664.33](571.66)

А.В. Шланберов

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИКОРЫСОВ КАМЧАТКИ В ТЕХНОЛОГИИ СДОБНЫХ СУХАРЕЙ

В статье рассмотрена применяемая в настоящее время технология производства сдобных сухарей. Обоснована целесообразность использования дикоросов для повышения пищевой ценности сдобных сухарей. Приведены рецептуры сдобных сухарей с дикоросами.

Ключевые слова: сдобные сухари, дикоросы, обогащение, рецептуры.

A.V. Shlanberov

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

KAMCHATKA WILD PLANTS USAGE IN TECHNOLOGY OF BUTTER RUSKS

The current technology for rusk production is described in the article. The expediency of using wild plants to increase the nutritional value of rusks is justified. The recipes for rusk production with wild plants are given.

Key words: butter rusks, wild plants, enrichment, recipes.

Сухари, как и другие сахарные изделия (хрустящие хлебцы, гренки, хлебные палочки), относят к хлебобулочным изделиям пониженной влажности. Сахарные изделия благодаря их низкой влажности имеют длительные сроки годности, поэтому зачастую их относят к хлебным консервам, которые можно хранить продолжительное время и перевозить на дальние расстояния. Пониженная влажность изделий способствует резкому замедлению процесса очерствения, предохраняет от плесневения, что позволяет длительное время сохранять первоначальные свойства продукции. Эти факторы обуславливают постоянно увеличивающийся спрос потребителей на сахарные изделия [1–4].

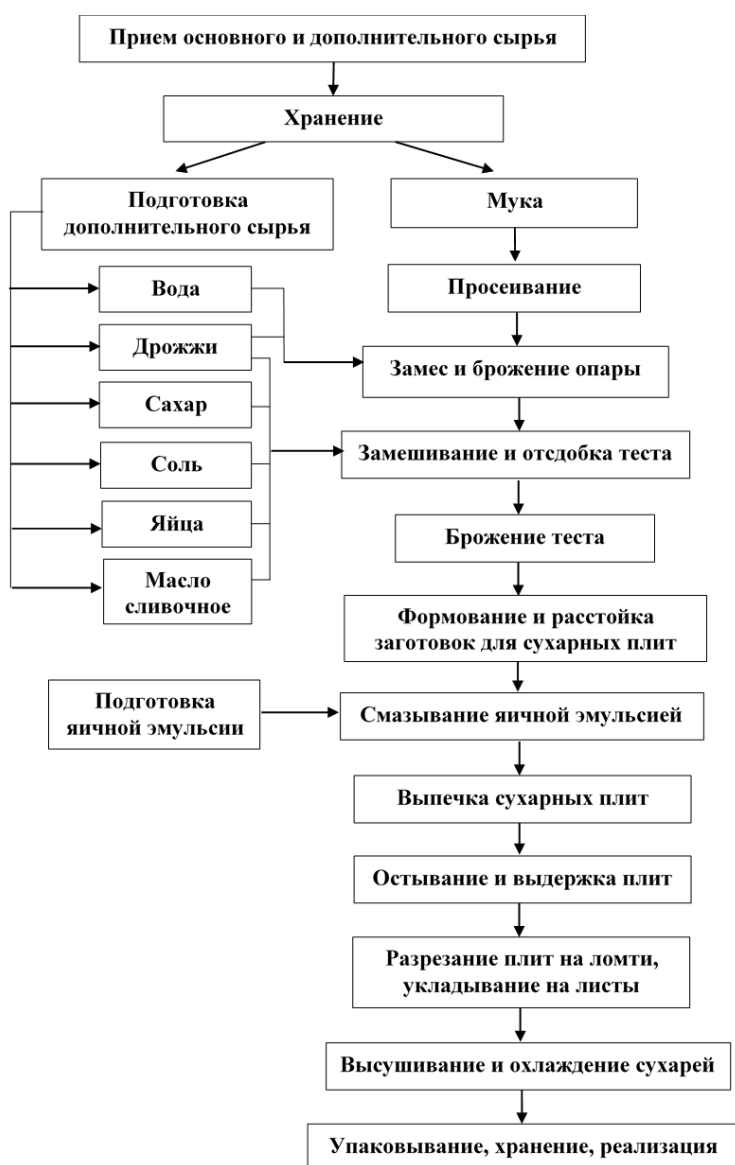
Сухари появились еще в древности одновременно с хлебом. Их употребляли в пищу древние римляне, называя «дважды выпеченным хлебом». Лепешки и сухари из ячневой муки всегда брали в дорогу купцы, пилигримы и воины [1]. С развитием кулинарного искусства совершенствовались способы приготовления сухарей. Их стали изготавливать из разных видов злаков, с различными добавками – изюмом, маком и др. Сухари, сохраняя основную роль продукта длительного хранения, стали еще и лакомством, а в последние десятилетия, в связи с развитием рынка снеков, приобрели и принципиально новое качество. Сухари занимают особое место среди хлебобулочных изделий благодаря своим вкусовым и питательным свойствам. В настоящее время ассортимент выпускаемых в отрасли сахарных изделий весьма разнообразен [1].

Сухари выпускают простые и сдобные. Простые (ржаные или ржано-пшеничные) вырабатывают из хлеба или сахарных плит путем высушивания для придания изделиям стойкости при хранении. В зависимости от сорта используемой по рецептуре муки сухари подразделяют на ржаные обойные, ржано-пшеничные обойные, пшеничные из муки обойной первого или второго сортов [1, 5]. Сдобные сухари вырабатывают из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов с добавлением значительного количества сахара, жира, яиц и других видов дополнительного сырья.

Ассортимент сдобных пшеничных сухарей насчитывает около 20 наименований, различающихся размерами, массой, формой и рецептурой. Так, в рецептуру молочных сухарей кроме жира, сахара и яиц входит 10% сгущенного молока, сухарей с изюмом – 20% изюма, сухарей с орехами – 10% дробленых орехов, сухарей с маком – 15% мака, горчичных сухарей – 10% горчичного масла [1, 2].

Для каждого вида сухарей установлены определенные форма, размеры и количество штук в 1 кг. Сухари могут различаться отделкой поверхности: сухари «Осенние» и «С изюмом» обсыпаны сахаром-песком с одной стороны, а «Сахарные» и «Славянские» – с обеих сторон, верхнюю корочку сухарей «Городских» и «Кофейных» посыпают сахарной крошкой, а сухарей «Любительских» – миндалем [2, 6].

Сдобные пшеничные сухари получают путем сушки ломтей сдобного хлеба, выпеченного в виде плит разных размеров и форм. Технологический процесс включает приготовление теста, разделку и формование теста в сухарные плиты, расстойку, выдержку сухарных плит, резку их на ломти, сушку и охлаждение сухарей [1]. Технологическая схема производства сухарей сдобных «Сливочных» приведена на рисунке [1, 7–10].



Технологическая схема производства сухарей сдобных «Сливочных»

В качестве основного сырья для приготовления теста используют муку высшего сорта, соответствующую требованиям ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия» [11]. В качестве дополнительного сырья используют воду, дрожжи, соль, сахар, яйца, сливочное масло, соответствующие требованиям технических и нормативно-правовых документов.

Муку просеивают в просеивателе с размером сита № 1,6 для удаления посторонних частиц. При просеивании мука разрыхляется, согревается, насыщается воздухом.

При замесе опары в дежу вливают 80% от общего количества воды по рецептуре с температурой 38–40°C (20% воды оставляют для приготовления растворов соли и дрожжей), добавляют разведенные в воде и процеженные дрожжи (часть дрожжей оставляют на отсодбку), всыпают муку (50–60%) и перемешивают до получения однородной массы. Влажность опары должна составлять 40–43%, температура – 30°C [2].

Поверхность опары посыпают мукой, дежу накрывают крышкой и оставляют для брожения на 3,5–5 ч при температуре окружающего воздуха 30–32°C.

Тесто, предназначенное для изготовления высокорецептурных сухарей, к которым относят сухари «Сливочные», готовят с отсодбкой. Рецептура сухарей сдобных «Сливочных» приведена в табл. 1 [9].

Применяя отсодбку, на готовой опаре сначала замешивают тесто, добавляя в опару раствор соли и около половины оставшейся муки. Тесто бродит в течение 60–70 мин, затем в него добав-

ляют остаток муки, дрожжи, сахар, перемешанный с растопленным сливочным маслом, и замешивают тесто до приобретения им однородной консистенции. Влажность теста после отсдобки должна составлять 32–35% [2].

Таблица 1

Рецептура теста для сухарей сдобных «Сливочных»

Наименование сырья	Расход, кг
Мука пшеничная высшего сорта	100
Соль поваренная	1,0
Сахар-песок	20,0
Дрожжи сухие	2,0
Масло сливочное	15,0
Яйца	3,2 (80 шт.)
Вода	По расчету

Тесто после отсдобки оставляют для брожения в течение 1,5–2,5 ч при температуре окружающего воздуха 30–32°C. В процессе брожения происходит разрыхление теста, накопление веществ, определяющих впоследствии вкус, аромат и окраску изделий. В тесте накапливаются аминокислоты, сахара, ароматические и вкусовые вещества (спирты, кислоты, альдегиды). В процессе брожения изменяются реологические свойства теста – снижается его упругость и вязкость, тесто становится более пластичным [2, 8, 9].

За 30–40 мин до разделки тесто обминают. Обминка – кратковременный промес теста в течение 2–3 мин. При этом происходит равномерное распределение пузырьков диоксида углерода в массе теста, тесто приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость [2].

Для формования сухарных плит применяют машины, в которых тесто нагнетается через формирующие матрицы, осуществляющие деление теста на мелкие дольки, раскатку их в жгуты, а затем укладку их в ряды на листах. Расстойка отформованных плит производится на листах в камерах или конвейерных установках при температуре 35–40°C и относительной влажности воздуха 75–85% в течение 40–60 мин.

В результате механического воздействия, оказываемого на тесто в процессе формования, разрушаются отдельные звенья клейковины и возникают внутренние напряжения. При расстойке эти напряжения снимаются, восстанавливается структура клейковинного каркаса, на поверхности сухарных плит образуется тонкая пленка, что приводит к улучшению структуры. Во время расстойки в тесте продолжают процессы брожения. При этом выделяется углекислый газ, который разрыхляет тесто и увеличивает объем сухарных плит [2, 10]. При расстойке и выпечке высота сухарной плиты возрастает почти в два раза, ширина увеличивается незначительно [2].

Перед выпечкой расстойавшиеся сухарные плиты смазывают эмульсией из яиц и воды и накалывают, чтобы предотвратить вздутие корки. Поверхность плит смазывают кисточкой осторожно, следя за тем, чтобы не помять тесто и чтобы яичная эмульсия не вылилась на листы [12].

Сухарные плиты выпекают при температуре 180–200°C в течение 15–20 мин без увлажнения пекарной камеры. Упек составляет 6–9% [2]. Выпеченные плиты должны иметь тонкую светло-коричневую корку, мелкую равномерную пористость, эластичный, хорошо пропеченный мякиш.

Выпеченные плиты в течение 15–20 мин охлаждают на листах, на которых они выпекались. Спустя 5–8 мин после выпечки плиты переворачивают, чтобы избежать появления на нижней корке темных пятен. Охлажденные плиты перекалывают в деревянные лотки и выдерживают на специальных стеллажах в течение 8–24 ч или в вентилируемых шкафах-кулерах при температуре 30–32°C в течение 2–4 ч. В процессе остывания плиты теряют часть влаги (масса плит при выдержке уменьшается на 4–6%) и несколько черствеют. Структура плит становится более прочной, они легче разрезаются на ломти, поверхность среза получается более ровной. При выдержке плит создают условия для равномерного омывания их воздухом с температурой 12–15°C и относительной влажностью 65–75%. При чрезмерном черствении плиты в процессе разрезания сильно крошатся, и вкус и хрупкость готовых изделий ухудшаются [2].

Сухарные плиты после выдержки разрезают на ломти машиной пилорамного типа. Ломти укладывают плашмя в один ряд на металлические листы или на под ленточной печи или подиковые люльки тупиковых печей [2, 9].

Высушивание сухарей производят в хлебопекарных печах при температуре 165–200°C в течение 12–20 мин без увлажнения пекарной камеры. В целом жесткий режим сушки обеспечивает лучшее качество сухарей: из-за появляющихся микротрещин изделия становятся хрупкими и хорошо набухают в воде.

При высушивании сухарей влага испаряется из внешних слоев ломтей, середина в момент выемки из печи остается непросушенной и имеет структуру мякиша, так как испарение влаги снаружи опережает подвод влаги из центра сухарей. Внутренний непросушенный слой в момент выемки сухарей из печи не должен превышать 1/2 толщины сухаря. При остывании и хранении сухарей в течение 20–24 ч концентрационное перемещение влаги из центральных слоев к наружным продолжается и влажность изделия становится однородной. На поверхности сухарей происходит реакция меланоидинообразования, в результате которой сухари приобретают золотисто-коричневый цвет, специфический вкус и аромат. После выемки из печи сухари некоторое время (20–30 мин) охлаждают, не снимая с листов. Затем сухари снимают с листов, складывают в деревянные лотки и охлаждают еще в течение 1,5–2,5 ч [2]. Готовые сухари должны иметь зарумяненный слой на боковых поверхностях и влажность 8–10% [2, 6].

После охлаждения и отбраковки сухарей с дефектами, изделия фасуют в пачки, коробки или пакеты из полиэтиленовой пленки. Сухари направляют в торговую сеть через 26–27 ч после изготовления. Хранят изделия при температуре 20–22°C и относительной влажности воздуха 65–75%. Усушка сухарей при таких условиях составляет около 0,5%. При хранении в сыром помещении влажность сухарей может увеличиваться [2].

В последнее время большое внимание уделяется вопросам повышения пищевой ценности сухарных изделий. Усвояемость продукта обусловлена как органолептическими показателями (вкусом, ароматом, разрыхленностью), так и набором компонентов рецептурного состава [3].

С целью расширения ассортимента и повышения пищевой ценности продукции уже разработаны рецептуры сдобных сухарей с добавлением растительного сырья, например пюре из тыквы. Тыква способствует лучшему выводу из организма солей тяжелых металлов, радионуклидов, достижению оптимального соотношения кальция и магния [1].

Нами предложено использовать в технологии сдобных сухарей дикорастущие ягоды Камчатки – голубику обыкновенную, жимолость камчатскую, бруснику обыкновенную, шикшу черную. Ягоды голубики содержат органические кислоты, витамины, сахар, дубильные вещества, богаты также биологически активными веществами, благодаря которым полезны при лечении лучевой болезни и многих других тяжелых заболеваний [13]. Ягоды жимолости содержат витамины С, Р, глюкозу, фруктозу, сахарозу, галактозу, лимонную, яблочную и щавелевую кислоты, дубильные и пектиновые вещества. В медицине ягоды применяют в качестве желудочного, вяжущего, общеукрепляющего, антицинготного, мочегонного, желчегонного, аппетитного, слабительного средства [13, 14]. В ягодах брусники содержатся сахара, кислоты (аскорбиновая, яблочная, лимонная, винная, щавелевая, уксусная, борная, салициловая, бензойная), витамины, дубильные вещества, минералы [15]. Брусника применяется в народной медицине как мочегонное, потогонное и антиревматическое средство [13, 14]. Состав ягод шикши многообразен и содержит питательные вещества, витамины и минеральные элементы. Шикша известна как средство, успокаивающее нервную систему. В народной медицине ее применяют при эпилепсии, нервных расстройствах, гипертонии, бессоннице, головной боли, нарушении обмена веществ [13, 14]. Таким образом, учитывая ценный химический состав камчатских дикорастущих ягод и их широкое распространение в регионе, разработка рецептур сдобных сухарей с добавлением дикоросов является актуальным направлением исследований, так как будет способствовать расширению ассортимента, увеличению пищевой ценности сухарей путем повышения содержания в них витаминов и микроэлементов.

При разработке рецептур теста для сдобных сухарей контрольный образец готовили без добавок, опытные образцы – с добавлением сушеных измельченных ягод в количестве от 3 до 7% от массы муки. Добавки вносили на стадии отсдобки теста. Рецептуры образцов приведены в табл. 2.

Рациональное количество вносимых добавок будет определяться по реологическим и технологическим свойствам теста, а также по органолептическим показателям готовых изделий.

Рецептуры теста для сдобных сухарей

Наименование сырья	Расход, кг							
	Контроль	О-1	О-2	О-3	О-4	О-5	О-6	О-7
Мука пшеничная высшего сорта	100	100	100	100	100	100	100	100
Соль поваренная	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сахар-песок	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Дрожжи сухие	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Масло сливочное	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Яйца	3,2 (80 шт.)	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Шикша	–	1,5	2,5	3,5	–	–	–	–
Брусника	–	1,5	2,5	3,5	–	–	–	–
Голубика	–	–	–	–	5,0	7,0	–	–
Жимолость	–	–	–	–	–	–	5,0	7,0
Вода	По Расчету	По Расчету						

В настоящее время проводятся исследования по определению влияния дикоросов на продолжительность брожения и технологические свойства теста, определению показателей качества сдобных сухарей с дикоросами, а также отрабатываются технологические режимы приготовления изделий.

Литература

1. *Нилова Л.П.* Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: Учебник. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 448 с.
2. *Пашенко Л.П., Жаркова И.М.* Технология хлебобулочных изделий. – М.: КолосС, 2006. – 389 с.
3. Производство сухарных изделий [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/3549045/> (дата обращения: 18.02.2020).
4. *Угрюмова Е.В.* Маркетинговое исследование спроса на рынке хлебобулочных изделий г. Краснодара // Молодой ученый. – 2011. – № 11 (34). – С. 167–169.
5. ГОСТ Р 54645-2011. Изделия хлебобулочные сухарные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
6. ГОСТ 8494-96. Сухари сдобные пшеничные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
7. *Ауэрман Л.Я.* Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
8. *Дробот В.И.* Справочник инженера-технолога хлебопекарного производства. – Киев: Урожай, 1990. – 280 с.
9. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.
10. *Цыганова Т.Б.* Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 432 с.
11. ГОСТ 26574-2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
12. *Бутейкис И.Г., Жукова А.А.* Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 298 с.
13. *Ефремова Н.А.* Заветные травы. Дикорастущие и культивируемые растения северо-восточной части России и их лечебные свойства. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1992. – 240 с.
14. Ваша домашняя аптека / Сост. С.П. Кожан. – Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное издательство, 1990. – 128 с.
15. *Сметанин А.Н., Богоявленский В.Ф.* Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: ХК «Новая книга», 2000. – 212 с.

Секция 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 338.439.02:639.2/.3

Ю.А. Агунович, А.О. Шуликов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: agunovich0@mail.ru*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ РЫБОЛОВСТВА: ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ, ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

В статье рассмотрены основные этапы эволюции законодательства в сфере рыболовства и сохранения водных биоресурсов, определены проблемы реализации нормативных актов на различных этапах, выявлены перспективы развития государственной политики в сфере регулирования рыбохозяйственного комплекса.

Ключевые слова: регулирование рыбохозяйственной деятельности, квотирование, распределение водных биоресурсов, ресурсная база, промышленная нагрузка, «исторический принцип» распределения квот.

Yu.A. Agunovich, A.O. Shulikov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: agunovich0@mail.ru*

STATE POLICY IN THE FIELD OF FISHERIES: STAGES OF EVOLUTION, PROBLEMS OF REALIZATION, PROMISING AREAS OF DEVELOPMENT

The main stages of the legislation evolution in the field of fisheries and conservation of aquatic biological resources are enumerated, the problems of regulations implementation at different stages are identified, the prospects for the state policy development in the field of fisheries regulation are detected.

Key words: regulation of fishery activities, quota, distribution of aquatic biological resources, resource base, fishing load, "historical principle" of quota distribution.

Добыча рыбы и иных водных биоресурсов является основой производственного потенциала всего рыбохозяйственного комплекса, в связи с чем государственное регулирование этой сферы является весьма значимым и оказывает ощутимое влияние на параметры экономического развития всего комплекса и смежных отраслей. Государственная политика реализуется в процессе формирования и внедрения отраслевых законодательных актов, разрабатываемых на федеральном уровне с учетом норм международного права в области рыболовства и обеспечения сохранения и воспроизводства водных биоресурсов.

Основным законодательным актом в области рыболовства является Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [1], в развитие которого Правительством Российской Федерации принято свыше 30 нормативных правовых актов, регулирующих деятельность по добыче ВБР хозяйствующими субъектами отрасли.

В развитии законодательного обеспечения деятельности по добыче водных биоресурсов можно выделить несколько этапов, принципиальная эволюция которых сведена от распределительного механизма к свободному доступу и далее к «историческому принципу». До 2000 г. планируемый объем общего изъятия водных биоресурсов и распределение их по видам добываемых ресурсов утверждались актом Правительства Российской Федерации. Распределение долей квот по пользователям производилось на основании решений рыбохозяйственных советов, принятых на основании информации об освоении квот пользователями за предыдущий год и утверждалось решением органа федеральной исполнительной власти – Министерством сельского хозяйства или позже Государственным комитетом по рыболовству. В течение года выделенные объемы могли перераспределяться между пользователями в зависимости от степени их фактического освоения.

В начале 90-х г. начавшиеся преобразования хозяйственной системы страны не обошли стороной и рыбохозяйственную отрасль. Результатом приватизации стал распад единого рыбохозяйственного комплекса на отдельные самостоятельные предприятия, утрата интеграционных взаимосвязей и разделение функций, разрыв хозяйственных связей и договоренностей. В стремлении окупить вложенные средства начинающие предприниматели-рыбохозяйственники стремились заниматься и добычей, и переработкой, и сбытом, привлекая огромное количество посредников, неся высокие транзакционные издержки, что в итоге приводило к удорожанию продукции, снижению конкурентоспособности.

В этот период государство стремилось сохранить масштабную финансовую поддержку отрасли путем предоставления субсидий на приобретаемое топливо рыбохозяйственным предприятиям, осуществляющим доставку рыбопродукции для дальнейшей переработки на российских береговых рыбоперерабатывающих предприятиях; выдачи льготных кредитов на покупку рыбоперерабатывающего оборудования и запчастей к нему; предоставления кредитов на закупку запасных частей и оборудования для рыбопереработки и государственных гарантий под иностранные кредиты для строительства на зарубежных верфях рыбопромыслового флота (или квот для их погашения). Кроме того, для развития прибрежной рыбопереработки предприятиям выделялись «сблокированные квоты».

Однако все предусмотренные способы государственной поддержки не дали положительного результата. Так, «сблокированные квоты» фактически сформировали среди перерабатывающих предприятий «квотных рантье», которым было выгоднее заниматься бумажным оформлением и последующей перепродажей квот, а не производством продукции [2]. Кредиты под судостроение на зарубежных верфях ввиду мощных негативных финансовых макроэкономических процессов обернулись судебными разбирательствами по возвращению средств государству.

В 1998 г. начался переход к платному распределению водных биоресурсов. До 2001 г. этот процесс происходил в форме скрытой коммерциализации – фактической продажи квот российским и иностранным предприятиям в непубличной форме. С 2003 г. этот процесс приобрел публичный характер и принял форму открытых аукционов. Однако, следует отметить, что система утверждения объемов общих допустимых уловов и распределения их по видам осталась без изменений. Кроме того, срок распределения квот по результатам аукционов составлял не более одного года [3].

С середины 1990-х гг. значительные ресурсы выделялись на научно-исследовательские работы, что можно оценить как скрытое финансирование научных учреждений рыбохозяйственного комплекса, так как исследования с использованием научных квот проводились на промысловых судах с изъятием водных биоресурсов в промышленных масштабах и производством рыбо- и морепродукции. Выделение научных квот осуществлялось в закрытом режиме, и по некоторым видам ресурсов научные квоты превышали объемы, выделенные для промышленного рыболовства. В то же время через распределение научных квот был сформирован особый нерегулируемый механизм доступа к вылову водных биоресурсов.

Непоследовательность государственной политики в части распределения водных биоресурсов привела в 2003–2004 гг. к кризису рыбной отрасли, который усугублялся не только общеэкономическими проблемами – недоступностью кредитных ресурсов, криминализацией, разрушением инфраструктуры, но и возросшей промысловой нагрузкой на биоресурсы в зоне юрисдикции Российской Федерации. После распада СССР дотируемый и организованный на государственном уровне промысел за пределами российских вод стал чрезмерно рискованным, в результате чего произошло перемещение промысла большей части отечественного рыбопро-

мыслового флота в исключительную экономическую зону Российской Федерации. Кроме того, сначала под видом совместных предприятий, а потом через подконтрольные иностранным юридическим и физическим лицам компании в зоне юрисдикции РФ на добычу водных биоресурсов были введены высокопроизводительные иностранные суда. Превышение промысловых мощностей добывающего флота над ресурсной базой, слабый контроль за выловом биоресурсов в районах промысла, а также необходимость скорой окупаемости их квот, приобретенных на аукционах, привели к резкому увеличению промыслового пресса и падению численности популяции важнейших видов водных биоресурсов.

Таким образом, до вступления в силу с 2005 г. Федерального закона № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», можно выделить два существенных и во многом противоречивых этапа развития рыбодобычи:

– первый (90-е годы), характеризующийся отсутствием долгосрочного планирования, непрозрачностью, возможностью изменений правил распределения и перераспределения между добытчиками, ориентацией на уровень освоения квот прошлого года;

– второй этап (начало 2000-х годов) – продажа долей квот на аукционах.

Результатом непоследовательности государственной политики в сфере распределения биоресурсов стали такие негативные обстоятельства, как снижение доступности рыбопродукции на внутреннем российском рынке, усиление промысловой нагрузки и нерациональное использование биоресурсов, снижение уровня капитализации и сокращение инвестиций, связанное в том числе и с ростом недоверия отечественных банковских структур к отрасли из-за информационной закрытости и непрозрачности финансовых потоков.

Переходный этап развития государственной политики в сфере рыболовства (2003–2004 гг.) обеспечил продвижение механизма долгосрочного закрепления за пользователями квот на добычу ВБР. Было принято постановление Правительства Российской Федерации от 20.11.2003 № 704 «О квотах на вылов (добычу) водных биологических ресурсов». Данным актом было предусмотрено заключение договоров на закрепление за пользователями (заявителями) долей квот сроком на пять лет; основанием для закрепления служили результаты («история», отсюда и название «исторический метод распределения») работы предприятия за прошедший трехлетний период; стороной, предоставляющей право на добычу водных биологических ресурсов от имени Российской Федерации, выступал Государственный комитет по рыболовству; в договор включалось условие обязательного его расторжения в случае причинения пользователем ущерба водным биоресурсам и недоосвоения выделенных квот в объеме более 50% в течение двух лет.

Современный этап, начиная с 2004 г., начинается принятием Федерального закона от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». В соответствие с данным законом рыболовецкие предприятия наделялись квотами на пятилетний период, тогда же был введен сбор за пользование водными биологическими ресурсами (в зоне юрисдикции Российской Федерации).

При этом сохраняется возможность прекращения права пользователя на вылов водных биологических ресурсов в случаях недоосвоения более чем на 50% промышленных и прибрежных квот в течение двух лет подряд, двукратного в течение календарного года нарушения правил рыболовства и причинения ущерба водным биоресурсам, выявления признаков контроля над рыбодобытчиком иностранного инвестора, а также неосуществления доставки уловов в порты Российской Федерации.

Значительным фактом в системе государственного управления рыбодобывающей отраслью стала передача функций по контролю и надзору за водными биологическими ресурсами во внутренних водах Российской Федерации Федеральному агентству по рыболовству [4], которое осуществляет свои функции через территориальные органы, сформированные по бассейновому принципу.

Следует отметить, что законодательный акт о рыболовстве регулярно пересматривается – с 2008 г. увеличен срок надления долями квот на добычу водных биологических ресурсов уже до 10 лет, а с 2018 г. до 15.

Долгосрочное и прозрачное надление рыбопромышленников правом на добычу биоресурсов, на основе информации об их деятельности, дает уверенность в развитии бизнеса, служит стимулом к модернизации и обновлению флота и рыбоперерабатывающих мощностей, стимулирует инвестиционные процессы. Рыбохозяйственная отрасль характеризуется высокой капиталом-

емкостью, обеспечить масштабные инвестиции исключительно за счет собственных средств могут немногие крупные рыбопромышленные предприятия. Для обеспечения же конкуренции в отрасли и ее конкурентоспособности необходимо развитие и обеспечение эффективного функционирования малых и средних предприятий, которым требуется привлечение значительных кредитных ресурсов. Возможность привлечения финансовых средств зависит не только от их доступности и стоимости, но и от устойчивости деятельности предприятий-заемщиков, обеспеченности их квотами на период пользования кредитными ресурсами. «Сложившаяся мировая практика для судов, обеспеченных достаточным объемом квот, сформировала средний срок возврата привлеченных под их строительство кредитов от 10 до 20 лет (без учета этапов проектирования и подготовки к строительству судна)» [2].

Сохранение принципа долгосрочности и учета результативности деятельности рыбодобывчика должно оставаться базовым подходом к распределению квот на добычу водных биоресурсов. Однако, несмотря на множество позитивных моментов, введенный закон о рыболовстве не решает множество задач и проблем. Так, увеличение количества добывающих предприятий в условиях ограниченных сырьевых ресурсов приводит лишь к их перераспределению, освоения новых объектов лова не происходит. Доли квот дробятся на мелкие лимиты, которые не дают возможности возместить понесенные затраты на промысловую деятельность и подталкивают предприятия к браконьерской деятельности.

Рыбная промышленность в силу своей специфики (добыча и использование ресурсов), находится под пристальным вниманием государственных контролирующих органов. На сегодняшний день более 50 органов исполнительной власти и подведомственных учреждений осуществляют контроль над деятельностью рыбопромышленных предприятий. Столь высокие административные барьеры ухудшают стратегические условия развития отрасли, психологический климат в предпринимательской среде и в целом снижают экономическую эффективность и конкурентоспособность отрасли.

Промышленное браконьерство также продолжает оставаться существенной проблемой. Традиционно рост браконьерства обуславливается превышением мощностей добывающего флота над выделенными квотами, в Камчатском крае (как в целом в ДВФО и РФ) проблема усугубляется неэффективной работой российских портов. Усложненные правила таможенного оформления, существенная разница в налогах (не в пользу РФ) побуждают предприятия уходить с российского рынка. При официальном экспорте рыбопромышленники уплачивают пошлину 5–10%, а при поставке продукции на внутренний рынок ставка НДС составляет до 20% [2]. Затраты на ремонт, приобретение дизтоплива, оборудования, орудий лова в российских портах в 2–3 раза выше, чем за рубежом. Оформление прихода-отхода судна, его разгрузка и снабжение в иностранном порту занимает 3–5 ч, тогда как только оформление документов на краткосрочную стоянку в российском порту занимает не менее одного рабочего дня, при этом простой судна обходится предприятию от 100 до 500 долл. США [5]. Еще одним серьезным барьером для рыбаков при поставке рыбопродукции на российский берег служит сложное и дорогостоящее оформление ветеринарного сертификата.

Нерациональным остается соотношение объемов береговой и морской переработки водных биологических ресурсов. Несмотря на имеющиеся исследования [3, 5–8], подтверждающие более высокую эффективность берегового производства, реальные предпосылки для развития глубокой переработки рыбопродукции береговыми предприятиями отсутствуют. Рыбоперерабатывающие заводы в Камчатском крае имеют ярко выраженную сезонность и ориентацию на первичную переработку рыбы лососевых пород – заморозка, икорная продукция.

Вышеперечисленные проблемы не способствуют формированию благоприятной предпринимательской среды и интеграции рыбохозяйственных предприятий между собой. Все это свидетельствует о том, что эффективная система государственного регулирования рыбохозяйственной деятельности до сих пор не сформирована – отсутствует понятная регламентирующая база управления водными биоресурсами, их охраны, изучения, переработки, воспроизводства; нормативные документы, разрабатываемые различными органами, не определяют однозначных норм и правил и часто противоречат друг другу.

Промысел, безусловно, является основой развития рыбохозяйственной отрасли, а состояние запасов водных биоресурсов – ключевым фактором его развития. Данный фактор подвержен высокой зависимости от природно-климатических условий, циклических колебаний, что повышает

непредсказуемость и сложность прогнозирования экономических результатов. Снижение рисков рыбохозяйственной деятельности возможно исключительно на основе специальных научных исследований. Распад рыбохозяйственного комплекса в 1990-е гг. привел к заметному снижению количества исследований в области изучения состояния водных биологических ресурсов. На сегодняшний день незначительные объемы финансирования, выделяемые на эти цели, а также организационные и технические просчеты приводят к неточностям в определении объемов допустимого улова по отдельным промысловым объектам.

Высокая капиталоемкость процесса добычи водных биологических ресурсов, необходимость авансирования значительных финансовых ресурсов для его обеспечения, сезонность и ее влияние на планирование деятельности по производству и сбыту готовой продукции, высокие инвестиционные риски, инерционность предпринимателей в части расширения рынков сбыта и продуктовой линейки являются основными проблемами развития отрасли, требующими пристального внимания и решения со стороны государственных органов.

Литература

1. Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // СПС Консультант.
2. Законодательство о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов в вопросах и ответах: Научно-практическое пособие / С.А. Боголюбов, Ю.Г. Жариков, Е.Л. Минина и др.; руководитель авторского коллектива Д.О. Сиваков. – М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации: ИНФРА-М, 2014. – 241 с.
3. Рыбная промышленность Дальнего Востока России: современное состояние, проблемы и перспективы конкурентоспособности: Монография / О.Ю. Ворожбит, Т.Е. Даниловских, И.А. Кузьмичева, Н.Ю. Титова, Н. В. Шаило. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 156 с.
4. Указ Президента РФ от 30.05.2008 № 863 (ред. от 29.06.2013) «О Федеральном агентстве по рыболовству».
5. Васильев А.М. Глубокая переработка уловов – фактор повышения экономической эффективности рыболовства // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 5 (29). – С. 89–97.
6. Столбов А.Г. Формирование организационно-экономического механизма рационального использования водных биологических ресурсов [Электронный ресурс] // Вестник МГТУ. – 2017. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-organizatsionno-ekonomicheskogo-mehanizma-ratsionalnogo-ispolzovaniya-vodnyh-biologicheskikh-resursov> (дата обращения: 17.08.2019).
7. Степанова Т.Е., Поляков Р.К., Чумаков А.С. Трансакционные издержки рыбохозяйственного комплекса Калининградской области: кластерный подход // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 10–16.
8. Ше С.Г. Государственное регулирование и организация предпринимательской деятельности в рыбном хозяйстве Дальнего Востока России // Азиатско-Тихоокеанский регион: Экономика, политика, право. – 2016. – Т. 18, № 3. – С. 55–87.

УДК 639.2/.3(571.66)

А.И. Берлинская, А.О. Шуликов

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

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАМЧАТСКОГО КРАЯ

В статье рассмотрены основные сложившиеся тенденции в динамике развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края и инвестиционной активности рыбопромышленных предприятий. Указаны основные изменения в нормативно-правовой базе, регулирующей деятельность в рыбном хозяйстве РФ, отражены основные проблемы и этапы эволюции законодательства в сфере рыболовства и сохранения водных биоресурсов. Определены проблемы реализации нормативных актов на различных этапах, выявлены перспективы развития государственной политики в сфере регулирования рыбохозяйственного комплекса.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, рыбопромышленные предприятия, экспорт, водные биологические ресурсы, инвестиции.

A.I. Berlinskaya, A.O. Shulikov

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

TRENDS AND PROSPECTS FOR FISHERIES COMPLEX DEVELOPMENT IN KAMCHATSKY KRAI

The main current trends in the dynamics of the fisheries complex development in Kamchatsky Krai and investment activity of fishing enterprises were presented in the article. The main changes in the regulatory framework governing the fisheries of the Russian Federation were stated. The main issues and stages in the evolution of legislation in the sphere of fishery and water biological resources preservation were enumerated. The problems of legal acts implementation on various stages were detected. The prospects of state policy development in the sphere of fisheries industry regulation were identified.

Key words: fishery complex, fishing enterprises, export, water biological resources, investments.

Акватория Тихого океана, прилегающая к полуострову Камчатка, является одним из самых крупных промысловых районов в Дальневосточном регионе. Предприятия рыбопромышленного комплекса Камчатского края ведут свою хозяйственную деятельность в пяти рыбопромысловых районах. В настоящее время рыбохозяйственный комплекс Камчатского края занимает одно из ведущих положений в рыбном хозяйстве России и Дальнего Востока (его удельный вес в уловах Дальневосточного бассейна – около 45%, России – более 30,0%). Ведущую роль рыбохозяйственный комплекс играет и в экономике Камчатского края, на его долю приходится более 20% ВРП, более 50% объемов промышленного производства и около 90,0% объемов экспорта [1]. Таким образом, рыбная отрасль является основным звеном в хозяйственной структуре Камчатского края, имеет многоотраслевую структуру и сложный состав. Кроме рыбодобычи, рыбопереработки, воспроизводства рыбных ресурсов она включает в себя целый ряд вспомогательных и обслуживающих отраслей [2].

В настоящее время в Камчатском крае функционируют свыше 500 предприятий, ведущих рыбохозяйственную деятельность с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, более 200 из которых осуществляют вылов водных биологических ресурсов. Крупнейшими компаниями, ведущими хозяйственную деятельность на территории края и обладающими самыми

большими добывающими и перерабатывающими судовыми мощностями, являются: ПАО «Океанрыбфлот», РК им. В.И. Ленина, АО «Акрос», ООО «Поллукс», ООО «Тымлатский рыбокомбинат», АО «Озерновский РКЗ № 55», ООО «Устькамчатрыба», ООО «Витязь-Авто» и другие.

По предварительным итогам 2019 г., камчатскими рыбопромышленными предприятиями добыто около 1 554 тыс. т морепродуктов, на первом месте в структуре вылова по-прежнему находится минтай, в 2019 г. объем вылова данного объекта составил 654 тыс. т, впервые за многие годы превысив объем в 600 тыс. тонн. На втором месте – тихоокеанские лососи. В период путины предприятия региона добыли почти 378 тыс. т, это второй рекордный результат в истории лососевого промысла на Камчатке. В 2019 г. объем экспорта достиг 837 млн долл. США (128% к уровню планового показателя на 2019 г. и 106% к уровню 2018 г.) [3]. Но необходимо учитывать, что такие объемы экспорта сложились под воздействием внешних факторов: благоприятно сложившиеся условия промысла и конъюнктура экспортных цен на продукцию. Чтобы реализовать заявленные цели, необходимы инновационные решения в области изменения направлений и структуры экспорта продукции рыбопромышленного комплекса Камчатского края. Динамика добычи морепродуктов и объемы ее экспорта указана на рисунке и в таблице.



Динамика добычи и экспорта водных биологических ресурсов предприятиями Камчатского края, 2012–2019 гг.
Составлено авторами на основании [1, 3–5]

Таблица

Динамика добычи и экспорта водных биологических ресурсов предприятиями Камчатского края, 2012–2019 гг.

Годы	Вылов водных биологических ресурсов всего, тыс. т	В том числе тихоокеанские лососи, тыс. т	В том числе морская рыба, беспозвоночные, тыс. т	Экспорт, млн долл.
2012	1048	253	795	640
2013	873	132,5	740,5	580
2014	895	143,6	751,4	491
2015	982	192,7	789,3	514
2016	1066	234,3	831,7	516
2017	1203	243,4	959,6	647
2018	1563	498,9	1064,1	789
2019	1554	378	1176	837

Составлено авторами на основании [1, 3–5].

2019 г. стал первым годом реализации региональных и федеральных проектов, обозначенных в Указе № 204 Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития

Российской Федерации на период до 2024 года». Одна из задач, которая была поставлена в 2018 г. на государственном уровне, – развитие экспорта.

В этом направлении исполнительные органы власти Камчатского края совместно с другими федеральными исполнительными органами государственной власти реализуют мероприятия регионального проекта «Экспорт продукции АПК», в рамках которого Правительством Камчатского края ставятся цели (в том числе за счет повышения глубины переработки) увеличения экспорта рыбной продукции к 2024 г. до 1 234 млн долл. [1].

С 01.01.2019 г. вступили в силу существенные законодательные изменения в системе организации прибрежного рыболовства в части:

- 1) недопустимости перегрузки уловов «прибрежки»;
- 2) необходимости транспортировки и выгрузки их и произведенной из них продукции в живом, свежем и охлажденном виде в российские морские порты и иные места выгрузки, определяемые органами государственной власти прибрежных субъектов;
- 3) необходимости самостоятельного ежегодного определения пользователями вида («промышленного/прибрежного») рыболовства и получения дополнительных преференций в виде 20% на дополнительные объемы в случае выбора режима прибрежного рыболовства.

В целях создания условий для организации прибрежного рыболовства с 01.01.2019 г. после согласования с пограничными органами было принято постановление об определении на территории края мест выгрузки «прибрежных» уловов, рыбной и иной продукции, произведенной из таких уловов на рыбопромысловых судах, в живом, свежем и охлажденном виде. Документ устанавливает возможность осуществлять выгрузку в том числе и на береговой полосе водного объекта, на котором осуществляется рыболовство.

В рамках уже заключенных с ФАР соглашений в России строятся 33 рыбопромысловых судна и 22 береговых рыбоперерабатывающих завода, в том числе на Дальнем Востоке – 9 судов и 14 заводов по проектам камчатских пользователей:

1. Три современных рыболовных среднетоннажных сейнера-траулера, не имеющих аналогов в Российской Федерации, уже спущенные на воду на российской верфи АО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» в г. Калининград в рамках реализации проектов одного из старейших предприятий Камчатки – Рыболовецкого колхоза им. В.И. Ленина (суда были спущены в ноябре 2017 г., в марте и июне 2018 г. соответственно).

2. Восемь рыбоперерабатывающих заводов (инициаторы: Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина, ООО «Рыбоконсервный завод «Командор», ООО «Камчаттралфлот», ООО «Витязь-Авто», ООО «Укинский лиман» и ООО «КЗБ-Донка», ООО «Октябрьский-1» и ООО «Заря»). Речь идет о строительстве предприятий как большой мощности, сырьевой поддержкой для которых станут лимиты на вылов минтая и сельди (6 ед.), так и малой мощности по переработке рыбы (кроме минтая), под которые предполагается выделение квот на вылов трески, дальневосточных камбал, макруруса, наваги и палтуса (2 ед.).

Комплексный инвестиционный проект по строительству фабрики береговой обработки рыбы и трех кошельковых траулеров-сейнеров SK-3101R РК им. В.И. Ленина, а также проект ООО «Витязь-Авто» по строительству рыбоперерабатывающего комплекса в с. Устьево, Соболевского района, Камчатского края были представлены осенью 2018 г. на Восточном экономическом форуме.

В 2019 г. были завершены мероприятия по реализации четырех инвестпроектов по строительству и модернизации береговых заводов, три из них – на побережьях полуострова: в Карагинском районе проведена модернизация производственных линий на двух заводах ведущих рыбохозяйственных компаний региона (ООО «Корякморепродукт» и ООО «Укинский лиман») и в Олюторском районе построен новый завод (ООО «Вывенское»). Кроме того, на территории г. Петропавловска-Камчатского введен в эксплуатацию новый современный рыбоперерабатывающий завод (ООО «Камчаттралфлот») – это юбилейный 25-й завод, построенный на территории Камчатского края за период с 2008 по 2019 г.

По результатам реализации проектов рыбопромышленными предприятиями в развитие берегового рыбоперерабатывающего комплекса было вложено более трех млрд руб., созданы 349 дополнительных рабочих мест, на 584 т увеличена суточная мощность заводов по переработке водных биологических ресурсов, построен склад для хранения мороженой продукции объемом 750 тонн [3].

Три из четырех предприятий являются резидентами территории опережающего социально-экономического развития «Камчатка» и получают дополнительные преференции и поддержку со стороны региональных и федеральных органов власти.

В целом необходимо отметить, что инвестиционные механизмы «Территории опережающего развития» и «Свободный порт Владивосток» являются востребованными предприятиями рыбохозяйственного комплекса. На конец 2019 г. 14 рыбохозяйственных организаций с инвестиционными проектами на общую сумму более 8 млрд руб. получили статус резидентов ТОР и успешно реализуют свои планы развития, в основном по строительству и модернизации береговых перерабатывающих производств. Еще один резидент, реализующий смежный проект по организации регулярной линии по доставке свежемороженой рыбы с Камчатки в порты Дальневосточного региона [3].

Два предприятия, которые являются резидентами Свободного порта Владивосток, реализуют при поддержке Министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики и Правительства Камчатского края инвестиционную программу по созданию в Петропавловске-Камчатском порта-хаба по комплексному обслуживанию рыбопромысловых судов и организации перевалки рефрижераторных и сухих контейнерных грузов стоимостью более трех млрд руб. [1].

Результатом реализации транспортно-логистических проектов в регионе стала возможность реализовать в 2019 г. проект, предложенный еще в 2016 г., по транспортировке атомным лихтеровозом «Севморпуть», – доставку из Петропавловска-Камчатского в порт Санкт-Петербург 5 тыс. т морепродукции камчатских производителей.

Однако, несмотря на достигнутые результаты, дальнейшее развитие рыбопромышленного комплекса Камчатского края невозможно без решения ряда ключевых проблем. Наиболее острой проблемой рыбохозяйственного комплекса Камчатского края по-прежнему является отсутствие возможности обеспечить производство качественной и конкурентоспособной рыбопродукции, которая бы соответствовала требованиям мировых стандартов. Поэтому в большинстве своем камчатские рыбопромышленные предприятия по-прежнему производят продукцию первичной переработки, которая поставляется как на внутренний рынок, так и на экспорт. Еще одной серьезной проблемой рыбохозяйственного комплекса Камчатского края является неразвитость логистической схемы перевозки продукции из гидробионтов внутри страны. Поставка продукции камчатских рыбопромышленников на европейскую часть РФ все еще остается проблемой, а именно логистика доставки. Несмотря на улучшение сервиса доставки морепродуктов с Дальнего Востока, запущены ускоренные составы, сократились сроки доставки, упростился сам процесс организации перевозок. Но при этом сохраняются сложности с подвижным составом, прежде всего с высокой волатильностью стоимости предоставления рефрижераторных вагонов и составов [7]. Для того чтобы рыбохозяйственный комплекс Камчатского края перешел на ускоренный и инновационный путь развития, необходимы мероприятия, которые должны привести к реальной интеграции и кооперации отраслевых предприятий, расширению линейки выпускаемой номенклатуры продукции, в том числе за счет современных технологий, усовершенствования смежных производств и инфраструктуры [8]. Тем не менее за последние годы положение рыбохозяйственного комплекса движется в сторону улучшения. Опираясь на финансово-экономические данные за последний период, можно отметить улучшение материально-технической базы, обновления основного капитала. На федеральном и региональном уровнях действуют государственные программы, которые должны обеспечить полноценное развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края. Используются различные (не всегда экономические) меры для привлечения инвестиций в рыбную отрасль Камчатского региона.

Подводя итоги, необходимо отметить, что в настоящее время рыбопромышленный комплекс Камчатки находится на этапе последовательного развития. Но проблемы комплекса имеют системный характер, и поиск их решения должен основываться в первую очередь на применении финансово-экономических инструментов при учете специфики рыбной отрасли: капиталоемкости, сезонности, высокого уровня риска, коррупциогенности и других факторов.

Литература

1. Официальный сайт Правительства Камчатского края. – URL: <https://www.kamgov.ru>
2. Бирюкова А.А., Фрумак И.В. Рыбохозяйственный комплекс Камчатского края: ретроспективный анализ его становления и развития // Наука, образование, инновации: пути развития:

Материалы Десятой науч.-практ. конф. (21–23 мая 2019 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 145–149.

3. Официальный сайт Министерства рыбного хозяйства Камчатского края. – URL: <https://www.kamgov.ru/minfish/>

4. Камчатский статистический ежегодник. 2018: Статистический сборник / Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2018 – 494 с.

5. Дары Камчатки // Морские вести России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.morvesti.ru/analitika/1692/37576/> (дата обращения: 28.02.2020).

6. Демиденко О. Итоги дальневосточной лососевой путины: уловы рекордные, рыбы нет // ИА REGNUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://regnum.ru/news/economy/2481943.html> (дата обращения: 01.03.2020).

7. Социально-экономическое положение Камчатского края [Электронный ресурс]. – URL: http://kambusiness.ru/o-kamchatke/kamchatka_vsz/19100-socialno-yeconomicheskoe-polozhenie-kamchatskogo-kraya.html (дата обращения: 01.03.2020).

8. Федорова В.А. Перспективы и проблемы развития рыбной отрасли в России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5–3. – С. 478–482.

УДК 334.72

Р.Г. Болотова, Ю.А. Агунович

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

ПРАВОВЫЕ И ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ ВУЗА

В статье проведен анализ правовых и финансовых аспектов создания малых инновационных предприятий на базе вузов Камчатского края. В результате проведенного анализа выявлено, что наиболее удачной формой создания МИПов на базе вузов является Акционерное общество, совместно с другими физическими и юридическими лицами. Существует множество видов государственной финансовой поддержки и другие пути привлечения дополнительных средств для успешного запуска и функционирования малого инновационного предприятия.

Ключевые слова: коммерциализация научных разработок, малое инновационное предприятие, уставный капитал, меры финансовой государственной поддержки.

R.G. Bolotova, Yu.A. Agunovich

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

LEGAL AND FINANCIAL ASPECTS OF SMALL INNOVATIVE ENTERPRISE CREATION ON THE BASIS OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

The legal and financial aspects to create small innovative enterprises (SIE) on the basis of higher education institutions in Kamchatka are analyzed. It was revealed that the most successful form for creating SIEs based on the higher education institutions is a joint-stock company along with other individuals and legal entities. There are many types of state financial support and other ways to attract additional funds for successful launch and operation of a small innovative enterprise.

Key words: commercialization of scientific research, small innovative enterprise, authorized capital, measures of financial state support.

На современном этапе развития экономики все больше и больше образовательных и научных учреждений занимаются научными разработками, которые посредством их реализации или продажи прав могут принести дополнительный доход данным учреждениям. Проведя сравнительный анализ коммерциализации научных разработок США, некоторых стран Европейского союза, Японии и России, было выявлено, что процесс коммерциализации научной деятельности в России по сравнению с европейскими странами, начался не так давно и идет медленными темпами и реализуется посредством государственных программ поддержки перспективных направлений исследований и разработок, сопровождающихся бюджетным финансированием.

Что касается попыток коммерциализации научных разработок российских вузов, то они могут идти следующими путями [1].

1. Проведение хоздоговорных научных работ прикладного характера.
2. Лицензирование и уступка патентных прав.
3. Образование высокотехнологичных научных предприятий на базе научных разработок.

Данные высокотехнологичные предприятия могут быть созданы в виде малых инновационных предприятий. Малое инновационное предприятие (далее МИП) – это самостоятельное юридическое лицо, осуществляющее предпринимательскую деятельность посредством создания, внедрения и производства наукоемких материалов и технологий [2].

В основе создания и функционирования МИП лежат следующие федеральные законы: № 217-ФЗ от 02.09.2009 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» [3] и № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации», статья 103 [4].

ФЗ № 217-ФЗ от 0.09.2009 г. состоит из трех статей, в которых вносятся изменения в такие федеральные законы: № 127-ФЗ от 23.08.1996 «О науке и государственной научно-технической политике» [5], № 14-ФЗ от 08.02.1998 «Об обществах с ограниченной ответственностью» [6], № 209-ФЗ от 24.07.2007 «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [7]. На основании внесенных изменений в эти федеральные законы разрешается бюджетным научными образовательным учреждениям создание хозяйственных обществ без согласия собственника имущества в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности (РИД).

Статья 103 Федерального закона № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» содержит в себе информацию о праве образовательных организаций высшего образования создания хозяйственных обществ и хозяйственных партнерств, деятельность которых заключается в практическом применении (внедрении) результатов интеллектуальной деятельности.

В Камчатском крае вузы также ведут научные разработки, для внедрения которых необходимо создание таких предприятий. Для понимания алгоритма создания МИПов были проанализированы юридические и финансовые аспекты и сделаны следующие выводы. На первом этапе анализа выявлено, что малое инновационное предприятие может быть создано в форме общества с ограниченной ответственностью (ООО) или акционерного общества (АО). При наличии других (помимо вуза) участников создаваемого хозяйственного общества доля вуза в уставном капитале акционерного общества должна составлять более 25%, в уставном капитале общества с ограниченной ответственностью – более одной трети. При этом доля (акции) других лиц (участников) в уставном капитале хозяйственного общества должна быть оплачена денежными средствами не менее чем наполовину. Оставшаяся часть доли (акций) других лиц (участников) в уставном капитале хозяйственного общества может быть оплачена:

- исключительными правами на РИД;
- правом использования РИД;
- материалами, оборудованием или иным имуществом, необходимыми для практического применения (внедрения) РИД, исключительные права на которые либо право использования которых вносятся в качестве вклада в уставный капитал хозяйственного общества [8].

На основании закона № 217-ФЗ хозяйственное общество не утрачивает статуса малого предприятия независимо от доли участия в его уставном капитале научных и образовательных учреждений. При этом его деятельность должна заключаться в практическом применении (внедрении) РИД, исключительные права на которые принадлежат учредителям (участникам) – научным и образовательным учреждениям.

Для принятия решения в какой лучше форме создавать МИП на базе ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет» проведем сравнительную характеристику акционерных обществ и обществ с ограниченной ответственностью (таблица).

Таблица

Сравнительная характеристика обществ с ограниченной ответственностью и акционерных обществ

Вопросы для сравнения	Общество с ограниченной ответственностью (ООО)	Акционерное общество (АО)
Количество учредителей	Не более 50	Не ограничено
Уставный капитал	Не менее 10 000 рублей	Не менее 10 000 рублей
Выход из общества	Выход из состава ООО возможен в любой момент, при этом бывшему участнику выплачивается его доля либо денежный эквивалент его имущественного вноса, либо выдается имущество соответствующей стоимости	Возможен только после продажи своих акций

Вопросы для сравнения	Общество с ограниченной ответственностью (ООО)	Акционерное общество (АО)
Особенности увеличения уставного капитала	Увеличить уставный капитал гораздо проще, чем у акционерных обществ	Возможно только после регистрации выпуска акций при учреждении
Обязанность публиковать ежегодную отчетность	нет	Только в случае, если количество акционеров больше 50

Как видно из таблицы, основным различием, которое может быть решающим при выборе формы инновационного предприятия, является возможность выхода из Общества, так как быстрый вывод средств или техники из оборота предприятия может повлечь определенные убытки. Также не менее важный вопрос, который требовал особого внимания, – это формирование уставного капитала форм МИП, данный процесс происходит по следующей схеме, представленной на рисунке.



Формирование уставного капитала малого инновационного предприятия

Рисунок показывает, что формирование уставного капитала МИП проходит по определенной схеме и привлечение других физических или юридических лиц осложняет данный процесс тем, что тогда обязательным условием становится внесение денежными средствами не менее 50% доли в уставном капитале этих физических или юридических лиц.

Следующим этапом анализа возможности создания МИП являлся анализ возможности привлечения дополнительных денежных средств для его успешного функционирования. В Камчатском крае действует множество программ государственной поддержки создания и развития малых инновационных компаний и инновационной инфраструктуры как в форме финансовых, так и нефинансовых мер, объем которой варьируется в среднем от 500 тыс. руб. до 2 000 тыс. руб. [9, 10].

Также МИПы как предприятия имеют возможность привлекать иные средства финансирования, такие как банковский кредит, инвестиционный кредит и т. д.

Проведя данный анализ, авторы считают, что наиболее удачной формой создания МИПов на базе ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет» является акционерное общество, совместно с другими физическими и юридическими лицами, несмотря на некоторые трудности в формировании уставного капитала. Существует множество видов государственной финансовой поддержки и другие пути привлечения дополнительных средств для успешного запуска и функционирования такого предприятия. Существенными условиями для претендентов на получение средств государственной поддержки является соответствие критериям субъекта малого предпринимательства и осуществление деятельности на территории Камчатского края.

Литература

1. Косенко С.Г., Новикова Е.Н. Коммерциализация инноваций вуза как фактор его конкурентоспособности // Концепт. – 2014. – № 5. – С. 1–6.
2. Воякина Д.А. Малое инновационное предпринимательство как часть инновационного процесса // Молодой ученый. – 2016. – № 28. – С. 380–382.
3. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» № 217-ФЗ от 02.09.2009.
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012.
5. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» № 127-ФЗ от 23.08.1996.
6. Федеральный закон «Об обществах с ограниченной ответственностью» № 14-ФЗ от 08.02.1998.
7. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» № 209-ФЗ от 24.07.2007.
8. Коммерциализация университетских разработок: Руководство для создания интеллектуальной собственности. – М.: НИУ ВШЭ, 2012. – 52 с.
9. Постановление Правительства Камчатского края от 03.04.2009 № 158-П «Об имущественной поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства в Камчатском крае».
10. Официальный сайт Камчатского края. – URL: <http://www.kamgov.ru>.

УДК 639.2.053

**Т.В. Булатова, В.А. Царева, Т.Б. Барканова, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов,
А.А. Трошков, Е.В. Сапунова, И.М. Анисова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140
e-mail: ladimon@mail.ru*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ПРОМЫСЛОВЫХ АКВАТОРИЯХ МИРОВОГО ОКЕАНА

ФГБНУ «ВНИРО» осуществляет на основе спутниковой информации оперативный мониторинг динамики температурных условий в основных промысловых районах Мирового океана. Создан непрерывный многолетний банк карт температуры поверхности океана (ТПО) недельной, месячной, сезонной и межгодовой дискретности. Показаны примеры оценки влияния ТПО на формирование биопродуктивности и условия промысла гидробионтов.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, температура поверхности океана, биопродуктивность, промысел, азиатская горбуша, северо-восточная арктическая треска, кальмар *Illex argentinus*.

**T.V. Bulatova, V.A. Tsareva, T.B. Barkanova, G.P. Vanyushin, M.Yu. Kruzhhalov,
A.A. Troshkov, E.V. Sapunova, I.M. Anisova**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, 107140
e-mail: ladimon@mail.ru*

MAIN DIRECTIONS OF TEMPERATURE CONDITIONS SATELLITE MONITORING IN COMMERCIAL WATERS OF THE WORLD OCEAN

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography carries out the operational satellite monitoring of sea surface temperature (SST) for the major fishing areas of the World ocean. A continuous long-time information database of the SST maps (weekly, monthly, seasonal and interannual discreteness) has been created. The examples of the impact of SST on the bio-productivity formation and fishing conditions are shown.

Key words: satellite monitoring, sea surface temperature, bio-productivity, fishing, Asian pink salmon, North-Eastern Arctic cod, *Illex argentinus* squid.

В последние десятилетия в океанологических и рыбохозяйственных исследованиях все более востребованным источником информации становятся спутниковые данные о состоянии водной среды. Одним из основных океанологических параметров, который возможно получать с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ) в реальном масштабе времени для большинства промысловых акваторий, является температура поверхности океана (ТПО). Спутниковый мониторинг ТПО промысловых районов Мирового океана дает реальную непрерывную информацию для оперативного контроля синоптической, месячной, сезонной и межгодовой изменчивости ТПО, что позволяет использовать такого рода данные в рыбохозяйственных исследованиях различной направленности.

Начиная с 1986 г. ФГБНУ «ВНИРО» развивает и совершенствует технологии спутникового мониторинга промысловых районов морей России и Мирового океана с целью создания непрерывной базы данных о распределении ТПО в виде цифровых и аналоговых карт [1]. Практикуемая в настоящее время технология мониторинга ТПО базируется на основе комплексного анализа цифровых материалов ежесуточной инфракрасной съемки с метеорологических и геостационарных ИСЗ серий «NOAA», «GOES» (США), «Meteosat» (Европейское космическое

агентство) и «HIMAWARI» (Япония) и квазисинхронных данных «in situ» о ТПО с судов, буев и береговых станций, поступающих из Центра мировых данных (г. Москва). При восстановлении температуры моря по спутниковым данным использовались пятиканальная методика обработки материалов съемки с ИСЗ серии «NOAA» и гистограммный метод обработки и выборки данных для остальных ИСЗ.

Составление карт ТПО первичной недельной дискретности происходит в оперативном режиме для каждой промысловой акватории по следующему алгоритму: накопление и выборка обработанных спутниковых данных за семидневный период с целью составления в конце срока «радиационных» матриц ТПО с разрешением от 0,3° до 1,0° географического градуса; накопление, выборка и составление матриц ТПО на соответствующую акваторию на основе анализа измерений температуры воды с судов, буев и береговых станций, полученных за аналогичный семидневный период; составление интегральных цифровых матриц спутниковых и судовых измерений ТПО после введения поправок по поводу влияния атмосферы; составление аналоговых и цифровых вариантов недельных карт ТПО (пример на рис. 1); занесение карт ТПО в банк данных.

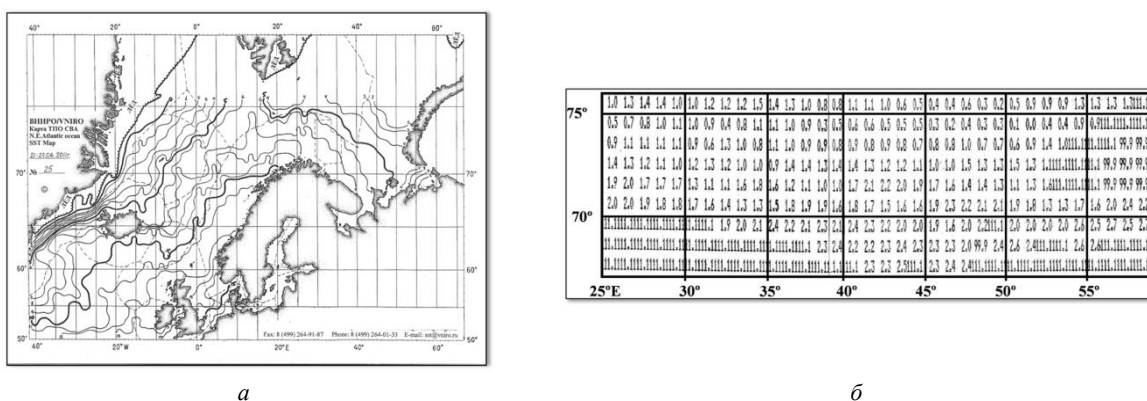


Рис. 1. Пример аналоговой (а) и фрагмента цифровой (б) недельных карт ТПО для района Северо-Восточной Атлантики

Промысловые районы, для которых выполняется построение аналоговых и цифровых карт ТПО, представлены в таблице.

Таблица

Районы Мирового океана, представленные в базе данных всех видов карт ТПО

Районы	Год начала построения	Координаты
Северо-Восточная Атлантика (СВА)	1987	50–76° с. ш. / 42° з. д.–59° в. д.
Северо-Западная часть Тихого океана (СЗТО)	1990	30–66° с. ш. / 136° в. д.–165° з. д.
Центрально-Восточная Атлантика (ЦВА)	2004	15–30,5° с. ш. / 21–9,5° з. д.
Юго-Западная Атлантика (ЮЗА)	1987	34–56° ю. ш. / 70–48° з. д.
Акватория острова Южная Георгия	1999	45–60° ю. ш. / 50–30° з. д.
Северо-Западная часть Индийского океана (СЗИО)	1990	15° с. ш.–10° ю. ш. / 45–75° в. д.
Юго-Восточная Атлантика (ЮВА)	1988	0–36° ю. ш. / 6° з. д.–21° в. д.
Юго-Восточная часть Тихого океана (ЮВТО)	1986	0–50° ю. ш. / 100–68° з. д.

На основе карт недельной дискретности выпускаются следующие карты анализа ТПО пром-районов: *среднемесячные* карты ТПО; карты *тенденций* ТПО (сравнение с предыдущим месяцем); карты *разницы* ТПО (сравнение с аналогичным месяцем прошедшего года (или других лет)); карты *аномалий* ТПО (сравнение с климатическими данными ТПО), которые по запросу передаются заказчиком. Пример комплекта карт анализа ТПО месячной дискретности представлен на рис. 2.

Для решения специализированных задач, связанных с изучением влияния ТПО на различные биологические процессы (развитие и выживаемость молоди, формирование нерестового и промыслового запасов, особенности миграций и т. д.), а также на ход и итоги промысла осуществля-

ется построение долгопериодных карт ТПО сезонной, годовой и многолетней дискретности. После математической обработки соответствующие цифровые карты ТПО используются для сравнительного анализа температурных характеристик водной среды с различными биологическими показателями и динамикой уловов. Результаты этих исследований используются для нахождения годов-аналогов по температурным условиям промысла гидробионтов.

Так, для оценки влияния температурных условий на важные периоды жизненного цикла азиатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*): раннего морского периода обитания молоди после ската (май – июль), зимнего обитания (январь – март) и подхода на нерест (июль – октябрь) анализируются карты распределения ТПО и аномалий ТПО среднемесячной и среднесезонной дискретности, построенные на основании данных с ИСЗ серий «HIMAWARI» и GOES (рис. 3).

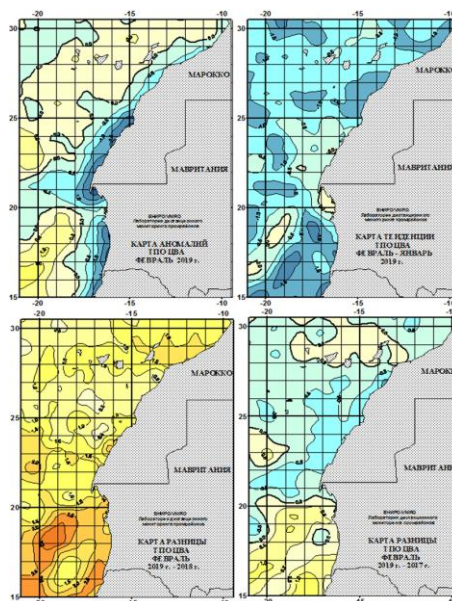


Рис. 2. Пример карт среднемесячного анализа ТПО для района Центрально-Восточной Атлантики

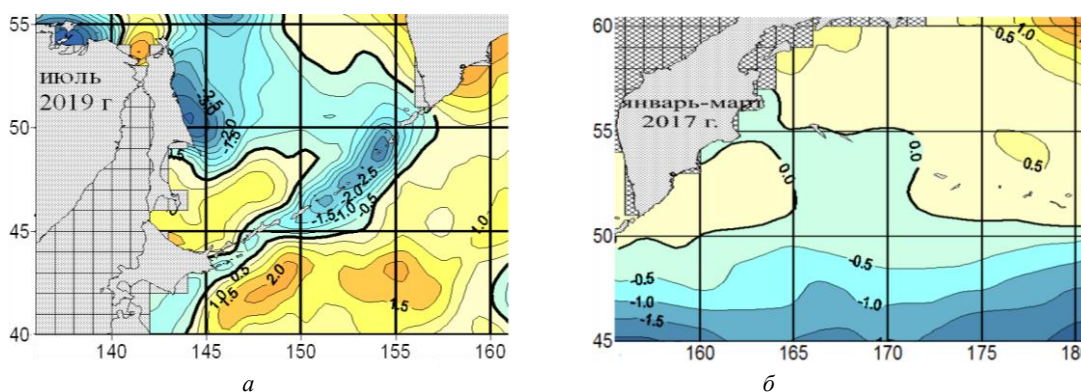


Рис. 3. Примеры карт распределения аномалий ТПО месячной (а) дискретности в Сахалино-Курильском регионе и сезонной (б) дискретности в районах зимнего обитания горбуши в СЗТО

Конкретные аналитические расчеты ТПО производятся для реперных зон (РЗ): Восточного Сахалина (РЗ № 1 – северо-восточная часть, РЗ № 2 – юго-восточная часть, включая часть залива Терпения), Южных Курил (РЗ № 3 – залив Простор острова Итуруп, РЗ № 5 – охотоморская часть южных Курильских островов) и открытой части СЗТО (РЗ № 4) (рис. 4). При анализе учитывается, что горбуша имеет поколения четных и нечетных лет.

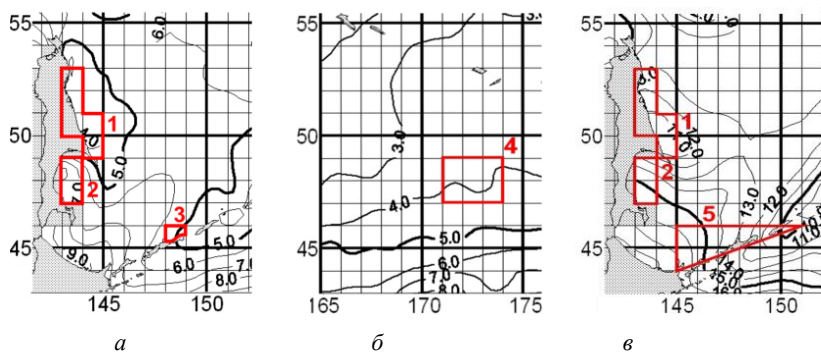


Рис. 4. Расположение РЗ на фрагментах среднемесячных карт ТПО СЗТО в разные периоды жизненного цикла горбуши: а – скат в июне 2017 г. (РЗ №№ 1–3); б – зимовка в марте 2018 г. (РЗ № 4); в – подход на нерест в августе 2018 г. (РЗ № 1, РЗ № 2, РЗ № 5)

Результаты исследований показали наличие связей между изменчивостью температурных условий обитания горбуши в разные периоды ее жизни и последующими итоговыми выловами [2, 3]. Так, например, для периода основного подхода горбуши на нерест в прибрежные воды южных Курильских островов (в РЗ № 5) получилась сильная обратная корреляционная зависимость ($-0,75$) между средней температурой в августе для четных лет (2002–2018 гг.) и результатами итогов промысла южно-курильской горбуши в эти годы, а для нечетных (2001–2017 гг.) лет эта же связь оказалась менее тесной ($-0,47$) (рис. 5). При этом оптимальный температурный диапазон для подхода горбуши к местам нереста составил $13\text{--}16^\circ\text{C}$.

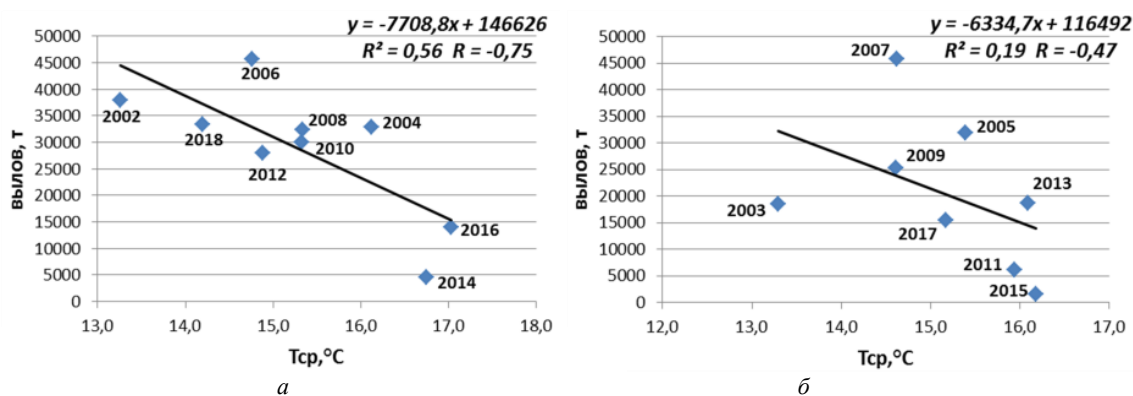


Рис. 5. Зависимость между среднемесячными значениями ТПО в РЗ № 5 в августе и выловами южнокурильской горбуши: а – для четных лет – 2002–2018 гг.; б – нечетных лет – 2001–2017 гг.

Другое направление применения данных спутникового мониторинга ТПО – изучение воздействия температурных факторов на формирование запасов промысловых гидробионтов.

Так, спутниковый мониторинг ТПО промысловых районов Норвежского и Баренцева морей (на основе данных с ИСЗ серии «NOAA») предоставил возможность произвести оценку влияния температурных условий на итоговую биомассу общего запаса северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*). Для решения этой задачи производились расчеты средних значений ТПО в зоне нагула трески (рис. 6) для периода 1998–2016 гг. Полученные результаты сравнивались с численностью общего запаса трески следующего года (данные Рабочей группы ICES по арктическому рыболовству) [4].

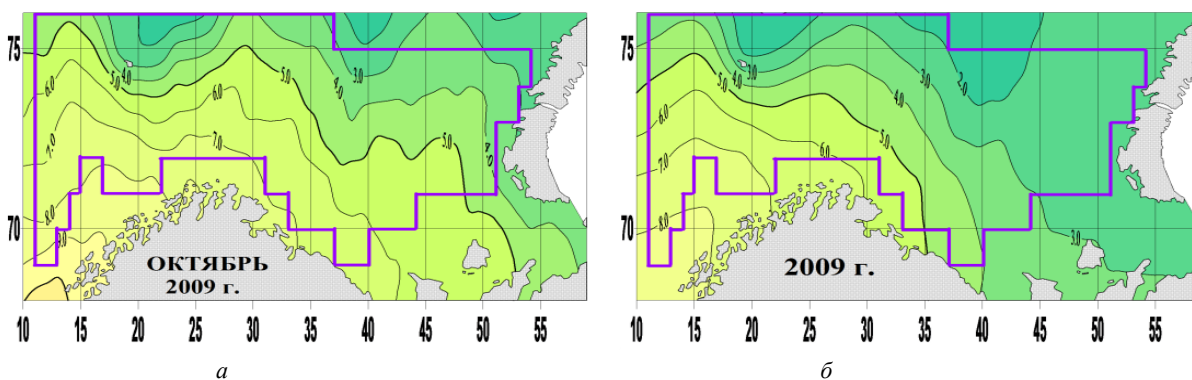


Рис. 6. Пример карт ТПО основной зоны нагула северо-восточной арктической трески (выделена фиолетовой линией) месячной (а) и годовой (б) дискретности

Результаты сравнительного анализа показали наличие положительной зависимости между этими показателями – коэффициент корреляции со среднегодовыми значениями ТПО в зоне нагула трески составил $+0,49$. Наилучшая корреляция наблюдалась в октябре ($+0,67$) (рис. 7).

Спутниковый мониторинг ТПО также используется для выявления влияния ТПО на начало, ход и объемы промысла различных гидробионтов [5]. Так, для установления доминантных факторов, связанных с конкретной гидрологической ситуацией в зоне промысла аргентинского кальмара (*Illex argentinus*) в Юго-Западной Атлантике, проводился сравнительный межгодовой

анализ ТПО, градиентов ТПО и изменчивости положения стрежня Фолклендского течения на 46° ю. ш. и данных по уловам кальмара с 1989 по 2016 г.

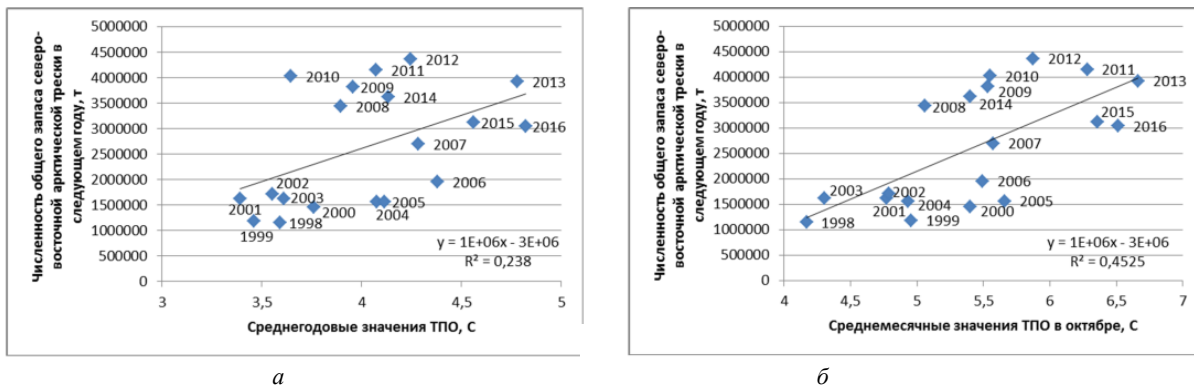


Рис. 7. Зависимость численности общего запаса северо-восточной арктической трески от среднегодовых (а) и среднемесячных (б) показателей ТПО (сдвиг в 1 год)

В анализе использовались среднемесячные карты ТПО, карты градиентов ТПО в январе (базовый месяц при прогнозировании хода промысла кальмара на текущий сезон) в аналоговом и цифровом видах (рис. 8), значения градиентов ТПО января в основном промышленном квадрате 46°–47° ю. ш. и 60°–61° з. д. и данные по уловам кальмара.

Комплексный анализ промысловых данных и гидрологических показателей на данный период наблюдений выявил обратную зависимость между среднесуточными уловами кальмара на Патагонском шельфе за пределами 200-мильной исключительной экономической зоны (ИЭЗ) Аргентины и величиной градиентов ТПО в январе в промышленном квадрате 46°–47° ю. ш. 60°–61° з. д. Образование максимальных градиентов ТПО в этом районе препятствует выходу кальмара на склон шельфа за пределы ИЭЗ (рис. 9).

Смещение на восток или на запад в районе 46° ю. ш. стрежня Фолклендского течения относительно границ ИЭЗ Аргентины в январе ведет к изменениям объемов промысла *Illex argentinus* за год в целом (рис. 10).

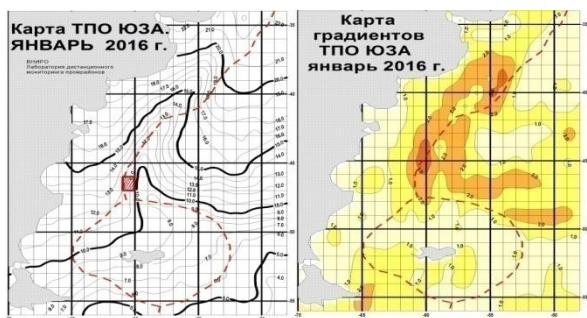


Рис. 8. Карты среднемесячного анализа ТПО ЮЗА в январе 2016 г. и основной промышленный квадрат 46°–47° ю. ш. и 60°–61° з. д.

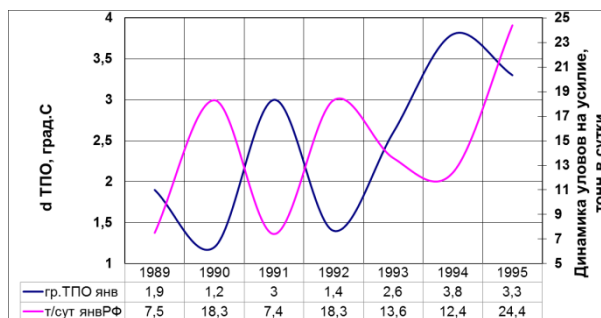


Рис. 9. Значения градиентов ТПО ЮЗА в январе 1989–1995 гг. в промышленном квадрате 46° ю. ш. и 61° з. д. и динамика уловов на усилие российскими судами в январе 1989–1995 гг. (т в сутки)

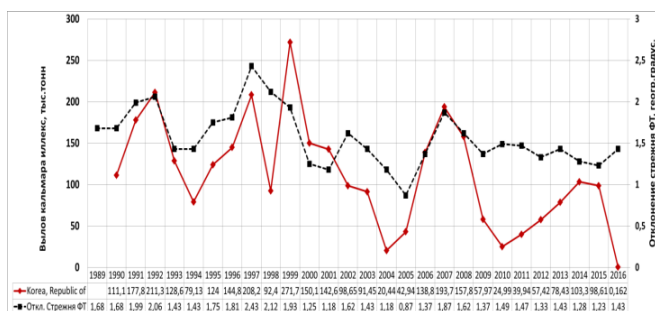


Рис. 10. Отклонение стрежня Фолклендского течения от границ 200-мильной ИЭЗ Аргентины на 46° ю. ш. в январе 1989–2016 гг. и вылов аргентинского кальмара судами Республики Корея в 1990–2016 гг.

В целом аналоговые и цифровые картографические материалы мониторинга ТПО в промышленных районах представляют собой многолетнее непрерывное информационное поле, позволяющее осуществлять:

- оперативное отслеживание динамики полей температуры основных промышленных районов Мирового океана;
- ретроспективный анализ синоптической, месячной, сезонной и межгодовой изменчивости ТПО в промышленных районах для использования в качестве дополнительного прогностического информационного ресурса;
- сравнительный анализ влияния среды на условия нереста, выживаемость и развитие молоди гидробионтов в различные периоды их жизненных циклов и условия промысла объектов в зонах действия рыболовных судов Российской Федерации.

Литература

1. Трехуровневый мониторинг температурных условий промышленных районов Мирового океана / Г.П. Ванюшин, Б.Н. Котенев, М.Ю. Кружалов, А.А. Трошков, Т.Б. Барканова, Т.В. Булатова, А.А. Коробочка, И.М. Анисова, Е.В. Сапунова // Вопросы промышленной океанологии: Сб. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – Вып. 3. – С. 205–215.
2. Сравнительная оценка результатов промысла горбуши и температурных условий морской среды, определяемых по спутниковым данным в районе южных Курильских островов / Г.П. Ванюшин, В.А. Царева, Т.Ю. Углова, М.Ю. Кружалов // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 158. – С. 112–120.
3. Особенности зимнего обитания азиатской горбуши на основе анализа температурных условий в реперной зоне (СЗТО) по спутниковым данным в 2001–2015 гг. / В.А. Царева, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–24 марта 2016 г.). – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 175–178.
4. Anon. ICES. Annual reports of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG). ICES CM /ACOM:05.
5. Барканова Т.Б., Глубоковский М.К. Использование систем дистанционного зондирования Земли при управлении промыслом аргентинского кальмара // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 2 – С. 270–281.

УДК 338.45:639.2/.3

А.П. Воловик

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: angelli4ka777@mail.ru*

ПРОБЛЕМЫ ЭКСТЕНСИВНОГО РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье приведены результаты анализа эффективности производственной деятельности предприятия рыбопромышленной отрасли Камчатского края. Выявлено, что основой повышения эффективности рыбохозяйственных предприятий является экстенсивный рост, связанный с низкой степенью переработки сырья и вовлечением в оборот дополнительных объемов рыбных ресурсов. Экстенсивный рост повышает риски рыбохозяйственных предприятий, зависимость эффективности их деятельности от внешних факторов, не подвергающихся воздействию экономических субъектов.

Ключевые слова: эффективность, экстенсивный рост, риски рыбохозяйственной деятельности, производство рыбопродукции.

A.P. Volovik

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: angelli4ka777@mail.ru*

PROBLEMS OF EXTENSIVE EFFICIENCY GROWTH IN THE FISHING INDUSTRY

The results based on the analysis of the efficiency of production activities of fishing industry in Kamchatsky Krai are presented in the article. It is revealed that the basis for increasing the efficiency of fisheries enterprises is an extensive growth associated with a low degree of raw materials processing and the involvement of additional volumes of fish resources in turnover. The extensive growth increases the risks of fisheries enterprises and the dependence of their activities on external factors that are not affected by economic entities.

Key words: efficiency, extensive growth, risks of fisheries management, fish production.

В общем виде экономическая эффективность производства представляет собой количественное соотношение двух величин – результатов хозяйственной деятельности и производственных затрат. Сущность ее повышения состоит в увеличении экономических результатов на каждую единицу затрат в процессе использования имеющихся ресурсов [1]. Критерий оценки может быть представлен как максимум эффекта на единицу затрат труда или минимум затрат труда на единицу эффекта. Максимум прибыли – основной критерий экономической эффективности для большей части товаропроизводителей [2]. Повышение экономической эффективности позволяет увеличить производство продукции при том же ресурсном потенциале, снизить трудовые и материальные затраты на единицу продукции. Максимизация производственного результата при минимуме затрат ресурсов – общее определение критерия эффективности использования отдельных производительных ресурсов. Производя полную оценку эффективности производства, рассматриваемый критерий лишает возможности практически определить степень использования располагаемых хозяйством производственных ресурсов в совокупности из-за несоизмеримости всех факторов производства [3].

В процессе исследования проведен анализ эффективности деятельности ООО «СВК», входящего в состав рыбохозяйственного кластера Камчатского края. В собственности ООО «СВК» находятся два рыболовных морозильных траулера – «Мастер», «Капитан Лосев». Флот оснащен всем необходимым оборудованием – специализированными траловыми системами и автомати-

зированными конвейерными линиями обработки улова. На судах находятся цеха с современным технологическим и морозильным оборудованием, которое позволяет перерабатывать рыбопродукцию на уровне мировых стандартов. В наличии все необходимые свидетельства и сертификаты. Все суда находятся в собственности компании. Основные районы промысла – Берингово море, Восточно-Камчатская Карагинская подзона. Основные объекты промысла – минтай, треска, палтус, терпуг, тихоокеанские лососи. Общий вылов в 2018 г. составил более 8 000 тонн. Предприятие располагает собственной производственной базой, включающей цех рыбопереработки мощностью до 60 т в сут, морозильные мощности до 40 т в сут, холодильные мощности емкостью 500 т. За ООО «СВК» закреплены три рыбопромысловых участка.

На основании данных бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах проведен анализ основных финансово-экономических показателей деятельности предприятия (табл. 1).

Таблица 1

Данные для экспресс-оценки финансово-экономических показателей ООО «СВК» за 2017–2019 гг.

Показатель	Значение показателя			Абсолютное отклонение		Темп роста, %	
	2017	2018	2019	2018/2017	2019/2018	2018/2017	2019/2018
Объем реализованной продукции, т	3617	8174	7357	4557	-817	226,0	90,0
Выручка от реализации, млн руб.	643	1767	1115	1124	-652	274,8	63,1
Себестоимость продукции, млн руб.	257	510	518	253	8	198,4	101,6
Прибыль от реализации, млн руб.	386	1257	597	871	-660	325,6	47,5
Чистая прибыль (убыток), млн руб.	357	1183	573	826	-610	331,4	48,4
Стоимость активов (баланс), млн руб.	273	738	667	465	-71	270,3	90,4
Собственный капитал, млн руб.	250	663	637	413	-26	265,2	96,1
Стоимость основных фондов (ОПФ), млн руб.	109	210	456	101	246	192,7	217,1
Стоимость активной части ОПФ, млн руб.	87	198	437	111	239	227,6	220,7
Стоимость оборотных средств, млн руб.	164	528	211	364	-317	322,0	40,0
Общая численность персонала, чел.	77	145	134	68	-11	188,3	92,4
Годовой фонд заработной платы, млн руб.	61	120	112	59	-8	196,7	93,3
Расходы на управление и обслуживание производства, млн руб.	31	39	66	8	27	125,8	169,2

Исходя из представленных данных, отметим, что 2018 г. был очень удачным для рыбопромышленного предприятия, удалось увеличить улов более чем в два раза, благодаря хорошему ходу рыбы в местах промысла. В 2018 г. выручка предприятия приближалась к 2 млрд руб. При том что затраты предприятия несло значительно ниже объема выручки, всего в размере 510 млн руб., что привело к образованию прибыли от основной деятельности в размере 1 257 млн руб. То есть больше 1 млрд руб. составила прибыль предприятия в 2018 г. от вылова рыбы.

Работа предприятия в 2019 г. показывает снижение по объемам добычи на 10%, в результате чего предприятием недополучена выручка от реализации в размере 652 млн руб. При этом себестоимость продукции при снижении объема производства наоборот возрастает на 8 млн руб., что приводит к уменьшению объема полученной прибыли на 660 млн руб. То есть прибыль от улова в 2019 г. составляет 597 млн руб.

Благодаря полученной прибыли в 2018 г. предприятие инвестирует в реконструкцию и ремонт действующего рыбопромыслового флота, в расширение действующих холодильных мощностей своего представительства в г. Владивосток. Таким образом, величина основных производственных фондов предприятия благодаря инвестиционной составляющей увеличивается в 2019 г. более чем в два раза, или на 246 млн руб.

Величина собственного капитала увеличивается в 2018 г. более чем в 2,5 раза. Благодаря полученной чистой прибыли в размере более 1 млрд руб., в 2019 г. в результате вложения собственных средств в ремонт и техническое перевооружение предприятие снижает размер собственного капитала.

Эффективность производственной деятельности выражается в оценке частных показателей эффективности по ресурсам, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка показателей эффективности деятельности предприятия за 2017–2019 гг.

Наименование показателя	Значение показателя			Абсолютное отклонение		Темп роста, %	
	2017	2018	2019	2018/2017	2019/2018	2018/2017	2019/2018
Фондоотдача, руб.	5,90	8,41	2,45	2,52	-5,97	142,64	29,06
Материалоотдача, руб.	6,91	6,16	3,79	-0,76	-2,36	89,05	61,60
Производительность труда, млн руб./чел.	8,35	12,19	8,32	3,84	-3,87	145,93	68,28
Фондовооруженность труда, млн руб./чел.	1,42	1,45	3,40	0,03	1,95	102,31	234,97
Среднегодовая заработная плата 1-го работника, млн руб./чел.	1,09	1,24	1,22	0,15	-0,02	113,57	98,41
Рентабельность основной деятельности, %	55,52	66,95	51,39	11,43	-15,56	120,58	76,76
Рентабельность производства, %	138,91	231,96	110,62	93,05	-121,34	166,99	47,69
Рентабельность активов, %	130,77	160,30	85,91	29,53	-74,39	122,58	53,59
Фондорентабельность, %	327,52	563,33	125,66	235,81	-437,68	172,00	22,31
Рентабельность продаж, %	60,03	71,14	53,54	11,11	-17,59	118,50	75,27
Эффективность использования капитала (оборачиваемость активов), раз	2,36	2,39	1,67	0,04	-0,72	101,66	69,82
Структура капитала (коэффициент финансовой независимости)	0,92	0,90	0,96	-0,02	0,06	98,10	106,31
Рентабельность собственного капитала, %	129,48	153,02	85,48	23,54	-67,54	118,18	55,86

С точки зрения эффективности наиболее успешным был 2018 г., когда предприятие осуществляло свои максимальные уловы и получало наибольшую выручку от продаж. В 2018 г. рентабельность продаж предприятия составила 71,14%, рентабельность всех активов составляла 160,3%, то есть отдача в виде прибыли была выше, чем стоимость самих активов. Эффективно использовались основные производственные фонды, 8,41 руб. на 1 вложенный рубль стоимости основных фондов, оборотные активы в среднем совершали оборот за 108 дней и оборачивались более чем два раза в год.

В 2019 г. при снижении объема добычи на 817 т, или на 10%, выручка от реализации рыбопродукции снизилась на 36,9%, то есть фактор объема вылова является определяющим при формировании совокупного дохода. Снижение объема выручки моментально отразилось на величине получаемой прибыли, она снизилась на 52,5%. Снижение прибыли привело к падению показателя рентабельности продаж с 71,14% до 53,54%, рентабельность активов снизилась на 74,39% и составила 85,91%. Фондоотдача основных производственных фондов снизилась более чем на 5 руб., это связано с влиянием инвестиционного фактора. Повышение стоимости основных производственных фондов растянуто во времени и не приносит мгновенное увеличение фондоотдачи.

Вся выпускаемая продукция предприятия является мороженой, 60% из которой судовой заморозки. Состав выручки от реализации по видам выпускаемой продукции приведен в табл. 3.

Таблица 3

Структура продаж ООО «СВК» за 2017–2019 гг. по видам продукции

Наименование	2017	2018	2019	Абсолютное отклонение		Темп изменения, %	
				2018/2017	2019/2018	2018/2017	2019/2018
Минтай ПБГ	196,8	816,1	549,1	619,3	-267	414,7	67,3
Филе минтая	36,8	145,7	74,1	108,9	-71,6	395,9	50,9
Треска ПБГ	147,8	477,1	217,4	329,3	-259,7	322,8	45,6
Палтус белокорый БГ	36,9	18,9	20,2	-18	1,3	51,2	106,9
Палтус синекорый БГ	25,4	17,4	22	-8	4,6	68,5	126,4
Терпуг БГ	8,7	9,3	10	0,6	0,7	106,9	107,5
Тихоокеанские лососи	178,4	245,7	193,5	67,3	-52,2	137,7	78,8
Прочая продукция (икра мороженая, калтычки, головы)	12,2	36,8	28,7	24,6	-8,1	301,6	78,0
Итого	643	1767	1115	1124	-652	274,8	63,1

Структуру продаж предприятия определяет выпуск минтая и трески, то есть продукции первичной переработки, которая выпускается судами предприятия. На долю данного вида продукции приходится в 2017 г. 53,6%, в 2018 г. 73,2%, в 2019 г. 68,7% объема производства всего предприятия. Сокращение объема выпуска трески на 7,5%, филе на 1,6% привело к ухудшению всех финансовых показателей деятельности предприятия.

Литература

1. Белова И.А. Использование ключевых показателей эффективности (КПЭ) в рыбной отрасли // Высшая школа. – 2017. – № 3. – С. 15–16.
2. Гимбатов М.Г., Гимбатов Г.М. К вопросу о критериях оценки эффективности работы рыбной отрасли // Вопросы структуризации экономики. – 2018. – № 1. – С. 15–19.
3. Михайлова Е.Г. Виды эффективности рыбной отрасли // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2016. – № 35. – С. 98–109.

УДК 004:005.1

Л.А. Горюнова¹, А.А. Михайлов²

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

² Дальневосточный государственный аграрный университет,
Благовещенск, 675005
e-mail: mikhailov_dalgau@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА В МЕНЕДЖМЕНТЕ ОРГАНИЗАЦИЙ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Рассмотрены информационные системы экономического анализа. На примере системы Audit Expert смоделирована деятельность рыбохозяйственного предприятия. Выявлены характерные противоречия между показателями ликвидности и показателями рентабельности. Применены скоринговые методики для оценки вероятности банкротства. Определен рейтинг кредитоспособности предприятия как заемщика.

Ключевые слова: финансовый анализ, информационные технологии, класс кредитоспособности, скоринговые методики.

L.A. Goryunova¹, A.A. Mikhailov²

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

² Far Eastern State Agricultural University,
Blagoveshchensk, 675005
e-mail: mikhailov_dalgau@mail.ru

INFORMATION TECHNOLOGIES OF FINANCIAL ANALYSIS IN FISHERY COMPANIES MANAGEMENT

The information technologies in economic analysis are described. The practice of a fishery company was modeled on the Audit Expert system. The characteristic contradictions between liquidity indicators and profitability indicators were revealed. The scoring methods were applied to assess the probability of bankruptcy. The company's credit rating as a borrower was determined.

Key words: financial analysis, information technologies, credit capacity level, scoring methods.

В работе менеджера значительное место занимает финансовый анализ. Правильно организованный, он позволяет ответить на вопрос, в каком финансовом состоянии находится предприятие и каковы возможные перспективы его деятельности. Своевременно и со всей полнотой проведенный финансовый анализ дает возможность вовремя диагностировать проблемы финансовой устойчивости, а возможно, и банкротства (неплатежеспособности) предприятия и принять упреждающие меры. Это справедливо для всех отраслей экономики, в том числе рыбопромышленных предприятий.

Чтобы эффективно проводить финансовый анализ, необходимо использование информационных технологий и систем, учитывая трудоемкость и рутинность расчетов. Рассматривая рынок программного обеспечения, можно выделить несколько программных разработок, удовлетворяющих целям финансового анализа. Среди них наибольшую популярность получили программный комплекс Audit Expert фирмы «Expert Systems» и программа АФСР (Анализ финансового состояния предприятия) фирмы «ИНЭК» [1]. Наша статья основана на применении последней (четвертой) версии программы Audit Expert.

Использование данных программ обеспечивает:

1. Автоматический расчет финансовых показателей с использованием наиболее популярных в научной литературе методик финансового анализа и методик, установленных норматив-

ными документами. Практически во всех программах заложено использование классических, выработанных теорией экономического анализа и положительно зарекомендовавших себя в практике предприятий (финансовые показатели, матрица финансовых стратегий, многофакторный анализ рентабельности собственности собственного капитала). Скоринговые методики имеют основным назначением выявление вероятности банкротства организаций, их несостоятельности. Практическое применение этих методик позволяет выявить негативные тенденции в деятельности предприятия, принять упреждающие меры по экономическому оздоровлению. Методики анализа кредитоспособности обеспечивают заключение по кредитному рейтингу предприятия и используются кредитными организациями в целях решения вопросов, связанных с предоставлением кредита. Наконец, регламентированные методики анализа разработаны органами государственного управления и обязательны к применению в определенных условиях (оценка стоимости чистых активов, методика проведения финансового анализа арбитражным управляющим и другие).

2. Формирование экспертных заключений по результатам анализа, в которых отражаются не только результаты расчета в виде таблиц. Структурными элементами экспертного заключения являются также графики и диаграммы и подготовленные программой выводы. Выводы полезны, когда аналитик не способен самостоятельно разобраться в финансовом состоянии предприятия. Они содержательно и лаконично содержат информацию о финансовой устойчивости и помогают финансовому менеджеру взвешенно и объективно подойти к принятию управленческих решений.

3. Проведение консолидации и рейтинговой оценки предприятий, при которой пользователь может построить консолидированную (сводную) финансовую отчетность предприятий, входящих в единый хозяйственный комплекс. Используя различные критерии ранжирования, программа позволяет провести сравнительный анализ финансового состояния различных предприятий, относящихся, например, к одной и той же отрасли (например, рыбохозяйственные), или одинаковых по размерам.

4. Составление прогноза основных финансовых показателей с использованием различных методик прогнозирования. Применяя различные функции по критерию минимума суммы квадратов отклонений фактических значений от значений, рассчитанных по уравнению тренда, можно выявить прогнозные сценарии поведения финансового состояния предприятия.

5. Расчет и обмен полученными данными в режиме реального времени. Доступен в сетевых версиях программы, в том числе известных типах архитектуры типа файл-сервер и клиент-сервер [2].

Покажем все возможности программы Audit Expert на примере крупнейшего рыбопромышленного предприятия Камчатского края ПАО «Океанрыбфлот» [3]. По состоянию на 2018 г. выручка данного предприятия от реализации составила 15,4 млрд руб., чистая прибыль 1,6 млрд руб.

Вся процедура финансового анализа любого предприятия в программе Audit Expert 4 включает:

1. Импорт данных бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах из бухгалтерской программы, в которой ведется учет на рассматриваемом предприятии.

2. Приведение данных бухгалтерской отчетности к сопоставимому виду. Это достигается с помощью внутренних процедур и обработок программы.

3. Выбор моделей для проведения анализа, доступных в программе, или, если они не устраивают пользователя, с использованием формульного языка Audit Expert разработка собственных моделей.

4. Проведение процедуры расчета.

5. Анализ расчетных таблиц.

6. Построение графиков и диаграмм, экспертных заключений.

Основная классическая модель финансового анализа «Финансовые показатели» для предприятия ПАО «Океанрыбфлот» представлена на рис. 1. Необходимо обратить внимание, что большинство показателей инвертированы цветом в зависимости от принимаемых значений. Это связано с тем, что программа сравнивает их значения с нормативными уровнями и выбирает тот или иной цвет. Например, удовлетворительные значения выделены зеленым цветом, неудовлетворительные – красным, критические – серым. Для ПАО «Океанрыбфлот» характерно за весь рассматриваемый период (2016–2018 гг.) противоречие между показателями ликвидности и показателями структуры капитала, с одной стороны, и показателями рентабельности и деловой ак-

тивности, с другой. Рентабельность – доходность (прибыльность) ресурсов или затрат предприятия. ПАО «Океанрыбфлот», как уже отмечалось, прибыльное предприятие. По уровню рентабельности предприятие находится в зеленой зоне, но вместе с тем динамика рентабельности отрицательная.

	2016г.	2017г.	2018г.
1 Показатели ликвидности (Liquidity Ratios):			
2 Кoeffициент абсолютной ликвидности	0.19	0.12	0.03
3 Кoeffициент срочной ликвидности (QR)	0.30	0.26	0.27
4 Кoeffициент текущей ликвидности (CR)	0.83	0.81	0.90
5 Чистый оборотный капитал (NWC)	(982 566.00)	(1 022 383.50)	(499 182.50)
6 Показатели структуры капитала или финансовой			
7 Кoeffициент финансовой независимости или	0.30	0.21	0.17
8 Кoeffициент финансовой зависимости или	0.70	0.79	0.83
9 Кoeffициент маневренности собственного	-0.40	-0.58	-0.36
10 Долгосрочные обязательства к активам (LTD/TA)	0.01	0.13	0.23
11 Кoeffициент структуры долгосрочных вложений	0.03	0.28	0.51
12 Кoeffициент долгосрочного привлечения	0.04	0.38	0.58
13 Кoeffициент структуры заемного капитала	0.02	0.17	0.28
14 Кoeffициенты управления задолженностью:			
15 Кoeffициент финансового левериджа или	2.37	3.67	5.01
16 Кoeffициент покрытия инвестиций (IR)	0.31	0.35	0.40
17 Кoeffициент покрытия процентов (TIC), раз	50.50	6.87	6.97
18 Показатели рентабельности (Profitability ratios):			
19 Общая рентабельность, %	24.33	11.08	10.08
20 Рентабельность продаж (ROS), %	32.87	24.14	22.71
21 Рентабельность собственного капитала (ROE), %	152.61	90.46	112.49
22 Рентабельность активов (ROA), %	45.31	19.39	18.72
23 Рентабельность текущих активов (RCA), %	79.43	36.69	34.49
24 Рентабельность внеоборотных активов (RFA), %	105.48	41.12	40.92
25 Рентабельность инвестиций (ROI), %	146.00	55.75	47.09
26 Рентабельность операционных активов	X	X	X
27 Показатели деловой активности (Activity ratios):			
28 Кoeffициент оборачиваемости активов (TAT), раз	1.86	1.75	1.86
29 Кoeffициент оборачиваемости текущих активов	3.26	3.31	3.42
30 Кoeffициент оборачиваемости основных средств	4.34	3.71	4.06
31 Кoeffициент оборачиваемости рабочего капитала	X	X	X
32 Кoeffициент оборачиваемости собственного	6.27	8.17	11.16
33 Кoeffициент оборачиваемости запасов (ST), раз	4.31	4.57	4.70
34 Длительность оборота запасов, дней	83.52	78.71	76.58
35 Кoeffициент оборачиваемости дебиторской	10.89	9.63	7.48
36 Длительность оборота дебиторской	33.06	37.40	48.10
37 Кoeffициент оборачиваемости кредиторской	10.48	10.41	10.69
38 Длительность оборота кредиторской	34.35	34.60	33.68
39 Продолжительность операционного цикла (ОСР),	116.57	116.11	124.68
40 Цикл обращения денежных средств или	82.22	81.51	91.00

Рис. 1. Реализация модели «Финансовые показатели» для ПАО «Океанрыбфлот»

С 2016 г. по 2018 г. рентабельность активов снижается на 26,6; рентабельность внеоборотных активов на 64,6; рентабельность инвестиций на 98,9 процентных пункта. В 2018 г. рассматриваемым предприятием на каждые 100 руб. выручки от реализации получено 22,7 руб. чистой прибыли. В отношении активов этот показатель составил 18,7 руб.; в отношении внеоборотных активов 40,9 руб. чистой прибыли.

Деловая активность ПАО «Океанрыбфлот» меняется разнонаправленно и находится в зеленой зоне. Это свидетельствует о достаточной интенсивности делового оборота и эффективности использования производственных ресурсов. В 2018 г. суммарные активы совершили 1,9 оборота; основные средства – 4,1 оборота; дебиторская задолженность – 7,5 оборота.

Красно-серая зона ПАО «Океанрыбфлот» характерна для показателей ликвидности и структуры капитала. Ликвидность (платежеспособность) указывает, что на протяжении 2016–2018 гг. предприятие не способно своевременно и в полном объеме покрывать текущие обязательства. В 2018 г. денежные средства и краткосрочные финансовые вложения составляли только 3% текущих обязательств. Вместе с дебиторской задолженностью эти активы достигают 27% текущих обязательств. И, наконец, все оборотные активы не превышают 90% текущих обязательств.

Для сравнения: принятые нормы коэффициента абсолютной ликвидности 0,1; срочной ликвидности 1,0; текущей ликвидности 2,0 единиц. Текущие обязательства превышают оборотные активы в 2018 г. на 499,2 млн руб.

Возникает вопрос: почему при достаточном объеме чистой прибыли предприятие не в состоянии погашать свои долги? Это может быть связано с направлением чистой прибыли на финансирование инвестиционных проектов в ущерб текущим долгам. Анализируя баланс, в структуре оборотных активов мы видим значительные доли запасов и дебиторской задолженности. В связи с этим предприятию требуется обратить серьезное внимание на управление оборотными активами.

Аналогичные соображения возникают при анализе структуры капитала. Так, доля собственных средств в общем объеме источников финансирования в анализируемый период снизилась с 30 до 17% при норме в 50%. Коэффициенты структуры долгосрочных вложений и долгосрочного привлечения увеличиваются, что опять же подтверждает вывод о привлечении долгосрочных кредитов под инвестиционные проекты. Определенный оптимизм внушают положительные значения коэффициента покрытия процентов, который в 2018 г. показывает, что выручка от реализации обеспечивает покрытие процентов по кредитам и займам почти семь раз.

В связи с этим представляет интерес рассмотрение скоринговых методик экономического анализа и их интерпретации в программе. При помощи корреляционно-регрессионного анализа здесь показано, как совокупность финансовых показателей, рассмотренных в методике «Финансовые показатели» и других методиках, оказывает воздействие на процедуру банкротства.

Для ПАО «Океанрыбфлот» нами апробирована одна зарубежная и одна российская модель банкротства. На рис. 2 представлены результаты модели надзора за ссудами Чессера, в которой рассматриваемое предприятие только в 2016 г. не имеет признаков банкротства. Далее в динамике мы видим резко негативную тенденцию с критическим значением (0,52) в 2018 г.

	2016г.	2017г.	2018г.
1 Показатель X1	0.13	0.02	0.02
2 Показатель X2	14.30	74.30	119.17
3 Показатель X3	0.57	0.27	0.27
4 Показатель X4	0.70	0.87	0.80
5 Показатель X5	1.45	3.88	2.01
6 Показатель X6	0.31	0.28	0.32
7 Показатель Y	-3.51	-0.10	0.07
8 Вероятность невыполнения условий договора	0.03	0.48	0.52

Рис. 2. Результаты модели надзора за ссудами Чессера

	2016г.	2017г.	2018г.
1 Соотношение собственного оборотного капитала с	-0.12	-0.13	0.01
2 Соотношение чистой прибыли прибыли с	1.53	1.46	0.93
3 Соотношение выручки от реализации с активами	1.86	1.75	1.84
4 Соотношение чистой прибыли с себестоимостью (К4)	0.42	0.17	0.15
5 R-счет	0.89	0.59	1.19

Рис. 3. Результаты модели Иркутской ГЭА

Совсем другие результаты можно получить, используя модель Иркутской государственной экономической академии, представленные на рис. 3. Показатель R-счет весь анализируемый период находится в зеленой зоне, показывая очень низкую вероятность банкротства. Его динамика также положительна – показатель увеличивается с 0,89 до 1,19.

Противоречия различных моделей банкротства обусловлены выбором их авторами факторных показателей корреляционно-регрессионного анализа. Там, где во главу угла поставлены ликвидность и структура капитала, как в модели Чессера, предприятие проигрывает, находясь по этим показателям в красной и серой зонах. Предпочтения в некоторых моделях, в том числе Иркутской ГЭА, при выборе факторных показателей показателям рентабельности и деловой активности, находящимся в зеленой зоне, закономерно выводят предприятие на низкий уровень банкротства.

В этой связи при анализе банкротств нужно использовать как можно большее число моделей (в программе их представлено пять). Отдавать предпочтение нужно отечественным моделям, так как они учитывают российскую статистику банкротств и более адаптированы к современной российской экономике.

Нельзя не сказать о такой важной функции программы, как определение кредитоспособности заемщика. Она используется кредитными организациями при принятии решений, связанных с выдачей кредита. Для рассматриваемого предприятия пример данной методики представлен на рис. 4.

		2016г.	2017г.	2018г.
1	▲ РИСК НЕЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЯ			
2	Промежуточный коэффициент покрытия - К1	0.44	0.35	0.54
3	Категория по показателю К1	3.00	3.00	2.00
4	Коэффициент текущей ликвидности (общий коэфф.)	0.83	0.79	1.01
5	Категория по показателю К2	2.00	2.00	1.00
6	▲ РИСК СНИЖЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ			
7	Коэффициент обеспеченности собственными	-0.23	-0.78	-0.34
8	Категория по показателю К3	3.00	3.00	3.00
9	Коэффициент соотношения собственных и заемных	0.42	0.15	0.25
10	Категория по показателю К4 (для торговых	2.00	3.00	3.00
11	Категория по показателю К4 (кроме торговых	3.00	3.00	3.00
12	▲ РИСК НИЗКОЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ			
13	Рентабельность продаж (для торговых	0.33	0.24	0.23
14	Категория по показателю К5 (для торговых	1.00	1.00	1.00
15	Рентабельность производства (для промышленных	0.49	0.32	0.29
16	Категория по показателю К5 (для промышленных	1.00	1.00	1.00
17	▲ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ			
18	Сумма баллов	1.95	2.16	1.69
19	КЛАСС ЗАЕМЩИКА	2.00	2.00	2.00
20	▲ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ			
21	Сумма баллов	2.16	2.16	1.69
22	КЛАСС ЗАЕМЩИКА	2.00	2.00	2.00

Рис. 4. Анализ кредитоспособности для ПАО «Океанрыбфлот»

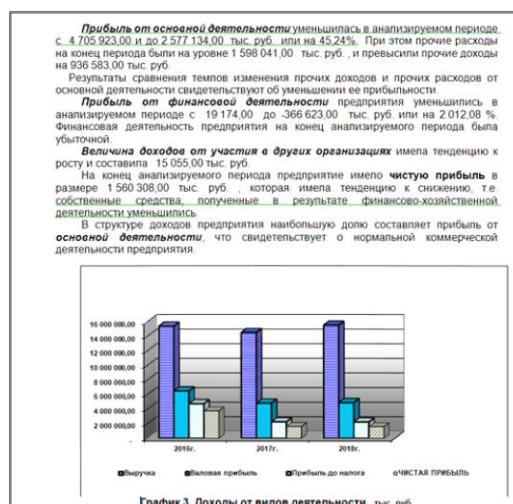


Рис. 5. Общее экспертное заключение для ПАО «Океанрыбфлот» (фрагмент)

Как показывают расчеты, ПАО «Океанрыбфлот» имеет самый высокий (третий) риск неликвидности в 2016–2017 гг. Динамика риска неликвидности положительна, и уже в 2018 г. составляет промежуточный (второй) риск по промежуточному коэффициенту покрытия и самый низкий (первый) риск по коэффициенту текущей ликвидности. Риски снижения финансовой устойчивости самые высокие на протяжении всего анализируемого периода. В противовес риски низкой рентабельности деятельности самые низкие. Используя совокупное значение рисков и их весовые коэффициенты, программа выставляет ПАО «Океанрыбфлот» промежуточный (второй) риск кредитоспособности.

Второй риск означает, что банки должны взвешенно подходить к таким клиентам при выдаче кредита. Очевидно, что в этом случае финансовый анализ не должен завершаться исследованием бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах. Здесь должна следовать количественная и качественная оценка каждой статьи имущественного потенциала и источников его формирования.

Наконец, завершающим результатом анализа является построение экспертного заключения, фрагмент которого в отношении финансовых результатов представлен на рис. 5. В коммерческой версии программы помимо общего экспертного заключения представлены экспертные заключения по анализу ликвидности; по матрице финансовых стратегий; по многофакторному анализу по методике Дюпон и другие.

Общее экспертное заключение помимо анализа финансовых результатов содержит:

- 1) анализ состава и структуры актива и пассива баланса;
- 2) анализ показателей ликвидности;
- 3) анализ показателей финансовой устойчивости (структуры капитала);
- 4) анализ показателей рентабельности;
- 5) общие выводы по финансовому состоянию предприятия.

Таким образом, системы экономического анализа обеспечивают необходимыми данными для выработки обоснованных управленческих решений, позволяют провести диагностику экономических проблем предприятия и наметить эффективные способы их решения.

Литература

1. Информационные системы в экономике / Под ред. Г.А. Титоренко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 463 с.
2. AUDIT EXPERT Система для анализа финансового состояния предприятия: Руководство пользователя. – М., 2014. – 235 с.
3. Официальный сайт Росстат – федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.rosstatistika.ru> (gks.ru) (дата обращения: 29.01.2020).

УДК 639.2.081.1

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

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

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗНОГЛУБИННЫМИ ТРАЛОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

В данной статье рассмотрена постановка задачи разработки точной системы управления разноглубинными траловыми комплексами с использованием предсказательного моделирования в композиции с математической моделью и промежуточным слоем ПИД-регуляторов, уменьшающей воздействие на окружающую среду и увеличивающей эффективность промысла.

Ключевые слова: метод, управление, разноглубинный траловый комплекс, динамика, предсказательное моделирование.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev

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

SETTING THE TASK OF MIDWATER TRAWL COMPLEXES MANAGEMENT

The formulation of the task to develop an accurate control system for midwater trawl complexes using predictive modeling in combination with a mathematical model and an intermediate layer of PID controllers, which reduces the environmental impact and increases the efficiency of fishing.

Key words: method, control, midwater trawl complex, dynamics, predictive modeling.

В настоящее время траловый лов имеет большое значение как для экономики, так и для продовольственной безопасности России. При помощи тралов добывается около 40% мирового улова. По данным ФАО, общий объем добычи рыбы достиг 94,8 млн т, что является самым высоким показателем за всю историю. Экологическую эффективность траления можно определить как отношение величины улова к величине воздействия на окружающую среду. Воздействие рыболовного судна на окружающую среду в основном связано с расходом топлива и отходами от эксплуатации, в то время как траловые снасти могут привести к удалению и повреждению такого бентоса, как кораллы и губки. Улучшенная управляемость траловым комплексом могла бы сделать возможным прицельный лов косяков рыб, а также улучшенное маневрирование вблизи препятствий и контроль формы трала для оптимизации эффективности лова. В связи с этим системы более точного управления траловым комплексом должны приводить к увеличению уловистости в зависимости от расхода топлива; снижению воздействия на морское дно и сокращению взаимодействий с препятствиями; повышению избирательности. Разноглубинные траловые комплексы являются сложными техническими сооружениями, управление которыми сопряжено с большими задачами [1].

Авторами статьи в рамках научного исследования рассматривается постановка задачи разработки точной системы управления тралом с точки зрения воздействия на окружающую среду и эффективности промысла. Для ее решения необходимо рассмотреть вопрос о том, как можно улучшить контрольные характеристики разноглубинной траловой системы частично путем внедрения архитектуры управления, адаптированной для траловой системы с учетом промышленных требований, и частично путем разработки концепции управления траловыми досками, разработать математическую модель траловой системы, включающую точную модель гидроди-

намических сил на створках трала. Эта модель должна оценивать как стационарное состояние, так и переходные силы на траловых досках, движущихся в шести степенях свободы, временную зависимость сил от циркуляции вокруг фольги, угловых демпфирующих сил и сил относительных ускорений между жидкостью и траловой доской.

С развитием технологий искусственного интеллекта все большую популярность приобретают системы управления, основанные на модели предсказательного моделирования. На их основе в ходе решения поставленной задачи эффективного управления траловым ловом будет предложена новая концепция управления траловыми досками с учетом требований к энергопотреблению, надежности и эффективности, основанная на композиции математической и предсказательной модели [2]. Из-за противоречивых требований к производительности, стабильности и энергоэффективности концепция управления должна быть улучшена посредством численной оптимизации, основанной на моделировании временной области траловой системы с учетом промышленных ограничений на энергоснабжение траловых досок. Система управления, основанная на модели предсказательного моделирования, должна решать сложные задачи и ограничения, в том числе задачи автоматизации наведения трала на скопление гидробионтов [3].

Использование предсказательного моделирования управления становится возможным благодаря тому, что ПИД-контроллеры установок выступают в качестве промежуточного слоя между модулем предсказательного моделирования и траловой системой. Таким образом, модуль предсказательного моделирования не требует больших вычислительных затрат, необходимых для моментальной реакции на быстро изменяющиеся динамические процессы.

Для снижения энергопотребления траловых досок в системе управления предлагается заменить обычное управление с обратной связью на итерационное управление с прямой связью с использованием математического моделирования гидродинамических сил на поверхности траловой доски, использовать адаптивную архитектуру управления траловой системой и методы оптимизации.

Чтобы проанализировать автоматизированные системы управления разноглубинного трала (АСУ РТ) [4], мы должны исследовать математические модели, режимы, которые управляют движениями разноглубинного трала [4–25]. Движение траловых систем зависит напрямую от промысловых механизмов, которые установлены на палубе рыбопромыслового судна. И чем выше детализация технической системы судно – разноглубинный трал, тем точнее АСУ РТ (рис. 1).

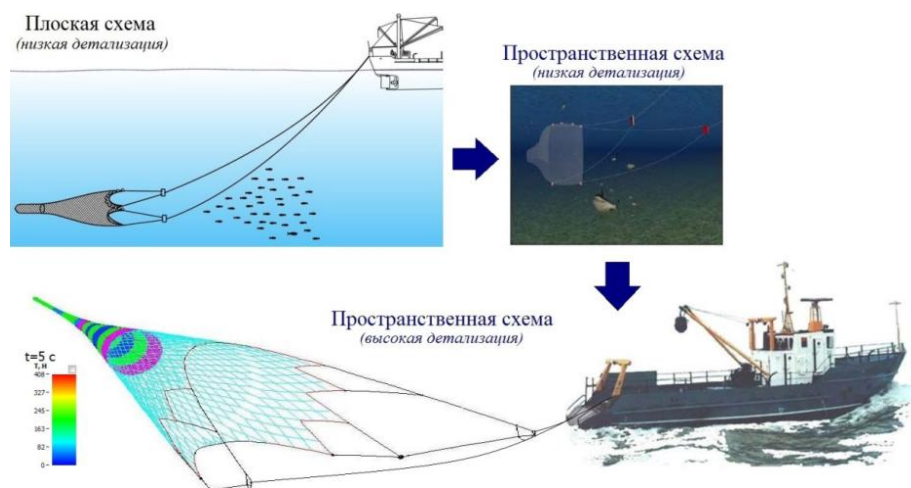


Рис. 1. Разноглубинный траловый комплекс (судно – разноглубинный трал)

Еще одним методом АСУ РТ является метод нечеткой логики. В настоящее время все больше конструкторы АСУ уделяют внимание нечеткой логике и нейронным сетям. Поскольку нечеткие множества описываются функциями принадлежности, а t -нормы и k -нормы обычными математическими операциями, можно представить нечеткие логические рассуждения в виде нейронной сети. Для этого функции принадлежности надо интерпретировать как функции активации нейронов, передачу сигналов как связи, а логические t -нормы и k -нормы как специальные виды нейронов, выполняющие математические соответствующие операции [26].

Системы «Автотрал» широко используются в промышленном рыболовстве на современных судах [27]. Системы автоматического траления доказали свою эффективность в снижении воздействия факторов окружающей среды на некоторые аспекты эффективности траления и, как следствие, имеют потенциал для уменьшения различий между уловами при съемочных тралениях. Следовательно, благодаря включению системы автоматического траления в стандартные процедуры съемки точность измерений относительной численности может быть улучшена. По сравнению с системами автоматического траления Isym [28] обеспечивает постоянное отображение скорости тяги, гидродинамического сопротивления, натяжения, длины ваера и разницы между перекосами левого и правого борта (рис. 3).

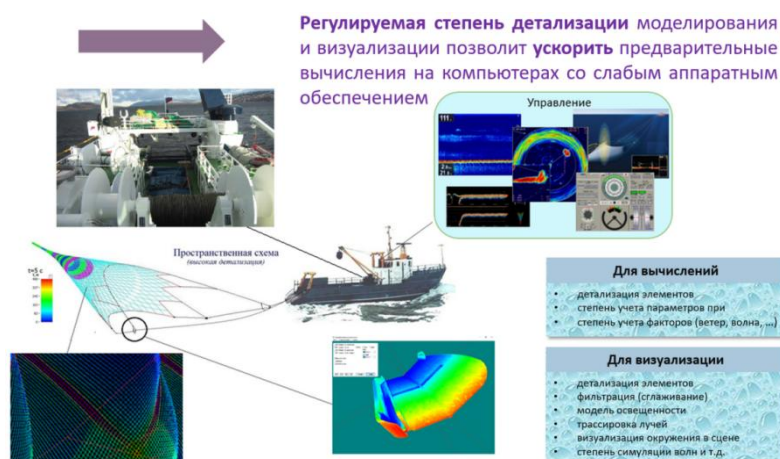


Рис. 2. Разноглубинный траловый комплекс (судно – разноглубинный трал)

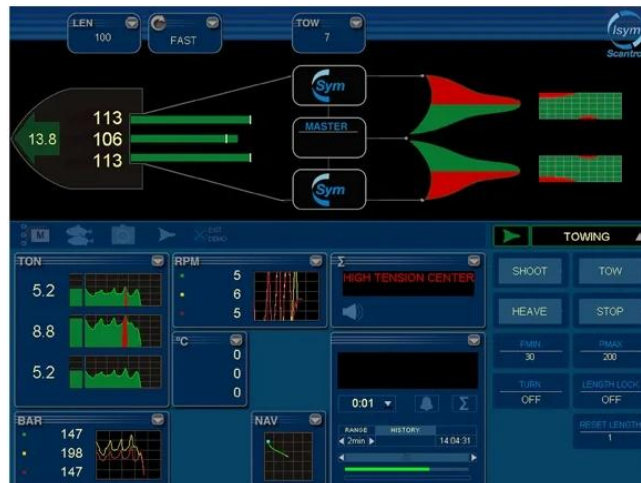


Рис. 3. Дисплей ACV PT Isym

Когда выбранный дифференциал превышен, барабан на более длинной стороне автоматически замедляется, чтобы удержать ваер и правый ваер на уровне воды в корме, прежде чем вернуться к выбранному уровню. Система также обслуживает четыре режима работы – буксировку, остановку, подъем и траление. При тралении ваеров главный мотор отключается, что позволяет силовым барабанам свободно вращаться, а меньший гидравлический мотор используется для небольшого тормозного натяжения, чтобы предотвратить колебания ваеров.

Synchro RTX Autotrawl является оптимальным решением для максимального увеличения способности к ловле для одиночных и двойных тралов [29] (см. рис. 4).

Система Synchro RTX Autotrawl обеспечивает динамическое управление разноглубинными тралами. Synchro RTX Autotrawl – одна из самых современных на рынке, использующая встроенную логику безопасности и удобный интерфейс. Основные функции управления и контроля пол-

ностью интегрированы. Эта система сохраняет тралы полностью открытыми при изменении курса во время траления. Трал движется с постоянной скоростью даже в сложных условиях. Если трал зацепился, система автоматически вытравливает ваер, чтобы предотвратить аварийную ситуацию.

На рынке также представлена АТС PT Silecred-AUTOTRAWL-SYSTEM [30] (см. рис. 5).

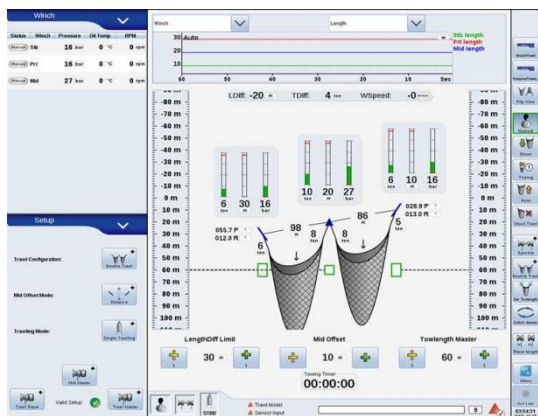


Рис. 4. Дисплей АСУ PT Synchro RTX Autotrawl



Рис. 5. Дисплей АСУ PT Silecred-AUTOTRAWL-SYSTEM

Таким образом, в данной статье рассмотрена постановка задачи разработки точной системы управления разноглубинными траловыми комплексами с использованием предсказательного моделирования в композиции с математической моделью и промежуточным слоем ПИД-регуляторов, уменьшающей воздействие на окружающую среду и увеличивающей эффективность промысла.

Авторами статьи в рамках научного исследования «Разработка методов управления траловым комплексом с применением предсказательного моделирования на нейронной сети» сформирована задача разработки более точной системы управления тралом с учетом воздействия на окружающую среду и эффективности промысла. Предсказательное моделирование на нейронной сети с учетом математических моделей траловой оболочки, траловых досок, ваеров, лебедок, судна, путем внедрения архитектуры управления, адаптированной для траловой системы с учетом промышленных требований, и частично путем разработки концепции управления траловыми досками, создаст систему, которую потребуется внедрить во все производственные и учебные комплексы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Литература

1. Баранов Ф.И. Теория и расчет орудий рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1948. – 436 с.
2. Reite K.-J. Modeling and control of trawl systems. – Trondheim: NTNU, 2006. – 238 p. – ISBN 82-471-8024-3.
3. Соловьев А.А. Теоретические принципы обеспечения безопасного маневрирования судна при прицельном траловом лове: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.16. – Санкт-Петербург, 1999. – 183 с.: ил. РГБ ОД, 71:01-5/489-8.
4. Обоснование создания тренажерного комплекса по проектированию и моделированию траловых систем / В.А. Волкогон, А.А. Недоступ, А.О. Ражев, Н.А. Кострикова, Р.К. Поляков, В.И. Кузин // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4 (38). – Т. 2. – С. 177–185.
5. Nakasai K., Kawakami T. Mechanical studies on the mid-water trawl gear in operation // Bulletin of the faculty of fisheries. Nagasaki University. – 1968. – № 26. – P. 49–61.
6. Альтицупль Б.А., Фридман А.Л. Динамика траловой системы. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
7. Lee C.-W., Lee Ju.-H. Modeling of a midwater trawl system // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 1999. – 2000. – P. 151–161.
8. Зинченко В.П. Численный метод расчета движения траловой системы // Рук. деп. во ВНИЭРХ, реф. опубл. в указат. деп. работ ВИНТИ № 12. – 1998.

9. *Altschul B.A., Ermakova T.V.* The algorithm of ship speed control when carrying the trawl in the predetermined path at a constant length of veered warp // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2003. – 2005. – V. 3 – P. 137–146.
10. *Ермакова Т.В.* Математические модели управления движением разноглубинного трала: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Калининград, 2006. – 28 с.
11. *Altschul B.A., Ermakova T.V.* Equations of trawl system movement at its schematization by two-warp model // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2009. – 2010. – V. 6. – P. 251–258.
12. *Кузнецов М.Ю., Шевцов В.И.* Использование системы контроля трала SIMRAD FS 20/25 для исследования геометрии трала // Успехи рыболовства: Сборник научных трудов, посвященный 75-летию кафедры промышленного рыболовства Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2006. – С. 73–79.
13. *Cha B.-J., Lee C., W., Cho B.-K.* Dynamic simulation of midwater trawl system using a personal computer // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2001. – 2002a. – V. 2. – P. 105–111.
14. Dynamic simulation of a midwater trawl system using a personal computer / *B.-J. Cha, C.-W. Lee, B.-K. Cho, H.-Y. Kim, S.-J. Won* // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2001. – 2002b. – P. 155–161.
15. Modeling of the otter board behavior in consideration of the effects of the ship motion / *M.-L. Choe, C.-W. Lee, G.-H. Lee, B.-J. Cha, H.-P. Gyung* // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2007. – 2007. – V. 5. – P. 77–88.
16. *Eiji T., Matuda K., Nobuo H.* A simulation model of gear efficiencies of trawlers for flatfish // Nippon suisan gakkaiishi. – 1991. – № 57 (6) – P. 1019–1028.
17. *Ferro RST.* Computer simulation of trawl gear shape and loading // World symposium on fishing gear and fishing vessel design. – 1988. – P. 259–263.
18. *Hamuro C.* Studies on automation of fishing with otter trawls, Danish seines, midwater trawls and purse seines. Design criteria for a midwater type purse seine // FAO. Technical conference on fish finding, purse seining and aimed trawling. FF/70/49. – 1970. – 5. – P. 10.
19. *Hu F., Shiode D., Wan R., Tokai T.* Accuracy evaluation of numerical simulation for mid-water trawl nets // Methods for the development and evaluation of maritime technologies: DEMAT, 2005. – 2006. Rostock. – P. 59–70.
20. *Kiyoshi A.* Study on dynamical response between a ship's motions and fishing gear (II) // Bull. of the Fac. of fish. Hok. Univ. – 1972. – V. 23, № 2 – P. 102–121.
21. *Koyama T.* A calculation method for matching trawl gear to towing power of trawlers // FAO. Technical conference on fish finding, purse seining and aimed trawling. FF/70/65. – 1970. – 5. – P. 15.
22. *Lonnevik M.S.* Effects of hanging ratios on trawls // World symposium on fishing gear and fishing vessel design. – 1988. – P. 314–317.
23. *Niedzwiedz G.* Computer-aided simulation of shape and strength of trawls after changes in design and operational condition // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 1999. – 2000. – P. 119–135.
24. *Vincent B.* A new generation of tools for trawls. Dynamic numerical simulation // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 1999. – 2000. – P. 99–107.
25. A fishing effort appreciation method of the fishing gears using a computer simulation / *H.-K. Yoon, C.-W. Lee, B.-J. Cha, Ji.-H. Lee, M.-K. Lee* // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 2003. – 2005. – V. 3 – P. 37–49.
26. *Weinberg K.L., Somerton D.A.* Variation in trawl geometry due to unequal warp length // Fishing Bulletin. – 2006. – № 104 – P. 21–34.
27. *Lee C.-W.* Depth control of a midwater trawl net using fuzzy logic // Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems: DEMaT, 1999. – 2000. – P. 169–176.
28. *Kotwicki S., Weinberg K.L., Somerton D.A.* The effect of autotrawl systems on the performance of a survey trawl // Fishing Bulletin. – 2006. – № 104 – P. 35–45.
29. URL: <https://www.scantrol.com/isym-trawl-control>
30. URL: <https://www.kongsberg.com/maritime/contact/request-information/>
31. URL: <https://www.silecmar.com/automation-control-systems-naval-sector/silecred-autotrawl-system/>

УДК 004.9:639.2.081.1

А.О. Ражев¹, А.А. Недоступ², Е.Е. Львова²

¹ ООО «Лаборатория цифровых технологий»,
Калининград, 236022
e-mail: razhev@digitechlab.ru;

² Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КРУЧЕНЫХ КАНАТНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРУДИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА

В статье рассмотрена математическая модель визуализации крученых канатно-веревочных изделий на персональном компьютере с гетерогенной архитектурой, предложенная для задач проектирования орудий промышленного рыболовства с целью сокращения нагрузки на центральный процессор, системную шину и основную память.

Ключевые слова: САПР, трал, алгоритм, модель, GPU, шейдер.

A.O. Razhev¹, A.A. Nedostup², E.E. L'vova²

¹ Digital Technology Laboratory, LLC
Kaliningrad, 236022
e-mail: razhev@digitechlab.ru;

² Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru

MATHEMATICAL MODEL OF TWISTED ROPES VISUALIZATION FOR FISH GEAR DEVELOPMENT APPLICATIONS

The mathematical model for visualization of twisted rope products on a personal computer with a heterogeneous architecture, which was proposed for the design of industrial fishing gears in order to reduce the load on the main processor, system bus and main memory, was proposed.

Key words: CAD, trawl, algorithm, model, GPU, shader.

При компьютерной визуализации крученых канатно-веревочных изделий (КВИ), из которых состоят различные рыболовные материалы и элементы, в том числе входящие в состав рыболовного трала, в некоторых задачах необходимо добиваться максимальной их детализации и реалистичности. К таким задачам можно отнести отображение формы орудия рыболовства (ОР) под действием на него различных сил [1, 2] в процессе его проектирования. Особенно это касается систем автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства, позволяющих отображать форму ОР в стереоскопическом режиме [3] при выполнении процесса проектирования с использованием специализированных трехмерных устройств пользовательского ввода [4–6].

В связи с тем, что ОР (в частности рыболовный трал) состоит из большого множества различных канатно-веревочных элементов, его дискретная математическая модель имеет большое количество конечных элементов (узлов и связей), процесс автоматизированного расчета формы ОР и нагружений в его элементах достаточно трудоемкий с точки зрения затрат вычислительных ресурсов. С учетом того, что для улучшения интерактивности (уменьшения времени отклика системы на действия пользователя) всей системы в целом указанный расчет (пересчет) должен происходить одновременно (параллельно во времени) с визуализацией и другими задачами,

накладываемыми на систему автоматизированного проектирования орудий, возникает необходимость в оптимизации всех алгоритмов, в том числе и визуализации результатов расчетов.

В статье предложен эффективный алгоритм визуализации КВИ для САПР орудий промышленного рыболовства. В настоящее время большинство персональных компьютеров являются гетерогенными [7, 8], содержащими вычислительные модули различной архитектуры. Обмен данными и их накопление в процессе вычислений может происходить как локально внутри модуля, так и между модулями – с использованием общего канала межпроцессорной связи. При этом локальный обмен внутри модуля и с его локальной памятью всегда быстрее, чем обмен между модулями и основной памятью гетерогенной системы. Грамотное перераспределение вычислительной нагрузки между различными вычислительными модулями является важной задачей при оптимизации скорости работы алгоритмов, а значит и улучшения интерактивности всей системы. На рис. 1 показана типовая архитектура гетерогенной системы, используемая в современных персональных компьютерах.

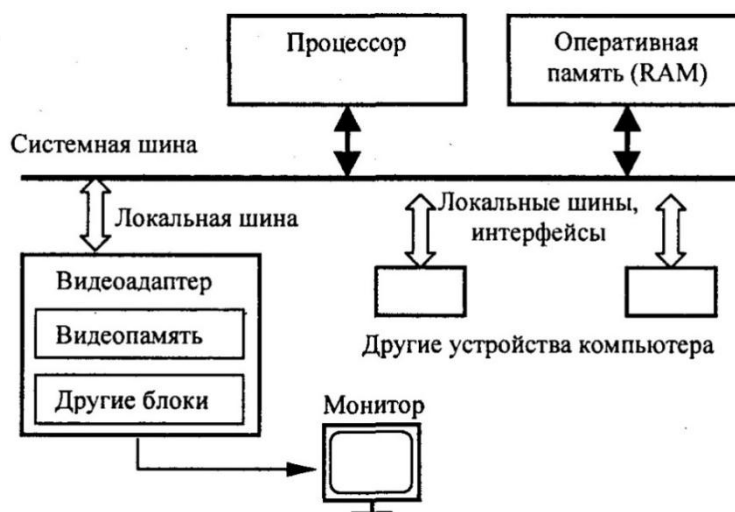


Рис. 1. Архитектура гетерогенной системы персонального компьютера

В персональном компьютере за отображение информации отвечает графическая подсистема – видеоадаптер. В современных компьютерах видеоадаптер является программно-аппаратным. Подготовка данных для визуализации осуществляется на графическом конвейере [9], стадии которого содержат как аппаратные модули, так и программные средства обработки (шейдеры) под управлением специализированного многоядерного графического процессора (GPU). На рис. 2 показана типовая архитектура графической подсистемы.

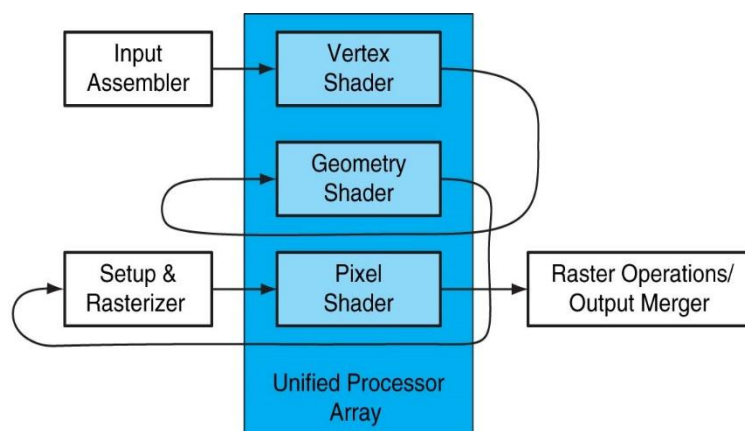


Рис. 2. Архитектура графической подсистемы

На рис. 2 голубым цветом выделены программные стадии графического конвейера: вершинный шейдер (Vertex Shader), геометрический шейдер (Geometry Shader), пиксельный шейдер (Pixel Shader). К аппаратным стадиям относятся сборщик входных данных (Input Assembler), растеризатор (Rasterizer) и модуль слияния выходных данных (Output Merger).

Учитывая вышесказанное, с целью сокращения нагрузки на центральный процессор, системную шину и основную память в процессе визуализации необходимо по возможности перенести часть алгоритмов на GPU. Авторами статьи в рамках разработки системы автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства были разработаны математическая модель и имитационный алгоритм для визуализации крученых КВИ, применяемых при изготовлении рыболовных тралов, работающих на центральном и графическом процессоре и использующих такие ресурсы графического конвейера, как вершинный, графический и пиксельный шейдеры. Суть оптимизации алгоритма заключается в построении поверхностей КВИ средствами GPU.

Рассмотрим математическую модель стального троса, свитого из нескольких слоев прядей, каждая прядь которого в свою очередь свита из нескольких слоев проволоки (рис. 3). Все дальнейшие рассуждения можно также применить к многослойным многопрядным крученым тросам, ниткам и веревкам с центральной или без центральной пряди (сердечника), включая частный случай – одиночную проволоку или одиночное волокно.

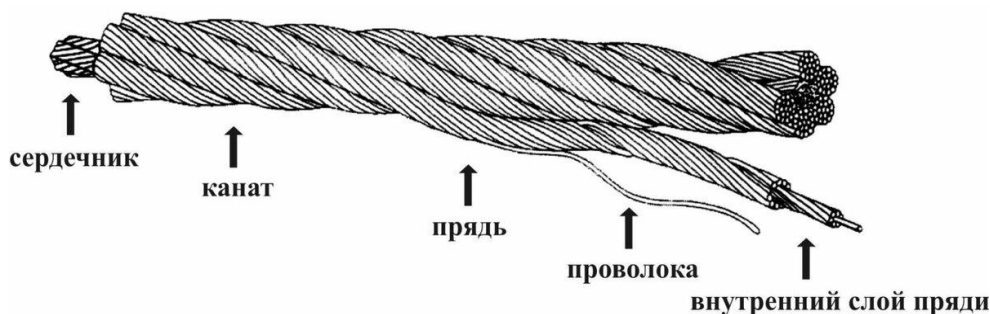


Рис. 3. Двухслойный шестипрядный стальной трос

С требуемой по условию задачи степенью дискретизации (с заданной погрешностью визуализации) разобьем трос на прямолинейные отрезки вдоль его продольной оси при условии, что в пределах одного отрезка часть каждой проволоки можно представить в виде цилиндра. Составим два слоя уравнения, связывающего координаты центральной (1) и обвитых вокруг центральной (2) проволоки в плоскости сечения троса (плоскости OXY на рис. 4) в локальной прямоугольной декартовой системе координат с началом в одном конце продольной оси отрезка троса, ось OZ которой направлена в направлении другого конца отрезка, с координатой X .

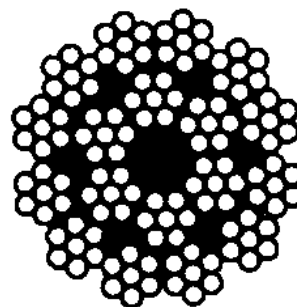


Рис. 4. Проволоки троса в плоскости OXY

$$\begin{cases} x_i = R_1 \sin\left(\frac{2\pi i}{n_1} + 2\pi K_1(z + z_0)\right) \\ y_i = R_1 \cos\left(\frac{2\pi i}{n_1} + 2\pi K_1(z + z_0)\right) \end{cases}, \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_{i,j} = R_1 \sin\left(\frac{2\pi i}{n_1} + 2\pi K_1(z + z_0)\right) + R_2 \sin\left(\frac{2\pi j}{n_2} + 2\pi K_2(z + z_0)\right) \\ y_{i,j} = R_1 \cos\left(\frac{2\pi i}{n_1} + 2\pi K_1(z + z_0)\right) + R_2 \cos\left(\frac{2\pi j}{n_2} + 2\pi K_2(z + z_0)\right) \end{cases}, \quad (2)$$

где i и j – порядковые номера пряди в тросе и проволоки в пряди соответственно; R_1 и R_2 – радиусы слоя пряди в тросе и проволоки в пряди соответственно; K_1 и K_2 – значение крутки (круток на метр) пряди в тросе и проволоки в пряди соответственно, для правой крутки значение $K_{1(2)} > 0$, для левой – $K_{1(2)} < 0$; n_1 и n_2 – количество прядей в тросе и проволок в пряди соответственно; z_0 – расстояние от начала троса до начала отрезка троса.

Свяжем значение радиусов с количеством прядей и проволок в пряди:

$$R_1 = \frac{R_2 + d/2}{\sin(\pi/n_1)}, R_2 = \frac{d}{2\sin(\pi/n_2)}, \quad (3)$$

где d – диаметр проволоки.

Аппроксимируем боковую поверхность участка проволоки (цилиндра) одинаковыми прямоугольниками так, как показано на рис. 5.

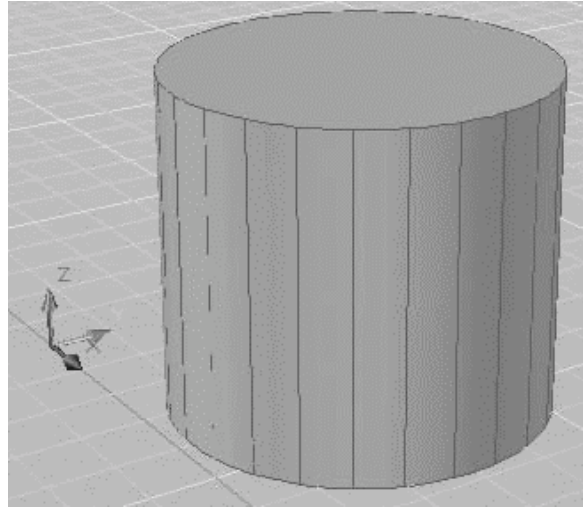


Рис. 5. Аппроксимация участка проволоки прямоугольниками

Запишем координаты вершин прямоугольников в векторной форме:

$$\mathbf{r}'_k = (x_i; y_i; 0) + \left(\frac{d}{2} \sin \frac{2\pi k}{m}; \frac{d}{2} \cos \frac{2\pi k}{m}; 0 \right), \quad (4)$$

где k – порядковый номер прямоугольника; m – количество разбиений.

При переходе от локальной системы координат к модельной к каждой вершине прямоугольника применим аффинное преобразование:

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{r}_0 + (\mathbf{M}\mathbf{r}'_k)^T, \quad (5)$$

где \mathbf{r}_0 – координаты конца отрезка троса; \mathbf{M} – матрица поворота оси OZ до оси цилиндра в модельной системе координат относительно конца отрезка троса.

Для нахождения \mathbf{M} достаточно найти преобразование поворота единичного вектора $\mathbf{e} = (0;0;1)$ на угол φ вокруг вектора \mathbf{a} , перпендикулярного плоскости, проходящей через ось OZ и ось цилиндра:

$$\mathbf{a} = \mathbf{e} \cdot \mathbf{r}, \quad \cos \varphi = \mathbf{e} \cdot \mathbf{r}, \quad \mathbf{r} = \mathbf{r}_{k+m} - \mathbf{r}_k, \quad (6)$$

где \mathbf{r}_k и \mathbf{r}_{k+m} – координаты концов оси цилиндра.

Матрица поворота вокруг единичного вектора \mathbf{e} на угол φ определяется как [10]:

$$\mathbf{M}(\mathbf{e}, \varphi) = \begin{bmatrix} \cos \varphi + (1 - \cos \varphi)e_x^2 & (1 - \|\cos \varphi\|)e_x e_y - e_z \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} & (1 - \cos \varphi)e_x e_z + e_y \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \\ (1 - \cos \varphi)e_x e_y + e_z \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} & \|\cos \varphi\| + (1 - \|\cos \varphi\|)e_y^2 & (1 - \cos \varphi)e_y e_z - e_x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \\ (1 - \cos \varphi)e_x e_z - e_y \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} & (1 - \|\cos \varphi\|)e_z e_y + e_x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} & \cos \varphi + (1 - \cos \varphi)e_z^2 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

В имитационной модели математические зависимости (1)–(3) вычисляются на центральном процессоре, а (4)–(7) – на графическом в геометрическом шейдере. В результате на каждый отрезок проволоки приходится обрабатывать $6m$ вершин. С учетом того, что графический процессор способен одновременно по одному алгоритму обрабатывать множество однотипных данных (в данном случае отрезков проволоки), при реализации описанной модели происходит существенное повышение производительности вычислений. За один вызов графического шейдера обрабатываются все вершины одного отрезка проволоки. В графическом процессоре одновременно

могут работать несколько шейдеров, то есть обрабатываться несколько отрезков проволоки. В случае отсутствия на графический процессор одновременно другой нагрузки количество обрабатываемых отрезков может достигать количества ядер GPU.

Результат работы алгоритма для шестипрядного каната с количеством разбиений по его длине $n = 381$ и количеством разбиений поверхности каждой пряди $m = 17$ показан на рис. 6.



Рис. 6. Вид шестипрядного каната на ЭВМ при $n = 381$, $m = 17$

Материал подготовлен при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонда содействия инновациям) в рамках проекта «Разработка системы автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства».

Литература

1. Nedostup A.A., Razhev A.O. The problem of dynamic modeling of the trawl system // 13th International workshop Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies: DEMAT, 2017. – Japan. Sapporo, 2017. – V. 10. – P. 35–42.
2. Обоснование создания тренажерного комплекса по проектированию и моделированию траловых систем / В.А. Волкогон, А.А. Недоступ, А.О. Ражев, Н.А. Кострикова, Р.К. Поляков, В.И. Кузин // Морские интеллектуальные технологии. – № 4 (38). – Т. 2. – 2017. – С. 177–185.
3. Рожков С.Н., Овсянникова Н.А. Стереоскопия в кино-, фото-, видеотехнике. – М.: Парадиз, 2003. – С. 95–101. – ISBN 5-98547-003-2.
4. 3D User Interfaces. Theory and Practice / Jr. LaViola, E. Kruijff, R. McMahan, D. Bowman, I. Poupyrev. – Second Edition. – Addison-Wesley, 2017. – ISBN 978-0-13-403432-4.
5. Robertson A. Leap Motion's revamped hand tracking is getting built straight into VR headsets. The Verge [Electronic resource]. – URL: <https://www.theverge.com/2016/2/17/11021214/leap-motion-hand-tracker-virtual-reality-orion-mobile-vr> (дата обращения: 25.02.2020).
6. Official Website of Ultraleap [Electronic resource]. – URL: <https://www.ultraleap.com> (дата обращения: 25.02.2020).
7. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Построение распределенных гетерогенных вычислительных систем на базе объектно-атрибутивной архитектуры // Объектные системы. – 2011. – № 5 (5). – С. 83–88.
8. Недоступ А.А., Ражев А.О. Математическое моделирование инженерных сетных конструкций в гетерогенной среде // Разностные схемы и их приложения: Тезисы Международной конференции, посвященной 90-летию профессора В.С. Рябенского. – М., 2013. – С. 81–82.
9. Боресков А. Разработка и отладка шейдеров. – БХВ-Петербург, 2006. – ISBN 5-94157-712-5.
10. Лурье А.И. Аналитическая механика. – М.: Физматлит, 1961. – 824 с.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, д. 4
Тел.: 8 (423) 240-09-21; Факс: 8 (423) 230-07-51
E-mail: tinro@tinro-center.ru

Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18
Тел., факс: 8 (415-2) 41-27-01
E-mail: kamniro@kamniro.ru

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6
Тел.: 8 (8152) 47-31-81, 8 (8152) 40-26-01; Факс: 8 (8152) 47-33-31
E-mail: persey@pinro.ru

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра РАН

445003, г. Тольятти, ул. Комзина, д. 10
Тел.: (8 482) 489-977; Факс: (8 482) 489-504
E-mail: ievbras2005@mail.ru

Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

677018, г. Якутск, ул. Ярославского, д. 32/3, офис 1
Тел.: 8 (4112) 33-50-16; Факс: 8 (4112) 33-50-16
E-mail: grs-sakha@mail.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17
Тел.: 8 (499) 264-93-87; Факс: 8 (499) 264-91-87
E-mail: vniro@vniro.ru

Магаданский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10
Телефон: 8(4132) 60-71-86; Факс: 8(4132) 60-74-19
E-mail: magadanniرو@magadanniرو.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН»

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41
Тел.: 8 (863) 250-98-29; Факс: 8 (863) 266-56-77
E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6
Тел.: 8 (415-2) 42-34-57; Факс: 8 (415-2) 41-24-64
E-mail: tok_50@mail.ru

Образовательные организации

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
690922, Приморский край, о. Русский, п. Аякс 10, кампус ДВФУ.
Тел.: 8 (423)-265-24-29; 8 (423)-243-34-72; Факс: 8 (423)-243-23-15
E-mail: rectorat@dvfu.ru

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»
685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 13
Тел.: 8(4132) 63-93-43
E-mail: rector@svgu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52б
Тел.: 8 (423) 244-03-73; Факс: 8 (423) 244-24-32
E-mail: festfu@mail.ru, dalrybvtyz@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1
Тел.: 8 (4012)99-59-01; Факс: 8 (4012) 99-53-46
E-mail: rector@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86
Тел.: 8 (4162) 99-99-98
E-mail: info@dalgau.ru

УО «Полесский государственный университет»
225710, Республика Беларусь, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, д. 23
Тел.: + 375 (165) 31 21 60; Факс: + 375 (165) 31 21 95
E-mail: box@polessu.by

МБОУ «Средняя школа № 4 им. А.М. Горького» Петропавловск-Камчатского городского округа
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 8а
Тел.: 8 (4152) 42-48-01, 8 (4152) 42-36-33
E-mail: school4_pkgo.41@mail.ru

Другие организации

Камчатское Берингийское экорегиональное отделение Всемирного фонда дикой природы
683023, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Победы, д. 27/1, офисы 109–112
Тел./факс: 8 (4152) 41-19-45
Адрес сайта: <http://www.wwf.ru/>

КГУП «Камчатский водоканал»
683009, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского, д. 3/1
Тел.: 8 (4152) 21-86-10; Факс: 8 (4152) 21-86-29
E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

ООО «Лаборатория цифровых технологий»
236022, г. Калининград, проспект Советский, д. 1
E-mail: root@digitechlab.ru

Ответственный за выпуск Т.А. Клочкова

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

*Материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(24–25 марта 2020 г.)*

В авторской редакции
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 04.06.2020 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 22,32. Уч.-изд. л. 22,82. Усл. печ. л. 27,08
Тираж 200 экз. Заказ № 7

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35