

The background image shows a wide, shallow river flowing through a lush green valley. In the distance, there are rugged mountains with some snow patches. The water is clear, reflecting the surrounding greenery and the sky. Large rocks are visible in the foreground and middle ground, some covered in moss or algae. The overall atmosphere is peaceful and natural.

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

*Материалы XIII Национальной (всероссийской)
научно-практической конференции
(29-30 марта 2022 г.)*

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

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

*Материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(29–30 марта 2022 г.)*



Петропавловск-Камчатский
2022

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

Н.А. Седова, д.б.н.;
А.В. Климова, к.б.н.; А.В. Костенко, к.т.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
О.В. Олхина; М.П. Гузь

П77 **Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (29–30 марта 2022 г.) / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2022. – 256 с.

ISBN 978-5-328-00424-4

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

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Галанин Д.А., Лученков А.В. Плодовитость колючего краба в прибрежных водах острова Сахалин	6
Григорьев С.С., Седова Н.А. Численность и распределение веслоногих ракообразных в период раннего пелагического развития морских рыб в восточной части Охотского моря	11
Дуленина П.А., Поваров А.Ю. Кукумария японская (<i>Cuscutaria japonica</i> , Semper, 1868) – перспективный промысловый вид в северо-западной части Татарского пролива (Японское море).....	17
Ким А.Ч. Промысел и биологическое состояние популяции корбикулы японской <i>Corbicula japonica</i> Prime, 1864 в южной части озера Айнского (остров Сахалин).....	22
Корнейчук И.А., Кротова Д.А. Функциональное состояние и размерные характеристики некоторых видов каридных креветок северо-западной части Берингова моря	27
Ляшенко С.А., Турабжанова И.С., Щербакова Н.В. Оценка перспективы культивирования тихоокеанской мидии <i>Mytilus trossulus</i> в Амурском заливе (залив Петра Великого) с учетом ее природного потенциала.....	32
Малавенда С.С. Состояние литоральных поселений двустворчатого моллюска <i>Limecola balthica</i> (Linnaeus, 1758) губ и заливов Баренцева моря.....	35
Матросова И.В., Лавренова Д.Ю., Калинина Г.Г. Некоторые биологические характеристики серебряного карася озера Приморского весной 2021 года.....	40
Отченаш Н.Г., Устюжинский Г.М., Чупов Д.В. Особенности зоопланктонного сообщества реки Лесной (Архангельская область)	42
Охременко Ю.И., Гайдученко Е.С. Морфометрическая характеристика американского сомика <i>Ameiurus nebulosus</i> (Lesueur, 1819) – инвазивного вида в Беларуси	45
Рудев П.В., Климова А.В. Аккумуляция тяжелых металлов в мидии тихоокеанской (<i>Mytilus trossulus</i>) в бухте Петропавловской (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка) в 2021 г.	50
Седова Н.А., Григорьев С.С. Распределение эвфаузиид у юго-восточных берегов Камчатки весной 2002, 2009, 2014 гг.	55
Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Зависимость массы от длины раковины у мидии Грея <i>Crenomytilus grayanus</i> (Bivalvia, Mytilidae) из северо-западной части Японского моря	60
Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Зависимость массы от длины раковины у модиолуса курильского <i>Modiolus kurilensis</i> (Bivalvia, Mytilidae) из северо-западной части Японского моря	65
Сергеева М.М., Оненко М.К. Некоторые черты биологии амурского осетра реки Амур в 2021 г.	69
Иваницкая О.А., Тюкина О.С., Приймак П.Г., Кравец П.П. Зараженность радужной форели на рыбоводных хозяйствах в водоемах бассейна реки Тулома моногенейми рода <i>Gyrodactylus</i>	72

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

Балыкин П.А., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. Состояние морского рыболовства и аквакультуры южных регионов России	77
Белов О.А., Белова Е.П. Вопросы совершенствования защиты кораблей и судов от коррозии в современных научных исследованиях	82

Белов О.А.	
Организация и результаты контроля нестандартными электродами эффективности антикоррозионной защиты судна «Дальмос»	87
Бурлак Ф.А., Грушинец В.А., Шершенков С.Ю., Смирнов А.А.	
Основные биологические показатели минтая при специализированном траловом промысле в северо-охотоморской подзоне Охотского моря в марте – апреле 2020–2021 гг.	92
Змеев А.Д., Рогожников А.О., Ястребов Д.П.	
Разработка и организация испытаний подводного дрона модульной конструкции	97
Кравцов С.А., Решетов С.Н.	
Анализ административно-правовых проблем рыбохозяйственного комплекса в контексте сохранения водных биоресурсов Камчатского края	102
Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Львова Е.Е.	
Алгоритм расчета физико-механических свойств канатно-веревочных изделий и плетеных шнуров	106
Недоступ А.А., Ражев А.О.	
Программное обеспечение для тралмастеров и судоводителей	110
Овчеренко Р.Т.	
Снюрреводный промысел камбал у юго-восточной Камчатки в 2018–2021 гг.	115
Перервенко О.В., Меджидова Х.М., Курбанова Н.В., Клочкова Т.А.	
Изучение адаптивных изменений иммунитета мигрантов Камчатского края и его in vitro коррекции с помощью бурых водорослей	119
Проценко И.Г., Бондаренко А.В.	
Компьютерная картография рыболовных участков Камчатки	124
Проценко И.Г., Иванова А.А.	
Геоинформационный компонент ИС «Согласование»	129
Пулатов А.Е., Труднев С.Ю.	
Разработка системы автоматического управления судовым водоотливным насосом	134
Смирнов А.А., Прикоки О.В.	
Возрастные и размерно-весовые показатели нерестовой гижигинско-камчатской сельди при различных уровнях интенсивности промысла	138
Строганов А.Н., Смирнов А.А., Лаврентьев Д.И., Пономарева Е.В., Семенова А.В., Полушкина И.М.	
Морфобиологические и генетические характеристики тихоокеанской сельди во время нереста в заливе Анапка (Карагинский р-н, Камчатский край)	141
Фукс Г.В.	
Биология речной камбалы <i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758) реки Пеша	144
Царенко С.Н., Гараев Р.А.	
Динамика валопровода гребного винта при импульсном разгоне	149
Яблуновский И.А.	
Анализ методов измерений и учета нефтепродуктов в судовых условиях	154
Ястребов Д.П., Швецов В.А., Рогожников А.О.	
К вопросу оптимизации контроля работы протекторной защиты стальных корпусов морских судов	159
Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ	
Горбачева Е.А., Лаптева А.М.	
Содержание металлов и мышьяка в воде на разрезе «Кольский меридиан» (Баренцево море)	164
Ермакова С.В.	
Содержание тяжелых металлов почв сельскохозяйственных угодий юго-восточной Камчатки на территории Елизовского района	169
Задорожный А.И., Симахина М.А.	
Проблемы реконструкции и модернизации существующих систем водоснабжения сельских населенных пунктов Камчатского края	173

Македонская И.Ю., Устюжинский Г.М., Чупов Д.В. Современное состояние фитопланктонного сообщества реки Лесной (Архангельская область).....	176
Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В. Разработка моделей процессов эксплуатации донного тралового комплекса с учетом комплексного влияния абиотических, биотических и антропогенных факторов.....	180
Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Внедрение модульной водоочистной станции на малом групповом водозаборе подземных вод поселка Мутного Елизовского городского поселения.....	185
Самохвалов В.Л. Порядки водотоков Камчатского края как показатель их размера	189
Севостьянова Е.А., Меньшенин А.С., Никрашевская А.Э., Глинская А.С., Цупикова Н.А. Современное экологическое состояние водоемов рекреационного назначения Калининграда	193
Тевс К.О., Шевченко О.Г. Мониторинг фитопланктона в мелководной бухте Житкова (залив Петра Великого, Японское море).....	198
Швецов В.А., Опрышко Б.А., Белавина О.А. Изучение влияния магматического очага Авачинского вулкана на показатели подземных вод Быстринского месторождения подземных вод.....	203
Ширчкова А.Н., Цветкова Н.Н. Характеристика гидрохимических особенностей приустьевых участков малых рек Калининградской области на примере реки Приморской.....	208
Якимов А.В. Загрязнение моря судовыми отходами при промысле минтая.....	213

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Благоднравова М.В., Самохин А.В. Определение выхода кожи промысловых видов кальмаров – командорского <i>Berryteuthis magister</i> и тихоокеанского <i>Todarodes pacificus</i>	217
Глебова Е.В. Развитие межгосударственной стандартизации в направлении «Стандартизация».....	222
Ершова М.М., Шашурин М.М. Биологическая ценность жира нерпы кольчатой, добытой на территории Арктической Якутии	225
Ефимова М.В., Ващина Д.Д., Лаженцева Р.А. Обоснование количества добавки из гидробионтов в рецептурном составе макаронных изделий.....	228
Мустафаева В.М., Ефимов А.А., Ефимова М.В. Качество комбинированных пищевых продуктов на основе рыбного фарша с добавлением творожной сыворотки	233
Селин Д.М., Ефимов А.А. Применение озона для обеззараживания тары, используемой при производстве лососевой зернистой икры	238
Селин Д.М., Ефимов А.А. Разработка технологии икры лососевой зернистой с применением озона	242
Чмыхалова В.Б., Агунович Ю.А. Динамика влагоотдачи кукумарии при подготовке добавки для производства кондитерских изделий.....	246
Чмыхалова В.Б., Шамота И.В. Использование пленок гидроколлоидов для стабилизации сушеной продукции из кальмара при хранении	250
Список организаций – участников конференции и их адреса.....	254

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК 595.384

Д.А. Галанин, А.В. Лученков

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО),
Южно-Сахалинск, 693020
e-mail: dgalanin@yandex.ru*

ПЛОДОВИТОСТЬ КОЛЮЧЕГО КРАБА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОСТРОВА САХАЛИН

По результатам изучения плодовитости самок колючего краба (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841) методом подсчета икры на плеоподах из промысловых уловов у восточного побережья о. Сахалин (Охотское море) установлены значения индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) и индивидуальной относительной плодовитости (ИОП). Сделана попытка выявить характер изменений плодовитости в широтном и межгодовом аспектах. Установлена зависимость плодовитости от размеров и массы самок с применением методов статистической обработки данных.

Ключевые слова: колючий краб, плодовитость, Сахалино-Курильский регион, промысловые ресурсы.

D.A. Galanin, A.V. Luchenkov

*Sakhalin branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO),
Yuzno-Sakhalinsk, 693020
e-mail: dgalanin@yandex.ru*

FERTILITY OF THE HANASAKI GANI OF THE EAST SAKHALIN REGION (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841)

According to the results of a study of the fertility of spiny crab (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841) females by the method of counting eggs on pleopods from commercial catches off the east coast of the island. Sakhalin (Sea of Okhotsk), the values of individual absolute fecundity and individual relative fecundity were established. An attempt was made to reveal the nature of fertility changes in the latitudinal and interannual aspects. The dependence of fecundity on the size and weight of females was established using the methods of statistical data processing.

Key words: hanasakigani, fecundity, Sakhalin-Kuril region, fisheries.

Плодовитость как эволюционно сложившаяся способность животных воспроизводить себя, компенсирующая смертность, является важным приспособлением для поддержания оптимальной численности популяции или локальной группировки [1, 2].

Колючий краб *Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841, принадлежит к семейству дальневосточных крабоидов отряда десятиногих крабов и является традиционным объектом любительского и прибрежного (промышленного) промысла. Период активного лова колючего краба в Сахалино-Курильском регионе длится около 20 лет. В последние пять лет ежегодно вылавливается около 500 т колючего краба. Динамика промысловой биомассы запаса в районах постоянного промысла отчетливо отражает его интенсивность. Однако уровень естественного воспроизводства и пополнения облавливаемых группировок остается стабильным, если судить по статистическим показателям промысла (статистика Росрыболовства).

Целью работы являлась оценка современного уровня плодовитости колючего краба у восточного побережья о. Сахалин.

В период с 2000 по 2020 гг. в ходе биологического мониторинга на промысле колючего краба в различных районах у восточного побережья о. Сахалин выполнен сбор проб на плодовитость (табл. 1, рис. 1). В качестве орудий лова использовали стандартные крабовые ловушки, выполненные по японскому образцу, имеющие форму усеченного конуса с размером ячеи 6×6, 4×4 и 3×3 см, нижний диаметр – 1,5 м, высота – 0,7 м и нижний диаметр – 1,3 м, высота – 0,5 м. Расстояние между ловушками около 10 м. Всего посчитана плодовитость и проанализировано 239 самок. Для оценки репродуктивного потенциала привлечены архивные результаты биологических анализов 3 294 экз.

Таблица 1

Объем собранного материала и размеры самок колючего краба у восточного побережья о. Сахалин

Район	Сроки работ (годы)	Широта, с. ш.	Кол-во экз.	Ширина карапакса, (мм)	
				Пределы	X_{cp}
Полигон 1	2001–2002	46–47	30	95–124	107,8
Полигон 2	2000	48	19	88–131	110,3
Полигон 3	2004–2006, 2016–2020	49–50	190	82–141	105,8

Примечание. Места расположения полигонов соответствуют рисунку 1. X_{cp} – среднее значение.

Районы сбора проб на плодовитость охватывают только основные места обитания колючего краба у восточного побережья о. Сахалин, где выполняется мониторинг состояния его ресурсов. Глубины, на которых выполнен отлов самок колючего краба, были в диапазоне 10–20 м.

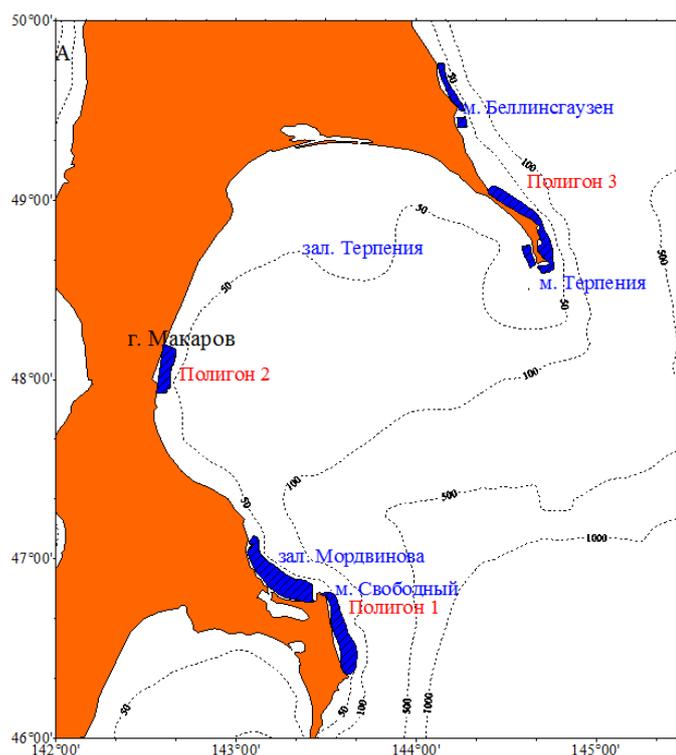


Рис. 1. Карта-схема локализации промысловых скоплений колючего краба и мест сбора проб на плодовитость у восточного побережья о. Сахалин

Размеры самок определяли штангенциркулем с точностью до 1 мм, общую массу икры – с точностью до 0,1 г. Расчет индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) и индивидуальной относительной плодовитости (ИОП) производился по общепринятой методике [3, 4]. Величина навески икры для определения ИАП составляла 500–700 мг. Расчет средних значений плодовитости проводился по методике, предложенной В.Н. Иванковым [5]. Популяционная плодовитость определялась с помощью пособия по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей [6, 7]. Статистическую обработку данных проводили по стандартной методике. Для сравнения двух эмпирических рядов разного объема использовали критерии Пирсона и Стьюдента [8].

В объединенной выборке колючего краба из мест активного промысла у юго-восточного побережья о. Сахалин среднееголетняя индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба равняется $(42,4 \pm 1,33)$ тыс. шт., а индивидуальная относительная плодовитость – $(53,4 \pm 1,13)$ шт/г при среднем размере $(105,9 \pm 0,7)$ мм и массе $(758,5 \pm 13,7)$ г.

Изучение зависимости ИАП от индивидуальных размеров и массы самок указывает на наличие положительной взаимосвязи, однако коэффициент аппроксимации таких зависимостей сравнительно невысокий (ИАП-размер – 0,27 и ИАП-масса – 0,5) (рис. 2). В свою очередь ИОП от размера и массы самок, по нашим данным, совсем не зависит.

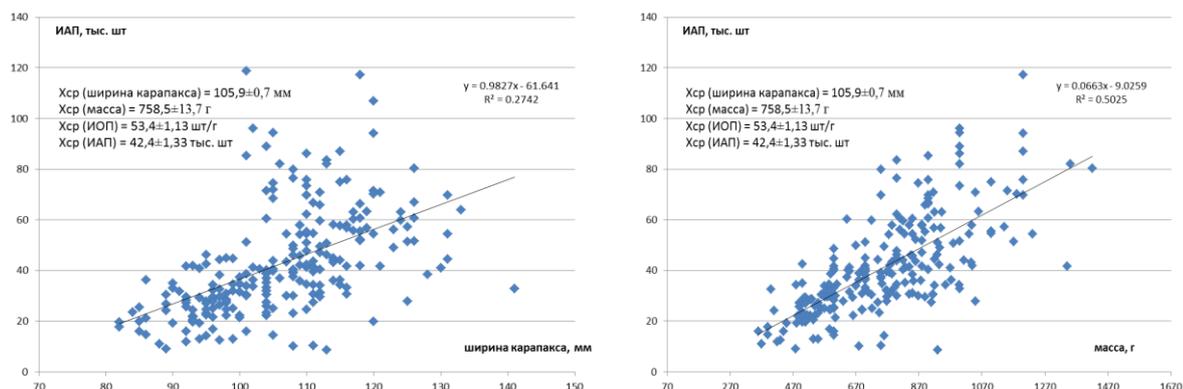


Рис. 2. Зависимость ИАП от размеров и массы колючего краба у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

За три последних десятилетия (наши, архивные и литературные данные) можно проследить увеличение средней ИАП [9–11]. В 1990-е гг. плодовитость равнялась $(36,02 \pm 2,2)$ тыс. шт., в период 2000-е гг. – $(40,8 \pm 1,5)$ тыс. шт., а в 2010-е гг. – $(45,9 \pm 2,64)$ тыс. шт. В первое и второе десятилетия XXI в. преобладающими модальными группами были ИАП 21–40 тыс. шт. и 31–50 тыс. шт. соответственно (рис. 3). Достоверность различий была подтверждена с помощью критерия Пирсона при $p = 0,95$.

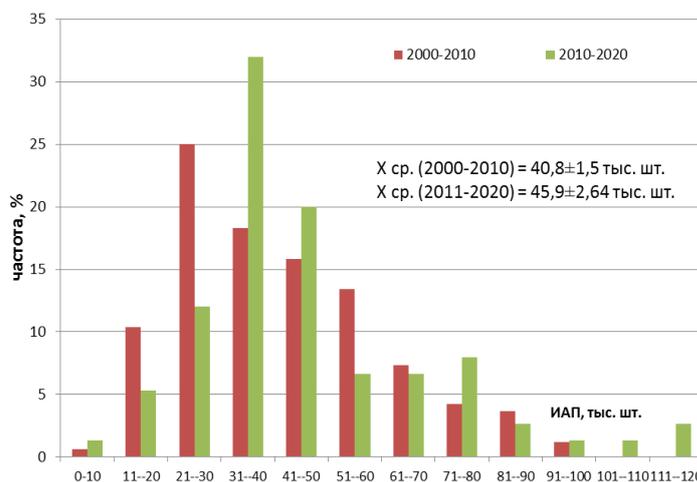
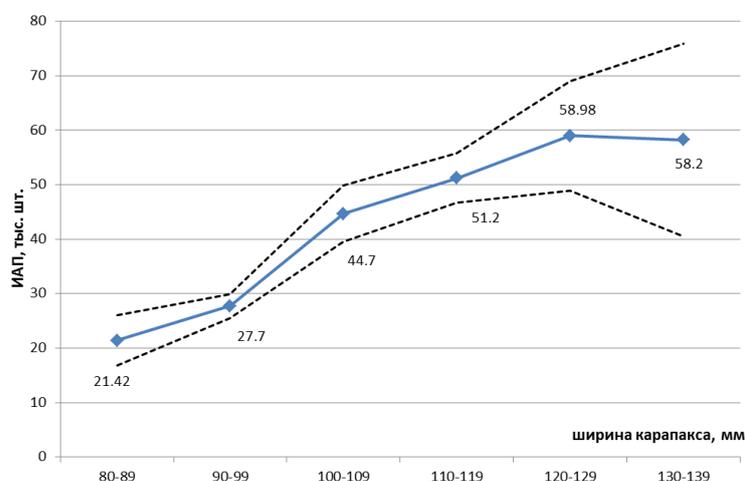


Рис. 3. Частотное распределение самок колючего краба по плодовитости (ИАП) у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

Абсолютная плодовитость колючего краба закономерно повышается с увеличением размеров и массы самок (рис. 2 и 4). Средняя величина ИАП для самок размерной группы 80–89 мм равнялась 21,42 тыс. шт., а для группы 139–139 мм – 58,2 тыс. шт. Наименьшая абсолютная плодовитость 8,7 и 9 тыс. шт. отмечена у самок с шириной карапакса 113 и 89 мм, а также массой 930 и 478 г соответственно (полигон 3). Наибольшая ИАП – 118,718 тыс. шт. – зарегистрирована у самки с шириной карапакса 101 мм и массой 1 210 г (полигон 3).

Величина прироста ИАП с увеличением линейных размеров от минимальных к максимальным составила 18,65 тыс. шт. на сантиметр ширины карапакса, а в отношении массы увеличение составило 51,9 тыс. шт. на каждые 500 г массы. Наибольший промежуточный прирост ИАП зафиксирован между размерными группами 90 и 109 мм, который составил 17 тыс. шт.



Обозначения: пунктир – границы 95%-ного доверительного интервала

Рис. 4. Зависимость ИАП от размеров колючего краба у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) колючего краба в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин варьируется в широком диапазоне, предельные значения плодовитости различаются здесь в 13,7 раза (табл. 2). Наибольшей вариабельности подвержена абсолютная плодовитость колючего краба на 3-м полигоне в районе полуострова Терпения, а наименьшей – на 1-м полигоне в районе зал. Мордвинова.

Таблица 2

Масса икры и абсолютная плодовитость колючего краба в прибрежных водах острова Сахалин

Год	П	Район	ГИ, %	Масса самки, г		Масса икры, г		ИАП (тыс. шт.)		
				Диапазон	X_{cp}	Диапазон	X_{cp}	Диапазон	X_{cp}	X_m
2001	1	зал. Мордвинова, м. Свободный	5,9	500–980	758	14–69	42	14,48–66,29	41,5	3,6
2002	1	зал. Мордвинова м. Свободный	6,1	587–1 038	730	19–66	42	16,77–79,95	39,8	5,2
2000	2	зал. Терпения	10,9	370–940	671	18–125	66	10,16–69,86	35,9	4,8
2004	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	8,0	390–1 170	766	21–96	57	17,72–70,89	42,3	2,7
2005	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	6,7	360–1 420	674	14–93	42	8,69–80,3	35,1	2,2
2006	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	9,1	400–1 200	755	21–110	63	19,55–96,1	52,1	4,3
2016	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	7,2	4787–1 230	818	15–116	55	9,01–74,6	36,5	1,9
2020	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	9,2	500–1 350	938	28–131	79	19,94–118,7	65,7	5,4

Примечание. П – номер полигона, ГИ – гонадный индекс, X_{cp} – среднее значение, X_m – стандартная ошибка.

Достоверные различия с использованием критерия Стьюдента между средними значениями ИАП колючего краба отдельных локальных группировок в подавляющем большинстве случаев обнаружены не были. В некоторых случаях, когда различия были выявлены, это были выборки за периоды: 2000–2006 гг. и 2016–2020 гг. (например, полигон № 2 (2000 г.) и полигон № 3 (2020 г.), а также на полигоне № 3 между выборками в разные годы).

Важный итог изучения плодовитости колючего краба – это определение его репродуктивного потенциала в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин, выраженного в количестве эмбрионов в конце инкубационного периода на 1 000 особей. В ходе анализа данных установлено, что средневзвешенная ИАП одной самки равна 49 тыс. шт. икринок. С учетом этого репродуктивный потенциал тысячи особей колючего краба соответствует 24,5 тыс. шт. (при соотношении самок и самцов равном 1 : 1). При таком уровне репродуктивного потенциала колючего краба у восточного побережья о. Сахалин текущее состояние его ресурсов можно считать удовлетворительным, так как длительное время обеспечивается их возобновляемость даже с учетом промышленной эксплуатации [12, 13].

По результатам изучения плодовитости колючего краба у восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг. среднемноголетняя ИАП самок колючего краба равняется $(42,4 \pm 1,33)$ тыс. шт., а индивидуальная относительная плодовитость – $(53,4 \pm 1,13)$ шт/г при среднем размере $(105,9 \pm 0,7)$ мм и массе $(758,5 \pm 13,7)$ г. За три последних десятилетия средняя ИАП увеличилась на 27% с $(36,02 \pm 2,2)$ тыс. шт. в 1990-е гг., до $(45,9 \pm 2,64)$ тыс. шт. в 2010-е гг.

Индивидуальная ИАП колючего краба в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин варьируется в широком диапазоне (от 8,69 до 118 тыс. шт.), однако достоверные различия между средними значениями ИАП отдельных локальных группировок в подавляющем большинстве случаев обнаружены не были.

Абсолютная плодовитость колючего краба закономерно повышается с увеличением размеров и массы самок. Средняя величина ИАП для самок размерной группы 80–89 мм равнялась 21,42 тыс. шт., а для группы 139–139 мм – 58,2 тыс. шт. Наибольший промежуточный прирост ИАП зафиксирован между размерными группами 90 и 109 мм, который составил 17 тыс. шт.

Уровень репродуктивного потенциала колючего краба равен 24,5 тыс. шт. икринок на 1 000 особей, что является достаточным для обеспечения стабильности его локальных группировок у юго-восточного побережья о. Сахалин.

Литература

1. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.
2. Риклефс Р. Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979. – 424 с.
3. Спановская В.Д., Григораиш В.А. К методике определения плодовитости единовременно и порционно икротечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2. – Вильнюс: Мокслас, 1976. – С. 54–62.
4. Агафонкин С.И. К плодовитости колючего краба *Paralithodes brevipes* (A. Milne – Edwardset Lucas) северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 16–18.
5. Иванков В.Н. К методике определения плодовитости пойкелотермных животных // Гидробиологический журнал. – 1974. – Т. 10, № 1. – С. 99–102.
6. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С.А. Низяев, С.Д. Букин, А.К. Клитин и др. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 114 с.
7. Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне-осенней нерестующей салаки. – М.: Наука, 1969. – 270 с.
8. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. – М.: Наука, 1991. – 184 с.
9. Галанин Д.А., Яковлев А.А. Некоторые сведения о плодовитости колючего краба юго-восточного Сахалина // Прибрежное рыболовство – XXI век: Материалы науч.-практ. конф. – Южно-Сахалинск. – 2001. – С. 28–29.
10. Клитин А.К. Плодовитость дальневосточных крабоидов в водах Сахалина и Курильских островов // Вопросы рыболовства. – 2002. – Т. 3, № 3 (11). – С. 428–449.
11. Чумак Т.Е. Плодовитость колючего краба *Paralithodes brevipes* у восточного побережья о. Сахалин // Труды СахНИРО. – Южно-Сахалинск. – 2019. – Т. 15. – С. 195–201.
12. Kittaka J. et al. Larval culture of the King Crab *Paralithodes camtschaticus* and *P. brevipes* // Crab in cold water Regions: Biology Management, and Economics. – Fairbanks, Alaska: University of Alaska Sea Grant, 2002. – P. 189–209.
13. Михеев А.А., Крутченко А.А., Пьянов А.И. Запасы колючего краба (*Paralithodes brevipes*) на восточном шельфе о. Сахалин: оценка с применением метода полигонов // Труды СахНИРО. – Южно-Сахалинск. – 2010. – Т. 11. – С. 49–61.

УДК 595.3(265.53)

С.С. Григорьев¹, Н.А. Седова²

¹ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: sgri@list.ru

ЧИСЛЕННОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСЛОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ В ПЕРИОД РАННЕГО ПЕЛАГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МОРСКИХ РЫБ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

В икhtiопланктонных пробах отмечено 25 видов копепод, принадлежащих к двум отрядам и 17 семействам. Максимальная биомасса копепод, более 2 300 мг/м³, отмечена на станциях с глубиной 990 м. Наиболее массовым и широко распространенным видом был *Neocalanus cristatus*, максимальная плотность которого достигала 1 300 мг/м³, средняя плотность 151,54 мг/м³. Второй по численности и биомассе вид – *Metridia okhotensis* (максимальная плотность 24,26 мг/м³). Крупные виды лучше представлены в северной части, средние – в южной части района исследований.

Ключевые слова: копеподы, глубины, численность, распределение, западная Камчатка.

S.S. Grigoriev¹, N.A. Sedova²

¹ Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: sgri@list.ru

ABUNDANCE AND DISTRIBUTION OF COPEPODS DURING PELAGIC EARLY DEVELOPMENT OF MARINE FISHES IN EASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

25 species of copepods belonging to two orders and 17 families were found in ichthyoplankton samples. Maximum biomass, more than 2 300 mg/m³, was observed over bottom depth of 990 m. The most widespread species was *Neocalanus cristatus*, the maximum density of which reached 1 300 mg/m³, the average density was 151.54 mg/m³. The second in abundance was *Metridia okhotensis* (maximum density 24.26 mg/m³). Larger species are better represented in the northern part, medium species are in the southern part of study area.

Key words: copepods, bottom depths, abundance, distribution, Western Kamchatka.

Раннее развитие морских рыб происходит вместе с другими организмами в пелагиали. От состояния планктонного сообщества во многом зависит выживаемость личинок рыб, которая определяется прежде всего обеспеченностью пищей соответствующего размера и качества. Важнейшим кормом для личинок морских рыб служит зоопланктон. Основную массу кормового зоопланктона, как для рыб-планктофагов, так и для личинок и молоди прочих рыб, составляют веслоногие ракообразные. Существует много работ, показывающих важность веслоногих ракообразных в питании личинок минтая, а также личинок многих других видов рыб [1, 2].

Веслоногие ракообразные имеют большую калорийность, чем другие планктонные организмы. Концентрация ненасыщенных аминокислот также обычно выше у веслоногих ракообразных. Помимо превосходной питательной ценности, веслоногие рачки имеют широкий диапазон размеров тела. Ранние науплии и копеподиты могут быть чрезвычайно полезными при переходе личинок рыб на экзогенное питание [3]. При искусственном выращивании морских рыб они

считаются наилучшим кормом. Поэтому важно знать закономерности распределения данной группы по акватории.

Согласно общепринятым методикам ихтиопланктонных исследований [4], из ихтиопланктонных проб выбирают только икринок и личинок рыб, которые составляют обычно лишь незначительную часть улова ихтиопланктонной сети. Зоопланктон, который составляет основное содержание улова, как правило, выбрасывают. Считается, что зоопланктон, улавливаемый ихтиопланктонной сетью, не представляет интереса для гидробиологических исследований, так как мелкие организмы проходят через ячею.

Ранее нами было показано, что улов ихтиопланктонной сети ИКС-80, кроме ранних стадий развития рыб, содержит как крупные, так и мелкие организмы зоопланктона [5]. По таксономическому и количественному составу эти пробы сравнимы с материалом, собранным океанической моделью сети Джеди [6]. Размер ячеи ихтиопланктонной сети позволяет облавливать основную массу организмов зоопланктона длиной тела от 1 мм, а при массовом скоплении планктона и более мелкие организмы.

Цель данной работы – изучить видовой и количественный состав копепод, попадавших регулярно в сеть ИКС-80 во время стандартных ихтиопланктонных съемок, и показать возможность использования результатов обработки зоопланктона для изучения кормовой базы личинок морских рыб. При этом появляется возможность оценки состояния кормовой базы для личинок рыб в период начала экзогенного питания.

Материалом послужили сборы планктона, выполненные по научной программе КамчатНИРО в восточной части Охотского моря весной 2001–2002, летом 2001, 2002, 2013, 2015, 2016 и осенью 1999 гг. (рис. 1). Над глубинами 12–3 000 м использовали ихтиопланктонную коническую сеть с диаметром входного отверстия 80 см и шагом ячеи 0,56 мм. Выполняли вертикальный тотальный лов от дна до поверхности. Всего было обработано 990 проб. Пробы фиксировали в 4%-ном формалине и доставляли на берег. Пробы обрабатывали по стандартной методике. Для определения видовой принадлежности веслоногих ракообразных использовали определители для северной части Тихого океана [7, 8]. Копеподы в уловах были разделены по размерным группам. К мелкой фракции относили организмы длиной карапакса до 1,2 мм, к средней – от 1,2 до 3,3 мм, к крупной – организмы свыше 3,3 мм. Для определения биомассы использовали номограммы Численко [9].

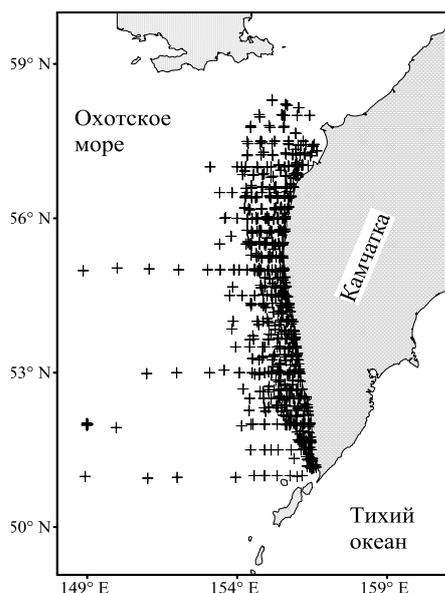


Рис. 1. Схема расположения ихтиопланктонных станций в восточной части Охотского моря и у юго-восточного побережья Камчатки

Веслоногие ракообразные составляли основную фракцию кормового зоопланктона. В обработанных пробах отмечено 26 видов копепод, принадлежащих к двум отрядам и 17 семействам: Cyclopoida (1 семейство, 1 вид) и Calanoida (16 семейств, 24 вида).

Отряд Cyclopoida: *Oithona similis* Claus, 1866 (сем. Oithonidae). Отряд Calanoida: *Calanus glacialis* Jaschnov 1955, *Neocalanus cristatus* Krøyer 1848, *Neocalanus plumchrus* Marukava 1921 (сем. Calanidae), *Aetideus pacificus* Brodsky 1950, *Bradyidius pacificus* Brodsky 1950, *Gaetanus simplex* Brodsky 1950 (сем. Aetideidae), *Gaetanus minutus* (Sars, 1907); *G. pungens* (Giesbrecht 1895) *Heterorhabdus tanneri* (Giesbrecht 1895) (сем. Heterorhabdidae), *Scolecithricella ovata* (Farran 1905) (сем. Scolecithricidae), *Metridia okhotensis* Brodsky, 1950, *Pleuromamma scutullata* Brodsky 1950, (сем. Metridinidae), *Xanthocalanus kurilensis* Brodsky 1950 (сем. Phaenidae), *Pareuchaeta elongata* Esterly 1913 (сем. Euchaetidae), *Candacia columbiae* Campbell 1929 (сем. Candaciidae), *Eucalanus bungii* Giesbrecht 1893 (сем. Eucalanidae), *Acartia (Acartiura) clausi* Giesbrecht, 1889, *A. (Acartiura) longiremis* (Lilljeborg, 1853) (сем. Acartiidae), *Centropages abdominalis* Sato, 1913, (сем. Centropagidae), *Tortanus (Boreotortanus) discaudatus* (Thompson I.C. & Scott A.) (сем. Tortanidae),

Eurytemora pacifica Sato, 1913 (сем. Temoridae), *Epilabidocera longipedata* (Sato, 1913) (сем. Pontellidae), *Pseudocalanus minutus* (Krøyer, 1845) (сем. Clausocalanidae), *Paraeuchaeta elongata* (Esterly, 1913) (сем. Euchaetidae).

Наибольшая плотность рачков обнаружена над внешней границей шельфа (глубины 100–200 м). Преобладающими видами копепоид по биомассе были: *C. glacialis*, *E. bungii*, *M. okhotensis*, *N. plumchrus*, *N. cristatus*, *P. minutus*. Наибольшую биомассу и численность имели представители семейства Calanidae. Средняя численность рачков в южной части составила 83,53 экз/м³, средняя биомасса – 151,54 мг/м³; в северной части эти показатели составляли соответственно 37,64 экз/м³ и 90,51 мг/м³. Максимальная биомасса копепоид (более 2 300 мг/м³) отмечена в сентябре 1999 г. над глубиной 990 м. Примеры распределения копепоид всех видов летом и осенью показаны на рис. 2.

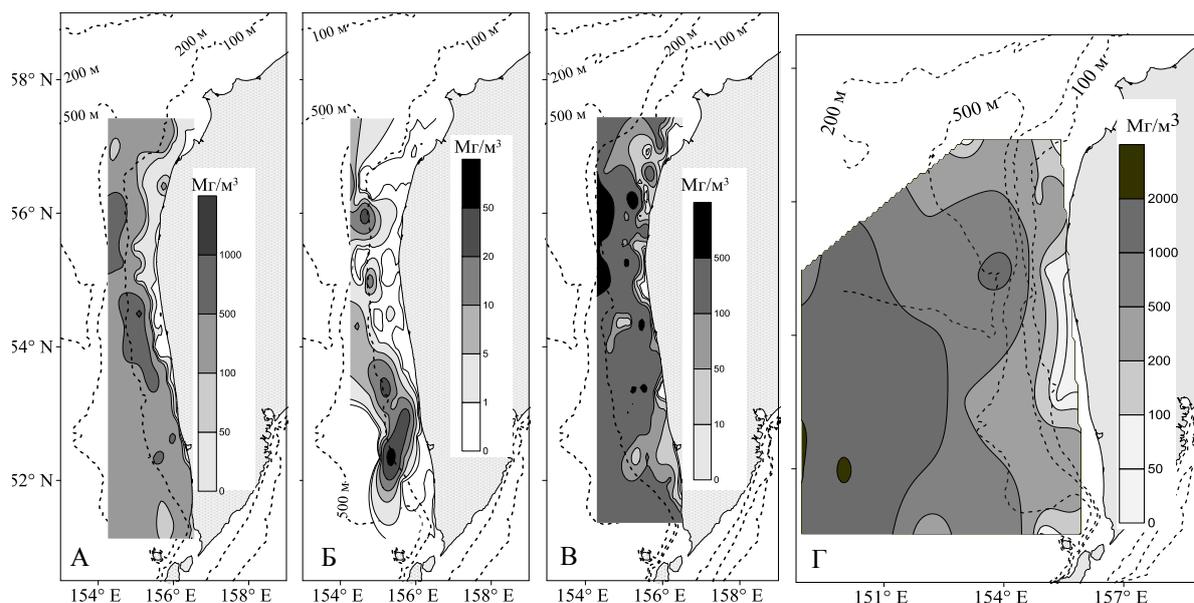


Рис. 2. Распределение биомассы копепоид всех видов (мг/м³) в июле – августе 2001 г. (А, Б), 2002 г. (В) и в сентябре 1999 г. (Г). Б – копепоидитные стадии

В мелкой фракции зоопланктона (размер планктеров менее 1,2 мм) повсеместно основу биомассы в Охотском море составляют младшие копепоидитные стадии *P. minutus* и *O. similis*. Максимальные скопления *P. minutus* приурочены к прибрежным районам, в то время как *O. similis* – скорее к центральным, более глубоководным районам. В местах более мелководных станций в весенний и летний периоды отмечается большое количество неритических форм. В состав этого комплекса входят *A. longiremis*, *A. clausi*, *C. abdominalis*, *E. pacifica*, *E. longipedata*, *T. discaudatus*.

В пробах, взятых над шельфом западной Камчатки, было отмечено три вида, относящихся к средней фракции (*A. longiremis*, *P. minutus*, *S. ovata*) и шесть видов из крупной фракции (*B. pacificus*, *C. columbiae*, *E. bungii*, *G. simplex*, *M. okhotensis*, *P. elongata*). Данные по плотности и биомассе копепоид из разных районов восточной части Охотского моря представлены в таблице.

Neocalanus cristatus является одним из наиболее массовых видов веслоногих рачков, типичных для открытых (океанических) вод, а также важным кормовым организмом. Из массовых видов копепоид *N. cristatus* является самым крупным, поэтому данный вид часто присутствует в числе первых десяти видов по биомассе. Их молодь поднимается в эпипелагиаль только весной (в апреле – мае). По этой причине в наших пробах данный вид представлен практически только V–VI копепоидитными стадиями, т. е. старшим возрастом. Весной 2001 г. в восточной части Охотского моря *N. cristatus* встречался в 90% всех проб, взятых над шельфом, и в 100% проб в океанической зоне. Плотность его в среднем составляла 3,44 экз/м³ в надшельфовой зоне и 4,5 экз/м³ в глубоководной части района. Максимальная биомасса в скоплении *N. cristatus*, отмеченная за пределами шельфа, составила около 1 300 мг/м³. Средняя биомасса составляла 90,3 мг/м³, в южной части – 116,8 мг/м³. Минимальная глубина моря при поимке этого вида –

30 м. Наибольшие плотности отмечались над глубинами 125–220 м. Максимальная плотность в 2001 г. составила 1,27 экз/м³. Количество *N. cristatus* в одной пробе над шельфом западной Камчатки в 2001 г. обычно не превышало 185 экз. В 2002 г. в этой зоне количество особей, пойманных на одной станции, было чуть больше – до 287 экз. В светлое время суток было поймано наибольшее количество. Над глубинами от 200 до 500 м вид встречен в 91,6% проб, над глубинами более 500 м – в 100% проб. У юго-восточного побережья Камчатки этот вид присутствовал практически во всех пробах, в том числе над глубинами более 1 000 м (над глубинами 100–300 м встречен в 94,4% проб). Наибольшие скопления отмечены над глубиной 500 м. Максимальное количество рачков в одной пробе – 310 экз. Средняя численность рачков в надшельфовой зоне составила 0,3 экз/м³, средняя биомасса – 9,27 мг/м³; в океанической зоне эти показатели составляли 5,16 экз/м³ и 32,28 мг/м³ соответственно.

Численность (экз/м³) и биомасса (мг/м³) веслоногих рачков в надшельфовой зоне западной Камчатки в июле – августе

Параметры	Северная часть (севернее 54° с. ш.)		Южная часть (южнее 54° с. ш.)	
	Средняя фракция	Крупная фракция	Средняя фракция	Крупная фракция
Численность (экз/м ³)				
Среднее значение	4,44 ± 0,54	51,18 ± 4,46	26,20 ± 3,25	81,22 ± 3,73
Максимум	17,73	175,20	80,29	129,75
Коэффициент вариации	101,74	72,35	103,10	38,14
Биомасса (мг/м ³)				
Среднее значение	0,81 ± 0,10	120,48 ± 8,57	6,38 ± 0,83	204,84 ± 9,30
Максимум	2,67	288,60	21,23	345,90
Коэффициент вариации	101,92	59,14	108,25	37,72

Второй по численности и биомассе был вид *Metridia okchotensis* (14,40 экз/м³ и 21,23 мг/м³ в северной части, 13,72 экз/м³ и 24,26 мг/м³ в южной части). Размеры 2,8–4,6 мм. Встречался повсеместно над глубинами 15–740 м как в период весенних, так и летних съемок.

Gaetanus simplex – типичный представитель умеренных вод, широко распространен, хотя и не встречался над глубинами менее 100 м. Максимальная плотность составила 70,3 экз/м³. Самки отмечены практически во всех пробах, взятых за пределами шельфовой зоны. Самцы встречались гораздо реже (примерно в половине проб) в небольшом количестве (не более 20 экз. в одной пробе). Длина самок составила 2,5–4,0 мм, самцов – 3,0–3,6 мм.

Bradydium pacificus – эндемик Охотского моря. Плотность его достигала 2,6 экз/м³. Наибольшее количество было обнаружено в районе центральной части западно-камчатского шельфа в слое 150–0 м. Минимальная глубина, на которой был отмечен этот вид, – 30 м. Попадались только самки длиной 3,2–4,5 мм.

Aetideus pacificus является эндемиком умеренных дальневосточных морей. Встречен на 20 станциях над глубинами более 50 м. Плотность редко превышала 0,1 экз/м³. Максимальное количество было отмечено в слое 200–0 м в южной части западнокамчатских вод и составило 1,2 экз/м³, длина его не превышала 2,3 мм.

Pleuromamma scutullata – вид, широко распространенный в Северо-Тихоокеанской умеренной глубинной области. В наших пробах не встречалась над глубинами менее 80 м. Минимальная глубина, на которой были пойманы рачки данного вида, – 82 м. Наибольшие скопления *P. scutullata* наблюдались над глубинами 630–660 м (0,1 экз/м³), количество их обычно не превышало 10 экз. на всю пробу (0,02–0,26 экз/м³), только на двух станциях отмечены представители данного вида. Количество пойманных рачков не зависело от времени суток. Самцы встречались в большом количестве, они составляли 25–55% от общего количества. Длина тела 3,5–4,0 мм.

Heterorhabdus tanneri – крупный немногочисленный вид, эндемик тихоокеанских вод. Самцов, как правило, в 2–3 раза меньше, чем самок, пойман всего несколько раз в южной части западно-камчатского шельфа. Вероятно, данные особи были вынесены туда из Тихого океана через Северный Курильский пролив. Длина тела 3,7–4,5 мм.

Scolecithricella ovata – широко распространенный вид, рачки были пойманы на трех станциях с глубинами 470–850 м. Минимальная глубина – 65 м. Все они оказались самками. Длина тела 1,9–2,4 мм.

Xanthocalanus kurilensis – эндемик Охотского моря, поэтому у восточных берегов Камчатки отсутствует. В разное время суток в апреле 2001 г. на четырех станциях были пойманы только самки над глубинами свыше 300 м. Максимальная плотность составила 0,07 экз/м³.

Pareuchaeta elongata – эндемик дальневосточных морей, этот вид можно встретить над разными глубинами, в том числе и в светлое время. Минимальная глубина, над которой был пойман данный вид, – 65 м. Максимальная плотность составила 1,85 экз/м³. По сравнению с другими батипелагическими видами в Охотском море встречается в несколько больших количествах – в среднем 0,6 экз/м³. Длина тела 3,5–8,0 мм.

Candacia columbiae – эндемик прикамчатских вод. Плотность не превышает 0,45 экз/м³ в Охотском море. Почти половина всех пойманных рачков *Candacia columbiae* – самцы. Минимальная глубина, над которой можно было поймать данный вид, составляла 95 м. Длина тела 3,9–6,0 мм.

Racovitzanus antarcticus Giesbrecht, 1902, относится к группе батипелагических копепод, представленных, как правило, небольшим количеством особей. Представители его часто встречаются в планктонных пробах, полученных с горизонта 400–0 м. Они отсутствуют в самых верхних горизонтах и почти не встречаются глубже 800 м. В Охотском море *R. antarcticus* обнаружен на станциях с глубинами 400–800 м. Максимальное количество (до 30 экз/м³) встречалось над глубинами более 500 м и только в пробах, взятых в темное время суток. Минимальные глубины, над которыми были пойманы рачки в темное время суток – 65–90 м, в светлое время – 250 м. Длина тела 3,0–5,0 мм.

В мелкой фракции зоопланктона (размер планктеров менее 1,2 мм) повсеместно основу биомассы в Охотском море составляют *P. minutus* и *O. similis*. Максимальные скопления *P. minutus* приурочены к прибрежным районам, в то время как *O. similis* – скорее к центральным, более глубоководным районам. В водах более мелководных районов в весенний и летний периоды отмечается большое количество неритических форм. В состав этого комплекса входят *A. longiremis* и *A. clausi*. Виды *C. columbiae*, *G. simplex*, *H. tanneri*, *S. ovata* встречались редко и в небольшом количестве над глубинами 115 и 150 м.

Таким образом, наиболее массовые виды принадлежат к девяти семействам отряда Calanoidae, Calanidae, Aetideidae, Heterorhabdidae, Scolecithricidae, Metridinidae, Phaenidae, Candaciidae, Eucalanidae. Наибольшую биомассу и численность имели представители семейства Calanidae. Наиболее массовым и широко распространенным видом был *N. cristatus*, максимальная плотность которого достигала 1 300 мг/м³, средняя плотность 151,54 мг/м³. Второй по численности и биомассе был вид *M. okhotensis* (максимальная плотность 24,26 мг/м³).

В мелкой фракции копепод основу биомассы составляли виды *P. minutus* и *O. similis*, в средней фракции виды *A. longiremis*, *A. clausi*, *C. abdominalis*, *G. simplex* и в крупной фракции виды *N. cristatus*, *M. okhotensis*, *B. pacificus*, *C. columbiae*, *P. elongata*, *E. bungii*. Размерный состав копепод северной и южной частей неодинаков. Крупные виды лучше представлены в северной части, средние – в южной части района исследований. Из мелких видов скопления *P. minutus* приурочены к прибрежным районам, в то время как скопления *O. similis* – скорее к центральным, более глубоководным районам.

Литература

1. Горбатенко К.М., Мерзляков А.Ю., Шершенков С.Ю. Особенности питания разноразмерных личинок мияга *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) на западнокамчатском шельфе // Биология моря. – Т. 30, № 2. – 2004. С. 131–137.
2. Максименков В.В. Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эстуариях рек и побережье Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2007. – 278 с.
3. Pousão-Ferreira P., Mendes A.C., Castanho S., Cunha E. Live diets for larval fish, shrimp: Production, enrichment, feeding strategies // Global Aquaculture Advocate. – 2018. – P. 1–6.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов раннего онтогенеза рыб и инструкции к работе с базой данных «Ихтиопланктон» / Сост. Н.В. Мухина, Н.А. Ярагина, Н.А. Лепесевич, В.И. Разина. – Мурманск: ПИНРО, 2016. – 96 с.

5. *Grigorev S.S., Sedova N.A.* An experience of ichthyoplankton samples for estimation of forage zooplankton production in the Eastern Sea of Okhotsk, Northwestern Pacific // The role of Zooplankton in global ecosystem dynamics: comparative studies from the world oceans. Third International Zooplankton Production Symposium, May 20–23, 2003. Gijon, Spain. – P. 67.

6. *Седова Н.А., Григорьев С.С.* Сравнение результатов ловов зоопланктона большой сетью Джеди и ихтиопланктонной сетью ИКС-80 // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Вып. IV. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2006. – С. 85–94.

7. Веслоногие ракообразные морей СССР и сопредельных вод (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоол. ин-том АН СССР. № 135) / *К.А. Бродский, Н.В. Вышкварцева, М.С. Кос, Е.Л. Мархасева.* – Л.: Наука, 1983. – Т. 1. – 358 с.

8. *Бродский К.А.* Фауна веслоногих рачков и зоогеографическое районирование северной части Тихого океана и сопредельных вод. – М. ; Л.: Изд. АН СССР, 1957. – 220 с.

9. *Численко Л.Л.* Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). – Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1968. – 107 с.

УДК 593.9(265.54)

П.А. Дуленина, А.Ю. Поваров

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО),
Хабаровск, 680038
e-mail: dulenina.polina@mail.ru*

**КУКУМАРИЯ ЯПОНСКАЯ (*CUCUMARIA JAPONICA*, SEMPER, 1868) –
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОМЫСЛОВЫЙ ВИД В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Кукумария японская в северо-западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) распространена от м. Туманного до бух. Табо, которая является северной границей ареала вида в Японском море. Промысловые скопления образует в основном в северной части пролива, где стабильным является скопление в районе м. Бычий – м. Аукан. Мгновенный промысловый запас, оцененный на основании траловых съемок, составляет в разные годы от 8 363 до 10 300 т, при этом на мелководных участках (до 30 м), оцененный дражным методом, может достигать 38 тыс. т. К вылову в настоящее время рекомендуется 1 000 т.

Ключевые слова: кукумария японская, распределение, промысел, северо-западная часть Татарского пролива.

P.A. Dulenina, A.U. Povarov

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KhabarovskNIRO),
Khabarovsk, 680038
e-mail: dulenina.polina@mail.ru*

***CUCUMARIA JAPONICA*, SEMPER, 1868 – A PERSPECTIVE COMMERCIAL SPECIES
IN THE NORTH-WESTERN TATAR STRAIT (SEA OF JAPAN)**

Cucumaria japonica in the northwestern Tatar Strait (within Khabarovsk Krai) is distributed from Cape Tumanny to Bay Tabo, which is the northern border of the species range in the Sea of Japan. It forms commercial accumulations mainly in the northern part of the strait, where the accumulation is stable in the area of Cape Bychiy – Cape Aukan. The instantaneous commercial stock estimated on the basis of trawl surveys ranges from 8 363 to 10 300 tons in different years, while in shallow areas (up to 30 m), estimated by the dredging method, it can reach 38 thousand tons. Currently, 1 000 tons are recommended for catch.

Key words: *Cucumaria japonica*, distribution, fishery, northwestern part of the Tatar Strait.

Кукумария японская *Cucumaria japonica* (Semper, 1868) – ценный промысловый вид иглокожих, относящийся к классу голотурий (*Holothuroidea*), который распространен от северо-восточной части Желтого моря до северной части Японского моря [1]. Кукумарии имеют высокую пищевую ценность, перспективны для получения лекарственных препаратов и биологически активных добавок [2]. Добычу кукумарии ведут в Приморье, на Сахалине и на Курилах, однако специализированный промысел кукумарии японской в Хабаровском крае (т. е. у северо-западных берегов Татарского пролива) отсутствует. Здесь ее осваивают в небольшом количестве только в качестве прилова при траловом промысле донных видов рыб и беспозвоночных. Тем не менее использование этого вида в Татарском проливе на фоне депрессии запасов ряда традиционных промысловых объектов [3, 4] имеет хорошие перспективы. Однако до настоящего времени ее промысловые ресурсы в указанном районе практически не изучались [5]. В связи с этим цель данного исследования заключалась в том, чтобы изучить особенности распределения вида и оценить перспективы его промысла в северо-западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края).

Основной объем материала получен во время гидробиологических дражных съемок, выполненных сотрудниками Хабаровского филиала ТИНРО (ныне ХабаровскНИРО) в северо-западной части Татарского пролива в районе от м. Золотой (47°20' N) на юге до м. Южный (51°40' N) на севере в сентябре – ноябре 2003 и в июле – августе 2018 гг. Дражные работы в 2003 г. проводили с применением специализированной зубчатой гребешковой драги (4×0,5 м, ячея 100 мм). Скорость траления составляла 4–5 узлов, время траления 5–10 минут. В 2018 г. использовали специализированную драгу для голотурий (2,0×0,6 м, ячея 60 мм). Скорость траления составляла 1,5–2,0 узла, время траления 10–20 минут. Расстояние между разрезами составляло 10 миль. Обнаруженные скопления гидробионтов оконтуривались путем выполнения более частой сетки станций. Всего выполнено 573 дражных станций. Обследованы глубины от 11 до 82 м.

Дополнительно использованы данные трех траловых съемок 2009–2016 гг. (ДТ 27,1/24,4), во время которых выполнено более 900 станций от 9 до 754 м (табл. 1). Использовали донный трал с горизонтальным раскрытием 16 м, время тралений варьировало от 3 до 30 мин.

Во время исследований было проанализировано более 900 экз. Массу тела определяли с точностью взвешивания до 5 г.

Таблица 1

Материалы, использованные для анализа состояния ресурсов кукумарии японской в северо-западной части Татарского пролива с 2003 по 2018 гг.

Дата	Экспедиции	Район работ, с. ш.	Метод съемки	№ станций	Глубина, м	Биоанализ, экз.
6.09–28.11.2003	МРТР «Алаушас»	45°11'–51°38'	Дражная	396	11–60	100
20.04–10.06.2009	НИС «Бухоро»	47°27'–51°30'	Траловая	130	17–403	145
15.09–20.10.2014	НИС «Бухоро»	47°21'–51°40'	Траловая	139	15–754	153
22.09–27.10.2016	НИС «Бухоро»	47°20'–51°40'	Траловая	140	15–724	198
07–08.2018	КЛС «Байкал»	49°12'–51°34'	Дражная	177	14–82	358
ВСЕГО		45°11'–51°40'		982	11–754	954

В северо-западной части Татарского пролива кукумария японская обитает вдоль всего побережья от м. Золотой до бух. Табо (51°37' N) в основном на каменистых, галечных, ракушечных и заиленных грунтах. Ареал вида в настоящее время плохо изучен [1], однако исследования сотрудников ХабаровскНИРО показали, что северной границей ее распространения в Японском море является бух. Табо.

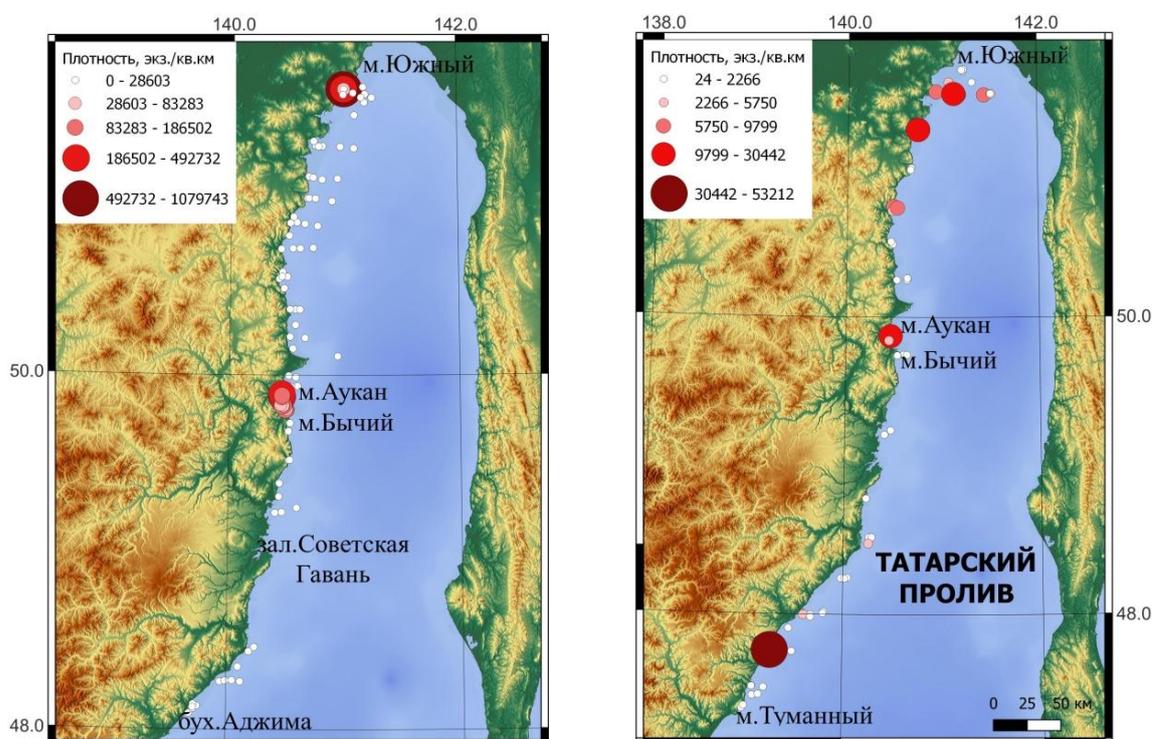
На распределение кукумарии, как и на других гидробионтов, влияет комплекс абиотических и биотических факторов среды. Так, голотурии, как и другие иглокожие, не переносят опреснения и предпочитают обитать при нормальной океанической солености – 33–35‰ [6]. Нами установлено, что кукумария не селится на мелководье севернее зал. Чихачева в условиях пониженной солености. Ее поселения располагаются на глубинах более 20 м, где снижение солености менее выражено [7]. Далее, в исследуемом районе *S. japonica* обитает у открытых побережий на глубинах от 9 до 87 м, концентрируясь на глубинах от 13 до 35 м, т. е. на участках с хорошей гидродинамикой, где происходит активное перемешивание водных слоев. Также отмечено, что плотные скопления вида часто приурочены к поселениям двустворчатых моллюсков [8], фильтрационная активность которых способствует обогащению прилегающих вод растворенными и взвешенными органическими соединениями, биогенами, стимулирующими их рост. Так, часто в уловах в районе исследования совместно с голотурией отмечены в больших количествах эпибентосный моллюск мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*) и зарывающиеся двустворчатые моллюски – каллиста короткосифонная (*Callista brevisiphonata*), серрипес Лаперуза (*Serripes laperousii*), серрипес гренландский (*Serripes groenlandicus*) и сердцевидка калифорнийская (*Keenocardium californiense*), имеющие промысловую ценность и популярных в странах Юго-Восточной Азии. Отмечено, что вблизи поселений моллюсков голотурии питаются их экскрементами [9].

Вид образует промысловые скопления преимущественно севернее зал. Советская Гавань. Южнее зал. Советская Гавань кукумария встречается разреженными поселениями. Исключением является небольшое поселение голотурии в районе бух. Гроссевича (47°45' N), обнаруженное нами единожды на глубине 24–28 м в южной части района в 2016 г. (рисунок).

Общая масса тела голотурий сильно варьирует в зависимости от наполнения полости тела водой и пищевым содержимым кишечника [10]. Так, в 2003 г. средняя масса тела кукумарии

японской составляла ($275,2 \pm 20$) г, в 2009 г. – ($361,4 \pm 12$) г, в 2014 г. – ($208,7 \pm 6$) г, в 2016 г. – ($224,8 \pm 6$) г, в 2018 г. – ($372,6 \pm 7,0$) г. При этом встречаемость особей промысловых размеров (масса тела – 150 г) во все годы составила от 82 до 99%.

Расположение поселений, как правило, нестабильны во времени и пространстве. Однако в результате исследований было обнаружено постоянное промысловое скопление, расположенное между мысами Бычим и Аукан, что, очевидно, связано с круговоротами течения Шренка, переносящего на участок большое количество личинок (рисунок). На этом участке кукумария отмечена на изобатах от 14 до 34 м с концентрацией на глубинах 19–29 м, где ее относительная биомасса достигала 355 г/м^2 (в среднем 53 г/м^2). Для определения возможного среднесуточного вылова на обнаруженном промысловом скоплении в 2018 г. был впервые осуществлен экспериментальный лов кукумарии в промысловом режиме. Улов на усилие (CPUE) в среднем составил 75 кг/траление (максимальный – 279 кг/траление). Необходимо отметить, что здесь уловы кукумарии уменьшались к периферии скопления. На глубинах свыше 29 м они резко падали до 8–10 кг/траление, а на глубине 34 м составляли всего 0,32 кг/траление. С уменьшением глубины (14–17 м) уловы также снижались до 3,5–9 кг/траление.



Карта распределения *C. japonica* по результатам дражных (2003, 2018 гг., слева) и траловых (2009, 2014, 2016 гг., справа) съемок в северо-западной части Татарского пролива

Учитывая, что время драгирования составляло 20 мин, выборка драги в среднем 10 мин и время на маневр судна для подготовки к следующему драгированию в среднем 5 мин, на весь цикл драгирования уходило 35–40 мин. При 12-часовом рабочем дне среднесуточный вылов на промысловых скоплениях может составлять 1,5 т/сут. В связи с тем, что уловы варьируют в зависимости от особенностей распределения вида, сезонных изменений плотности скоплений, опыта капитана и тралмастера, а также метеоусловий, реальные объемы возможного среднесуточного вылова могут существенно меняться.

По данным дражных съемок, средние плотности кукумарии сильно варьировали в зависимости от батиметрического диапазона, изменяясь от ($4\,441 \pm 1\,613$) экз/км² ((1592 ± 582) кг/км²) на 30–50 м до ($62\,310 \pm 6\,867$) экз/км² ($(22\,767 \pm 2\,548)$ кг/км²) на глубине менее 30 м. При сравнении этих данных с результатами траловых съемок видно, что средняя плотность в диапазоне 10–30 м и 30–50 м в несколько раз меньше: от ($1\,442 \pm 539$) до ($11\,194 \pm 5\,330$) экз/м² (от (301 ± 113) до $(2\,519 \pm 1\,199)$ кг/км²) и от ($2\,129 \pm 1\,137$) до ($7\,017 \pm 3\,728$) экз/м² (от (888 ± 661) до $(1\,130 \pm 774)$ кг/км²) соответственно (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Средняя плотность (экз/км²) поселений *S. japonica* по данным дражных и траловых съемок в северо-западной части Татарского пролива (в скобках – пределы значений)

Диапазон глубин, м	Драга		Трал		
	2003	2018	2009	2014	2016
10–30	(126–324 768) 32 907 ± 6 090	(453–492 732) 6 2310 ± 6 867	(47–30 442) 3 831 ± 2 162	(60–4 897) 1 442 ± 539	(250–53 212) 11 194 ± 5 330
30–50	8 534*	(540–18 825) 4 441 ± 1 613	(24–8 606) 2 129 ± 1 137	(69–22 900) 4 248 ± 3 163	(201–27 753) 7 017 ± 3 728
50–70			(72–1 275) 537 ± 373	(316–362) 339 ± 23	(125–1 042) 503 ± 206
70–90			269*	97*	125*

* Единичная станция с уловом.

Таблица 3

Средняя относительная биомасса (кг/км²) поселений *S. japonica* по данным дражных и траловых съемок в северо-западной части Татарского пролива

Диапазон глубин, м	Драга		Трал		
	2003	2018	2009	2014	2016
10–30	(35–89 311) 9 050 ± 1 675	(163–177 383) 2 2767 ± 2 548	(17–10 959) 1 379 ± 778	(13–1 024) 301 ± 113	(56–11 973) 2519 ± 1 199
30–50	2 347*	(108–6 777) 1 592 ± 582	(9–3 528) 913 ± 389	(14–4 786) 888 ± 661	(45–5 627) 1 130 ± 774
50–70			(26–459) 193 ± 134	(66–76) 71 ± 5	(54–234) 141 ± 52
70–90			97*	20*	28*

* Единичная станция с уловом.

Исходя из этого, специализированная драга для промысла голотурий является оптимальным орудием лова и учета кукумарии. Донный трал в силу своей конструкции мало подходит для промысла, а во время научно-исследовательских работ дает существенный недоучет численности кукумарии. Колебания относительной плотности и биомассы кукумарии в районе исследования в разные годы (см. табл. 2 и 3) обусловлены не только объективными характеристиками ее распределения, но и особенностями учета различными орудиями.

В связи с тем, что кукумария японская в северо-западной части Татарского пролива образует скопления на небольших глубинах, промысел ее целесообразно осуществлять на малотоннажных судах. Рационально организовать многовидовой промысел, включающий помимо кукумарии добычу зарывающихся двустворчатых моллюсков, образующих высокие плотности в местах обитания кукумарии японской. На судне целесообразно иметь две драги: для промысла голотурий и для добычи зарывающихся двустворчатых моллюсков. Для обеспечения стабильных уловов драгирование следует осуществлять при скорости судна не более 1,5 узлов.

Мгновенная промысловая биомасса кукумарии, оцененная на основании исследований с помощью трала, в исследуемом районе составляет от 8 363 до 10 300 т. На мелководных участках (до 30 м) оцененная дражным методом она может достигать 38 тыс. т. В настоящее время в северо-западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) к вылову рекомендуется 1 000 т. При условии организации специализированного промысла ее вылов может увеличиться в несколько раз.

Литература

1. Степанов В.Г., Панина Е.Г. Видовой состав голотурий дальневосточных морей России, VII: семейство Cusumariidae (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida) // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский. – 2016. – № 35. – С. 74–90.
2. Толкачева В.Ф. Обоснование и разработка технологии комплексной переработки *Cusumaria frondosa* Баренцева моря: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Мурманск, 1998. – 24 с.

3. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае / Д.В. Коцюк, В.И. Островский, Е.В. Подорожнюк, Т.Н. Миронова, А.С. Пономарев, А.А. Дуленин, Т.В. Козлова // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке / Под ред. В.П. Шунтова. – Владивосток: Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО), 2020. – № 15. – С. 67–77.

4. Дуленин П.А., Дуленин А.А. Динамика ресурсов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) северо-западной части Татарского пролива с начала его промысла по настоящее время // Изв. ТИНРО. – 2021. – Т. 201, № 3. – С. 533–546.

5. Дуленин А.А., Сидяков Ю.В. Промысловые ресурсы кукумарии японской *Cucumaria japonica* северо-западной части Татарского пролива // VII Регион. конф. по пробл. экологии, морской биологии и биотехнологии. – Владивосток: ДВГУ, 2004. – С. 43–44.

6. Явнов С.В. Атлас иглокожих и асцидий дальневосточных морей России / Ред.: В.А. Раков, С.Е. Поздняков // Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр (ТИНРО-центр). – Владивосток: Русский Остров, 2010. – 184 с.

7. Пицальник В.М., Бобков А.О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Ч. 1. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ. – 2000. – С. 83–88.

8. Любин П.А. Кукумария (*Cucumaria frondosa*) // Методическое пособие по определению общего допустимого улова и возможного отечественного вылова промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО / ПИНРО. – Мурманск, 2007. – Гл. 2.3.9. – С. 212–213.

9. Гудимова Е.Н., Денисенко С.Г. Биология, экология и ресурсы промысловой голотурии кукумарии. – Мурманск: ММБИ, 1995. – С. 43.

10. Мусеев С.И., Огурцов А.Ю. Распределение кукумарии японской *Cucumaria japonica* в прибрежных водах Южно-Курильского пролива в 2003 г. // Прибрежные гидробиологические исследования: Тр. Всес. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – М.: ВНИРО, 2005. – Т. 144. – С. 176–193.

УДК 594.1:639.27

А.Ч. Ким

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (СахНИРО),
Южно-Сахалинск, 693023
e-mail: stasy.kim89@yandex.ru*

**ПРОМЫСЕЛ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ
КОРБИКУЛЫ ЯПОНСКОЙ *CORBICULA JAPONICA* PRIME, 1864
В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА АЙНСКОГО (ОСТРОВ САХАЛИН)**

Анализ данных, полученных в течение 27 лет «СахНИРО» и ООО «АЙНСКОЕ», показал, что за последние 10 лет (2011–2020 гг.) эксплуатации корбикулы японской в южной части оз. Айнского, включая р. Айнская, скопления вида подверглись интенсивному промысловому прессу. Об этом свидетельствует рост вылова на добычу моллюска, что привело к уменьшению показателей улова на усилие. Применение драги привело к незначительному снижению среднего размера (длины) раковины – с $(29 \pm 0,18)$ мм (2014 г.) до $(27,7 \pm 0,21)$ мм (2020 г.). Основу поселений в 2014 г. составляли особи в возрасте 7+...11+ лет (71,9%), в 2020 г. – в возрасте 6+...9+ лет (64,4%).

Ключевые слова: корбикула японская, оз. Айнское, о. Сахалин, промысел, улов на усилие, размер.

A.Ch. Kim

*Sakhalin branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO),
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023
e-mail: stasy.kim89@yandex.ru*

**FISHERY AND BIOLOGICAL STATE OF THE *CORBICULA JAPONICA* PRIME, 1864
POPULATION IN THE SOUTHERN PART OF THE AYNSKOYE LAKE
(SAKHALIN ISLAND)**

An analysis of the data obtained for 27 years by “SakhNIRO” and “AYNSKOE” LLC showed that over the past 10 years (2011–2020) of *Corbicula japonica* operation in the southern part of the Aynskoye Lake, including the Aynskaya river, accumulations of the species were subjected to the magnitude of fishing pressure. This is evidenced by the catch growth for the production of molluscs, which is achieved by a decrease in catch rates per effort. The dredge was applied to the average value of the average size (length) of the shell – from $(29 \pm 0,18)$ mm (2014) to $(27,7 \pm 0,21)$ mm (2020). The basis of the settlements in 2014 is the population of individuals aged 7+...11+ years (71,9%), in 2020 – aged 6+...9+ years (64,4%).

Key words: *Corbicula japonica*, Aynskoe Lake, Sakhalin Island, fishery, catch per effort, size.

На западном побережье о. Сахалин, в оз. Айнское, давно известно существование крупного скопления корбикулы японской *Corbicula japonica* Prime, 1864 [1–4]. Начало добычи этого моллюска (еще до 1945 г.) в этом районе, принадлежавшем на тот момент Японии, положили местные жители [3]. Благодаря своей пищевой и лекарственной ценности, корбикула стала важным промысловым объектом [5]. Это послужило толчком для развития рыбопромышленной деятельности.

В истории отечественного промысла корбикулы в оз. Айнское можно условно выделить три временных этапа: первый – пора любительского лова местным населением (50-е – начало 60-х гг. XX в.) [6]; второй – период контрольного лова (1994–2010 гг.); третий – период промышленного освоения ресурса (с 2011 г. по настоящее время) [7].

Представленный материал позволяет проследить изменение промысловых и биологических показателей корбикулы, полученных в течение 27 лет силами СахНИРО и ООО «АЙНСКОЕ». В связи с этим целью работы стала оценка влияния промысла на обилие моллюска и биологическое состояние популяции корбикулы японской в южной части оз. Айнского.

Информация по вылову корбикулы до 1994 г. отсутствует. Первые упоминания об уловах и орудиях лова зафиксированы в работе Г.Ф. Щукиной [8]. Известно, что, в начале 90-х гг. прошлого века в связи с развитием торговли с Японией и Южной Кореей в Сахалинской области были предприняты попытки организационной работы по добыче корбикулы для последующего экспорта [6, 7, 9]. Весь установленный общий допустимый улов (ОДУ) осваивался в режиме контрольного лова «СахНИРО» [10].

С 1994 г. орудием лова служили ручная самодельная и механическая драги. У ручной самодельной драги, используемой на глубинах до 1 м, дно было затянато мелкой делью (размер ячеек – 2 мм). Ее ширина составляла – 0,5 м, высота – 35 см. На глубинах более 1 м использовали механическую драгу, имевшую следующие параметры: длина – 0,7 м, ширина – 1,25 м, высота – 0,5 м, коэффициент уловистости – 1, глубина вхождения в грунт – 10–15 см. Драгирование в обоих случаях проводили с борта специализированного судна южно-корейской постройки (длина корпуса – 6,8 м) со скоростью 2 км/ч [7, 8, 10, 11]. Однако использование ручной драги не имело успеха в связи с низкой производительностью и ограничением ее применения на глубинах до 1 м. Наиболее приемлемой оказалась механическая драга, в результате чего при проведении контрольного лова корбикулы объем добычи вырос [8, 10].

С 1998 г. наблюдалось снижение улова на усилии. Предположительно это связано с потеплением климата (жаркое лето). Как следствие, активизировался процесс интенсивного зарастания озера высшими водными растениями. В результате площадь дна, на которой производился вылов, сократилась. Плотность произрастания макрофитов в те годы была настолько высока, что на большей части акватории водоема в летнее и осеннее время затруднялись не только работы драгами, но и просто передвижения на моторных лодках [10]. С 2003 г. и в последующие годы в связи с неустойчивостью спроса освоение корбикулы значительно снизилось.

С 2011 г. и по настоящее время добычу корбикулы в южной части оз. Айнского (включая нижнее течение р. Айнской) по мере спроса ведет единственное предприятие – ООО «АЙНСКОЕ» (рис. 1). Именно здесь сосредоточена основная часть промыслового запаса этого вида. Постоянные приливно-отливные явления со стороны Татарского пролива создают благоприятные условия для жизнедеятельности корбикулы.

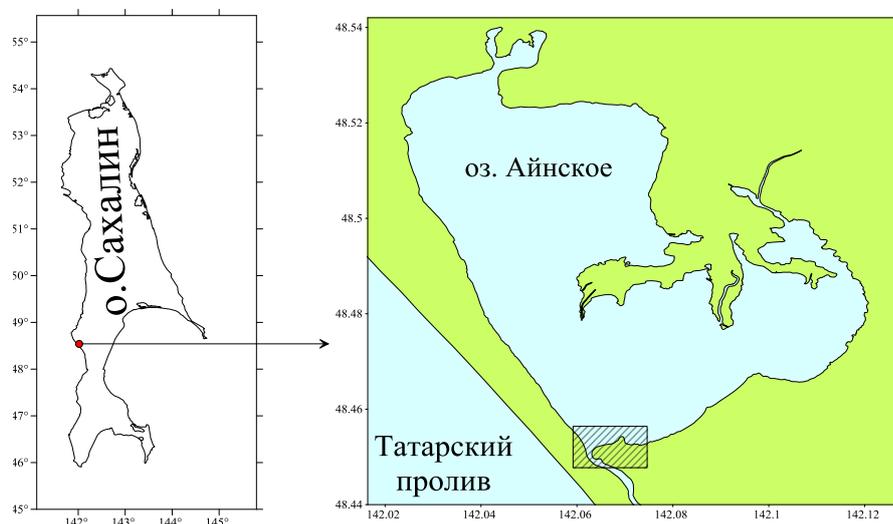


Рис. 1. Район промышленного лова корбикулы японской

Лов моллюска осуществляется на глубинах от 1 до 2,5 м с использованием маломерного плавсредства. Орудием лова служит драга (рис. 2).

Приведенная на рис. 3 официальная статистика вылова и освоения по данным Отраслевой системы мониторинга (ОСМ) Росрыболовства, СКТУ, показывает, судя по всему, реальные цифры лова *S. japonica* за период 2002–2020 гг. На рис. 3, а представлены данные об освоении моллюска в период его контрольного лова начиная с 2002 г. Только в этот год квота освоена полностью. В последующем (2003, 2005 и 2006 гг.), видимо, из-за неустойчивости спроса на корбикулу, освоение не превышало 40%, а в некоторые годы и вовсе добыча моллюска не велась.



Рис. 2. Сбор корбикулы японской на промысле (автор фото В.А. Сергеев)

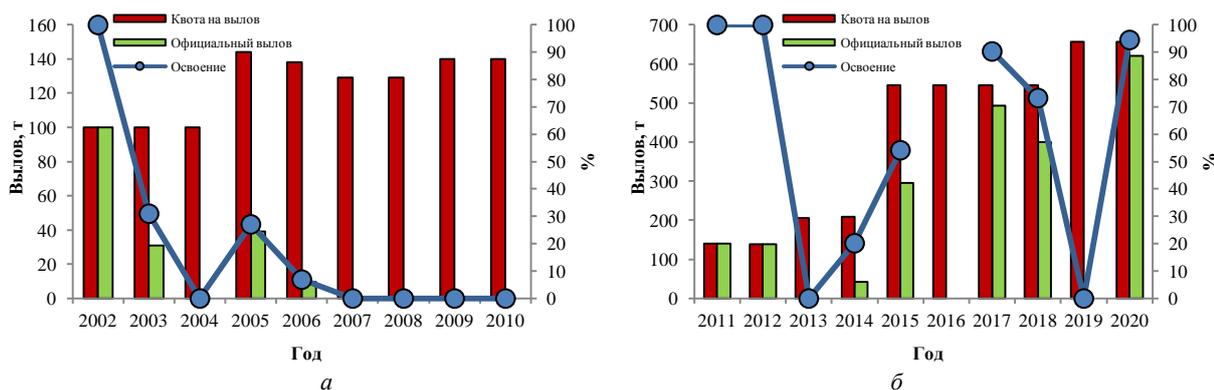


Рис. 3. Контрольный (2002–2010 гг.) (а) и промышленный (2011–2020 гг.) (б) выловы корбикулы японской в оз. Айнском

На протяжении последних 10 лет (в период промышленного освоения ресурса) эксплуатация запаса корбикулы усиливалась (рис. 3, б). До 2015 г. вылов моллюска не превышал 200 т в год. С 2015 г. освоение корбикулы заметно увеличилось, но только формально. Реальный вылов не превышал 100 т. Максимальный исторический вылов зафиксирован в 2020 г. и составил 620,1 т (94,5%). Отсутствие промысла в отдельные годы связано с отсутствием спроса на данный вид. В целом высокий интерес на корбикулу определил характер ее промысла в каждом конкретном году. Одновременно с активизацией промысла корбикулы произошло снижение величины ее улова на усилие, что, скорее всего, было отражением снижения численности моллюска.

Так, в 2014 г. средний показатель улова на усилие находился на уровне среднемноголетнего значения (26,7 кг на 10 м драгирования) (рис. 4). В периоды контрольного лова моллюска (2000, 2005 и 2006 гг.) улов на усилие достигал максимальных величин. К настоящему времени промысловые усилия с 35,5 кг/10 м драгирования (2005 г.) упали до 15,6 кг/10 м драгирования (2020 г.). Стоит отметить, что максимальный среднесуточный вылов зафиксирован в 2014 г. Интенсивный промысел привел к снижению улова за сутки в 2020 г. более чем в 1,5 раза, показатель оказался ниже среднемноголетнего.

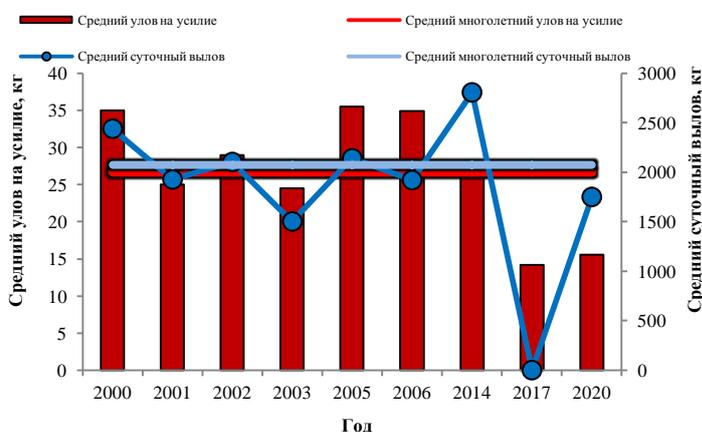


Рис. 4. Динамика средних уловов на усилие и средних суточных выловов корбикулы японской (по данным 2000–2020 гг.)

Кроме того, регулярное изъятие корбикулы в местах промышленного лова отразилось на биологических параметрах популяции. Об этом свидетельствуют взятые для сравнения два года (2014 г. и 2020 г.). Анализ собранных во время работы на промысле материалов указывает на снижение размера и возраста моллюска. Для определения возраста корбикулы использовали формулу из работы А.Ч. Ким и Р.Т Гон [12]. Изменение в показателях средней длины раковины незначительно в соответствующие годы – $(29 \pm 0,18)$ мм и $(27,7 \pm 0,21)$ мм (рис. 5). Если в 2014 г. основу улова составляли особи с размерами раковины от 26 до 35 мм (71,9%), то к 2020 г. произошло смещение вариационного ряда в сторону уменьшения размеров – от 24 до 33 мм (75,1%). Известно, что моллюски в оз. Айнском достигают промысловых размеров на 4-м году жизни [12]. В 2014 г. преобладали особи с чередованием мод через один возрастной класс: 5+, 7+, 9+, 11+ лет (в сумме 59%), в 2020 г. – от 5+ до 7+ и 9+ лет (в сумме 67,3%) (рис. 6). Видимо, давление промыслового пресса является главным систематически действующим фактором, который резко понижает численность популяции корбикулы.

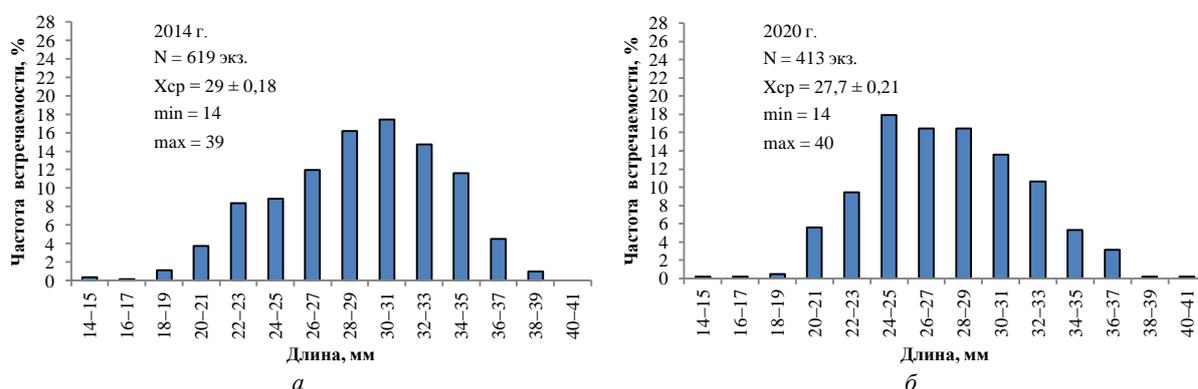


Рис. 5. Распределение корбикулы японской по длине раковины в ходе сборов на промысле в 2014 г. (А) и 2020 г. (Б)

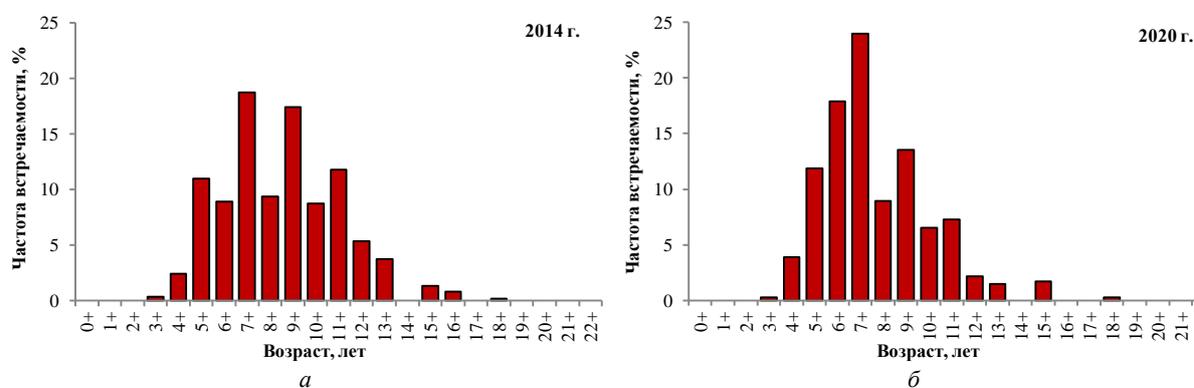


Рис. 6. Возрастной состав корбикулы японской в ходе сборов на промысле в 2014 г. (а) и 2020 г. (б)

Таким образом, добыча корбикулы японской в оз. Айнском с 1994 по 2010 гг. велась в режиме контрольного лова СахНИРО с привлечением специализированного судна южно-корейской постройки, с 2011 г. добыча осуществляется предприятием ООО «АЙНСКОЕ» с использованием маломерного плавсредства. Анализ данных, полученных в течение 27 лет СахНИРО и ООО «АЙНСКОЕ», показал, что за последние 10 лет (2011–2020 гг.) эксплуатации корбикулы в южной части оз. Айнского, включая р. Айнскую, скопления вида подверглись интенсивному промысловому прессу. Об этом свидетельствует рост вылова на добычу моллюска, что привело к уменьшению показателей улова на усилии.

Литература

1. Ключарева О.А. Материалы по ихтиофауне и рыбному хозяйству озера Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. – М.: Изд-во МГУ, 1964. – С. 223–266.

2. Ключарева О.А. и др. Донные беспозвоночные озер Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. – М.: МГУ, 1964. – С. 47–81.
3. Явнов С.В., Раков В.А. Корбикула. – Владивосток: ТИНРО-Центр; ДВГУ, 2002. – 145 с.
4. Видовая структура и численность круглоротых и рыб озера Айнское (остров Сахалин) / В.Д. Никитин, А.В. Метленков, А.П. Прохоров и др. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Труды СахНИРО. – 2013. – Т. 14. – С. 96–128.
5. Комендантов А.Ю., Орлова М.И. Экология эстуарных двустворчатых моллюсков и полихет Южного Приморья: Моногр. – СПб.: ЗИН РАН, 2003. – 162 с.
6. Дубровский С.В. Современное состояние ресурса корбикулы озера Айнское: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2014. – 26 с. – Науч. арх. № 11821 н/а.
7. Ширманкина Л.С. Современное состояние запасов корбикулы японской и рекомендации по их рациональному использованию: Материалы о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2004. – 28 с. – Науч. арх. № 9562 н/а.
8. Щукина Г.Ф. Японская корбикула: особенности биологии, запасы, промысловое значение, использование в пищевых целях // Рыбное хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 37–39.
9. Лангаева Н.В., Дубровский С.В., Чумаков Д.Е. Рейсовый отчет о результатах научных исследований по корбикуле японской (*Corbicula japonica*) в южной части озера Айнское (включая протоку Рудановского) с мая по август 2011 г.: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. – 18 с. – Науч. арх. № 11552 н/а.
10. Ширманкина Л. С. Отчет о проведении контрольного лова и научно-исследовательских работ по корбикуле японской озера Айнское (включая протоку Рудановского) с 03 июля по 09 сентября 2001 г.: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2001. – 10 с. – Науч. арх. № 8808 н/а).
11. Щукина Г.Ф., Полупанов П.В. К вопросу экологии корбикулы (*Corbicula japonica* Prime) озера Айнское (промежуточный): Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 1999. – 35 с. – Науч. арх. № 8068 н/а.
12. Ким А.Ч., Гон Р.Т. Рост и продолжительность жизни корбикулы японской *Corbicula japonica* (Prime, 1864) (Corbiculidae) в озере Айнском (юго-западный Сахалин) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сборник научных трудов КамчатНИРО. – 2019. – Вып. 53. – С. 82–89.

УДК 595.384.12(265.51)

И.А. Корнейчук¹, 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: pandalus@yandex.ru; adm26523@gmail.com

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КАРИДНЫХ КРЕВЕТОК
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ**

Проанализировано функциональное состояние представителей трех видов креветок инфраотряда Caridea западно-берингоморских вод. Описан размерный состав, а также рассмотрена связь между длиной тела и глубиной обитания каридных креветок.

Ключевые слова: креветки, функциональное состояние, размерный состав, Берингово море.

I.A. Korneychuk¹, D.A. Krotova^{1,2}

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

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

**FUNCTIONAL CONDITION AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS
OF SOME CARIDEAN SHRIMP SPECIES
OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE BERING SEA**

The functional condition of three species of the Bering Sea's Caridean shrimps are presented. The dimensional composition is described, and the relationship between the body length and the depth of the habitat of Caridean shrimp is considered.

Key words: shrimps, functional condition, dimensional composition, Bering Sea.

Дальневосточные моря России – места обитания не только рыб и рыбообразных организмов, но и большого числа беспозвоночных животных. Одними из наиболее востребованных с промышленной точки зрения гидробионтов являются ракообразные, в частности десятиногие (Decapoda). Крабы, крабоиды и креветки представляют собой ценнейшие объекты промысла и являются источниками важнейших пищевых компонентов, таких как незаменимые аминокислоты, хитозан, витамин D и липиды. Помимо пищевой отрасли, сырье из десятиногих ракообразных используется в производстве фармакологических препаратов, кормовой муки и прочего [1, 2].

Наиболее массовыми, а в связи с этим и в большей степени изученными среди креветок инфраотряда Caridea являются представители семейств Pandalidae и Crangonidae [3, 4]. Тем не менее, в Беринговом море достаточно широко представлены креветки из семейства Thoridae, также имеющие промысловый потенциал, но при этом исследованные довольно слабо [5]. И, несомненно, актуальны работы по изучению биологических характеристик ракообразных, так как результаты подобных исследований помогают специалистам разрабатывать рекомендации по вылову и эксплуатации водных биоресурсов.

Цель данной работы – исследование размерной структуры, а также функционального состояния некоторых видов каридных креветок западно-берингоморских вод.

Материалом для настоящей работы послужили результаты донных траловых съемок, проведенных на научно-исследовательских судах «ТИНРО» и «Бухоро» (ТИНРО-Центр) в северо-западных водах Берингова моря в период с 10 июля по 6 сентября 2010 г. Всего в северо-западной части берингоморских вод проведено 375 учетных тралений (рис. 1). Сбор и обработка первичной информации осуществлялись по стандартной методике, принятой в ТИНРО [6]. В ходе экспедиционных исследований всего было изучено более 10 тыс. экземпляров креветок инфраотряда Caridea, рассмотренных в рамках данной работы.

Материал был собран научной группой, в состав которой входили специалисты-гидробиологи, а именно: В.А. Надточий, П.А. Федотов, Р.Г. Безруков и И.А. Корнейчук. Им выражается искренняя благодарность.

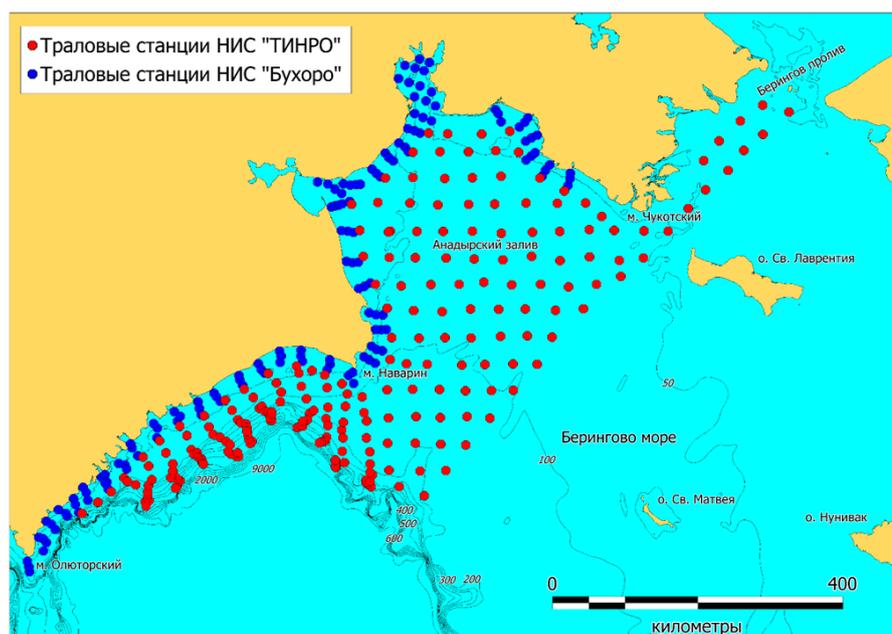


Рис. 1. Карта-схема траловых станций района исследования

Объектами исследования являются три наиболее представительных, по результатам съемок, вида каридных креветок из семейств Pandalidae, Crangonidae и Thoridae, встречающихся как в прибрежной зоне, так и на глубоководье северо-западной части Берингова моря. Из семейства Crangonidae таким видом является *Argis dentata* (шримс козырьковый зубчатый (Rathbun, 1899)), в семействе Thoridae был выбран *Lebbeus groenlandicus* (гренландская креветка (Fabricius, 1775)). Из семейства Pandalidae самой распространенной оказалась углохвостая креветка (*Pandalus goniurus* Stimpson, 1860).

Креветки, как и остальные членистоногие, характеризуются циклическими линочными процессами, которые обуславливают их рост и физиологические состояния панциря. Данное явление напрямую связано с возможностью осуществления нереста, который у десятиногих ракообразных представляет собой миграцию икры из тела животного наружу, а впоследствии ее прикрепление на плеоподы. Для характеристики состояния панциря у креветок используют трехбалльную шкалу: 1 – панцирь мягкий, «пергаментный», особь находится в процессе линьки; 2 – панцирь неокрепший, особь недавно перелиняла; 3 – панцирь твердый, не продавливается при легком нажатии [6]. В соответствии с этим пойманные особи были изучены на предмет функционального состояния.

Углохвостая креветка характеризуется абсолютным преобладанием особей, находящихся на третьей линочной стадии, и доля таких экземпляров составляет 92%. На второй стадии линьки находилось порядка 7% особей, на первом этапе линочного цикла – лишь 1% (рис. 2).

Для *Argis dentata* свойственна немного иная картина, описывающая функциональное состояние особей. Названному виду присуще преобладание креветок на третьей линочной стадии, однако они составляют 74% от общего числа. На второй стадии находилось 19% ракообразных, и на первой не более 7% всех шримсов (рис. 2).

Количество экземпляров, находившихся на первой линочной стадии, у гренландской креветки – 1%, столько же особей было обнаружено на второй стадии линного цикла. И подавляющее большинство занимают креветки, имеющие окрепший панцирь (98%) (рис. 2).

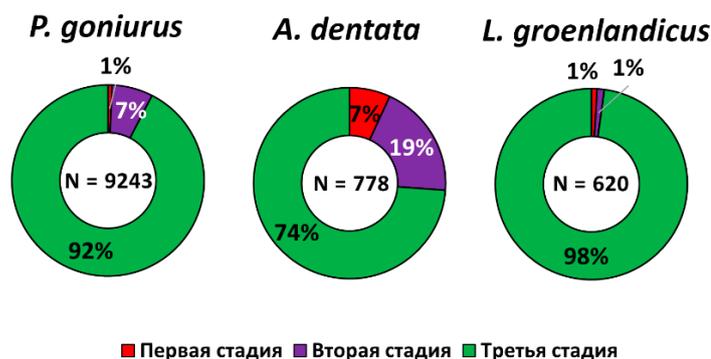


Рис. 2. Соотношение линочных стадий *P. goniurus*, *A. dentata* и *L. groenlandicus*

Длина тела *Pandalus goniurus*, по результатам съемки, изменялась в диапазоне 23–96 мм, в среднем – (60,3 ± 0,02) мм (таблица). Частотное распределение креветок по рассматриваемому показателю мономодальное. Модальная группа была представлена особями с размерами тела от 50 до 70 мм (рис. 3, А).

Модальный класс креветок вида *Argis dentata* характеризуется экземплярами с биологической длиной 70–90 мм (рис. 3, Б). Размеры тела у данного вида относились к интервалу 40–96 мм, а в среднем составляли (74,2 ± 0,08) мм (таблица).

Максимальная длина тела у *Lebbeus groenlandicus* была равна 93 мм, минимальная – 24 мм. В среднем же данный показатель был равен (56,9 ± 0,09) мм (таблица). Распределение размерных характеристик в северо-западной части Берингова моря у гренландской креветки мономодальное. Модальная группа относилась к диапазону 50–70 мм (рис. 3, В).

Размерные характеристики исследованных видов

Вид	Кол-во экз.	Среднее, мм	Мин, мм	Макс, мм	Стандарт. откл.	Кoeff. вариации	Ошибка среднего
<i>P. goniurus</i>	9 243	60,3	23	96	10,5	17,5	0,02
<i>A. dentata</i>	778	74,2	40	96	12,6	17,1	0,08
<i>L. groenlandicus</i>	620	56,9	24	93	11,9	20,8	0,09

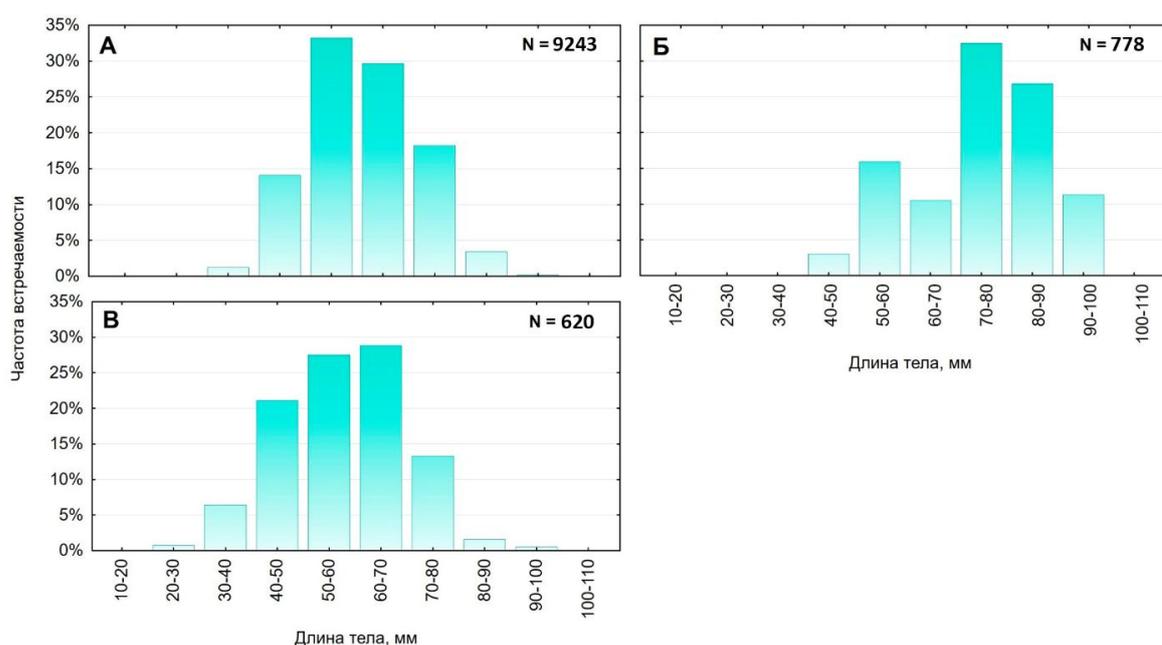


Рис. 3. Размерная структура *P. goniurus* (А), *A. dentata* (Б) и *L. groenlandicus* (В)

Общая зависимость средних размеров тела углохвостой креветки от глубины по всей северо-западной части Берингова моря представлена на рис. 4, А, откуда видно, что *Pandalus goniurus* встречается на изобатах от 10 до 300 м, а в целом длина тела креветок с глубиной увеличивается.

Шримс козырьковый зубчатый в районе исследования встречался на глубинах от 20 до 400 м. Общая картина изменения размеров тела от глубины показывает, что морфометрические показатели неявно, но становятся меньше с глубиной примерно до 100 м, глубже – показатели увеличиваются (рис. 4, Б).

Обнаружение гренландской креветки в берингоморских водах ограничивается батиметрическими значениями 10–200 м. Показатели средних размеров тела креветок данного вида незначительно повышаются с увеличением глубины (рис. 4, В).

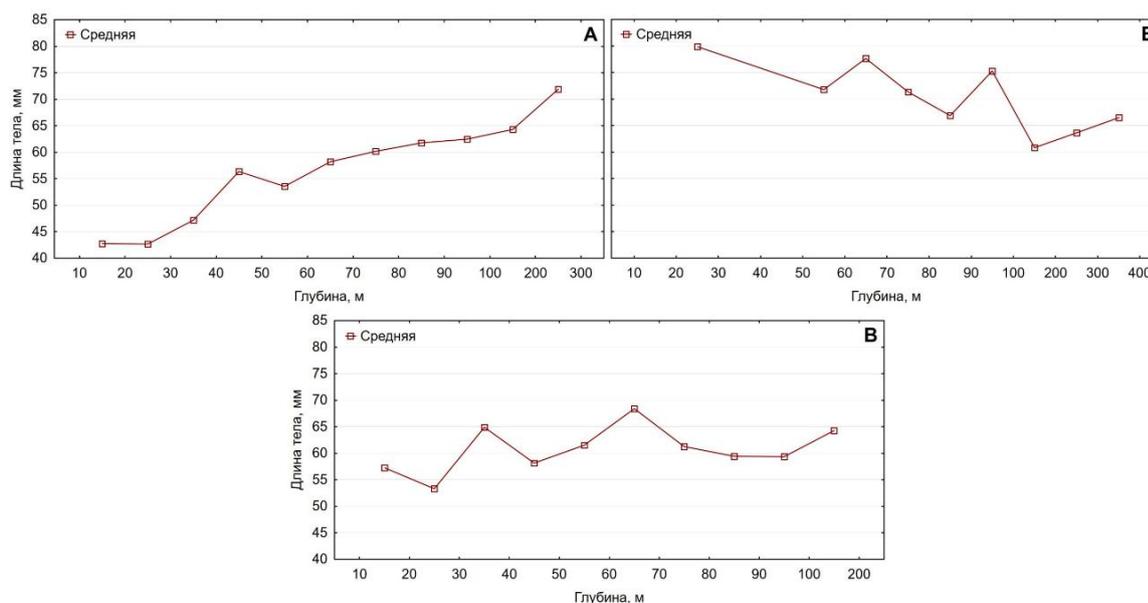


Рис. 4. Зависимость размеров тела от глубины *P. goniurus* (А), *A. dentata* (Б) и *L. groenlandicus* (Б)

Резюмируя все вышеописанное, следует отметить, что функциональное состояние исследованных объектов дает понять, в какой период у представителей рассмотренных видов осуществляется линька и нерест. В связи с тем, что линочные процессы у половозрелых особей напрямую связаны с нерестом (выпуском яйцеклеток на плеоподы), т. к. десятиногие ракообразные способны отнереститься только в том случае, если их панцирь мягкий, становится ясно, что половозрелые особи, находящиеся на первой стадии линочного цикла, претерпевают нерестовые процессы либо совсем недавно отнерестились.

Можно предположить, что из трех рассмотренных видов раньше всех начинает нереститься гренландская креветка, так как почти все пойманные особи этого вида находились на третьей линочной стадии, что говорит о достаточно давнем завершении нерестового цикла (вероятно, массовый нерест осуществлялся в апреле – мае). Углохвостая креветка тоже отнерестилась достаточно давно; третья стадия линочного цикла была преобладающей. Однако процент особей, находящихся на второй стадии (недавно перелинявшие), был гораздо больше, чем у гренландской креветки, что позволяет предполагать о более поздних сроках нереста у *P. goniurus* (вероятно, май – июнь). И позже всех, очевидно, вступает в процесс размножения шримс козырьковый зубчатый, именно этот вид характеризуется относительно высоким процентом линяющих и недавно перелинявших особей (первая и вторая стадии). Предположительно массовый нерест у *A. dentata* происходит в июне – июле.

Морфометрические характеристики *Pandalus goniurus* показывают, что несмотря на преобладание молодых особей, в целом основная размерная группа представлена особями с длиной тела 50–70 мм, что является средним показателем для креветок данного вида (промысловый размер для берингоморской углохвостой креветки не устанавливается, для других же дальневосточных морей России составляет 60 мм [7]). Для шримса козырькового зубчатого основной размерной когортой оказались креветки 70–90 мм длиной. Для ракообразных семейства

Stangonidae такие размеры являются средними. Что касается биологической длины *Lebbeus groenlandicus*, то для данного вида наиболее часто встречающимися оказались размеры 50–70 мм (как и у углохвостой креветки). Промысловый размер для данного вида составляет 70 мм. Такие показатели являются достаточно небольшими для гренландской креветки, поэтому можно утверждать, что названный вид в северо-западной части Берингова моря растет гораздо медленнее, нежели в других дальневосточных морях России, например, в Охотском.

Рассматривая изменение размеров тела исследованных креветок в зависимости от глубины, в общем можно отметить, что биологическая длина с глубиной увеличивается. Такой результат естественен и вполне объясним. Это связано, прежде всего, с тем, что личинки десятиногих ракообразных, в частности каридных креветок, выпускаются самками в мелководной зоне, т. е. именно там личинкам гораздо проще питаться [8]. Затем в процессе роста и перехода зоеа в пост-личинку, а после в ювенильную особь, оседая, животное перемещается на глубины более значительные, в первую очередь для того, чтобы избежать выедания хищниками. Таким образом, креветки, взрослея, а вместе с тем и увеличиваясь в размерах, уходят на все большие глубины.

Однако описанная картина не наблюдается в достаточной мере явно у шримса козырькового зубчатого, что связано с высоким процентом особей, находящихся на ранних этапах личиночного цикла (т. е. особи нерестящиеся либо те, что скоро вступят в нерестовые процессы). А как известно, самки, которые в скором времени должны осуществить выпуск личинок, мигрируют на мелководье. Именно поэтому на небольших глубинах наблюдались креветки со столь крупными средними размерами тела.

Литература

1. *Строкова Н.Г.* К вопросу о рациональном использовании ракообразных как источника пищевых продуктов и биологически активных веществ // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 176. – С. 122–131.
2. *Купина Н.М.* Использование отходов от разделки крабов // Рыбное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 56–57.
3. *Барсуков В.Н., Иванов Б.Г.* Вертикальные суточные миграции креветок в западной части Берингова моря // Биология моря. – 1979. – Т. 3. – С. 18–23.
4. Биологические ресурсы и промысел беспозвоночных животных в Тихом океане / *В.Е. Родин, А.Г. Слизкин, В.В. Мирошников, А.И. Пискунов* // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 86–93.
5. *Кротова Д.А.* Видовой состав и биолого-экологические характеристики креветок Берингова моря // Материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам (Владивосток, 11–22 мая 2020). – Владивосток, 2020. – С. 22–24.
6. Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России / *С.А. Низяев, С.Д. Букин, А.К. Клитин, Е.Р. Первеева, Е.В. Абрамова, А.А. Крутченко.* – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 112 с.
7. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. – Владивосток: Дальрыбтехцентр, 2015.
8. *Skúladóttir U., Pétursson G., Brynjólfsson S.H.* The Biology of Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) on the Flemish Cap. // J. Northw. Atl. Fish. Sci. – 2007. – № 37. – P. 147–164.

УДК 639.42(265.54)

С.А. Ляшенко, И.С. Турабжанова, Н.В. Щербакова

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

**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ
MYTILUS TROSSULUS В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО)
С УЧЕТОМ ЕЕ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Природный потенциал Амурского залива (залив Петра Великого) позволяет развивать культивирование тихоокеанской мидии в промышленном масштабе. Наиболее высокие концентрации личинок, от 500 до нескольких десятков тысяч экз/м³, ежегодно регистрируются в северной и западной части залива. Осенью на одном погонном метре коллектора насчитывается более 2 тыс. экз. спата. С 1 га установок, который содержит 4 200 коллекторов традиционного типа длиной 4 м, можно собрать в среднем от 41 до 106 млн спата. Средняя длина раковины спата равна 23–24 мм, около половины моллюсков имеют длину раковины 20–29 мм. Доля более крупных особей (от 30 мм), которые к весне могут достигать промыслового размера 40 мм, варьирует от 9 до 37% в разных частях залива. Биомасса спата мидии на одном погонном метре в среднем составляла 3,9–5,6 кг.

Ключевые слова: мидия, личинки, культивирование, коллектор, спат.

S.A. Liashenko, I.S. Turabdganova, N.V. Shcherbakova

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

**EVALUATION OF THE PROSPECTS FOR CULTURING *MYTILUS TROSSULUS*
IN AMURSKY BAY (PETER THE GREAT BAY)
TAKING INTO ACCOUNT ITS NATURAL POTENTIAL**

The natural potential of Amursky Bay (Peter the Great Bay) makes it possible to develop the cultivation of the pacific mussel on an industrial scale. The highest concentrations of larvae, from 500 to several tens of thousands ind/m³, are recorded annually in the northern and western parts of the bay. In autumn, there are more than 2 thousand spat specimens per linear meter of the collector. From 1 hectare, which contains 4 200 traditional collectors 4 m long, an average of 41 to 106 million spats can be collected. The average spat shell length is 23–24 mm, about half of the mollusks have a shell length of 20–29 mm. The proportion of larger individuals (from 30 mm), which by spring can reach a commercial size of 40 mm, varies from 9 to 37% in different parts of the bay. The biomass of mussel spat per linear meter averaged 3.9–5.6 kg.

Key words: mussel, larva, farming, collector, spat.

Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* (Gould, 1850) является одним из объектов марикультуры в Приморье, в 2021 г. выращено 2,1 тыс. т продукции этого вида. Однако на прилавках все еще преобладает мидия иностранного производства, в основном из Чили и Китая.

Существующая технология культивирования мидии разрабатывалась в ТИНРО еще в 1980-х годах, она основана на сборе спата в природе. Для сбора спата мидии в море на подвесные установки типа long-line выставляют коллекторы, изготовленные из отрезков дели, скрученных в жгуты. Дальнейшее выращивание мидии проводится в двухгодичном цикле на тех же коллекторах [1]. Исследования, на основании которых составлена инструкция по культивированию мидии, проводились в зал. Посьета.

В настоящее время хозяйства, которые расположены в зал. Посъета, большей частью ориентированы на культивирование приморского гребешка. Сочетать культивирование гребешка с мидией не рекомендуется, поскольку личинки мидии в большом количестве (до 3–6 тыс. экз.) оседают на гребешковые коллекторы и садки, что существенно усложняет технологический процесс. Мидия уже к весне первого года выращивания становится половозрелой и участвует в формировании личиночного пула, увеличивая тем самым плотность молоди на искусственных субстратах, в том числе и в гребешковых коллекторах и садках. Поэтому мидию часто используют как побочный продукт, например, доращивают мидию, осевшую на несущие канаты. На зиму канаты с мидией притапливаются под собственным весом, а весной, до нереста, мидию счищают, крупную пускают на реализацию, а мелкую утилизируют.

В современной ситуации, когда формирование рыбоводных участков под марикультуру в Приморье почти завершено, необходимо выделить районы, наиболее перспективные для культивирования мидии, основанного на сборе природного посадочного материала.

Потенциально пригодной для развития марикультуры мидии может стать акватория Амурского залива. В заливе расположено большое количество антропогенных субстратов, пирсов, причальных сооружений, где мидия нередко составляет основу поселения и способствует увеличению личиночного пула. Первым этапом культивирования является получение посадочного материала (спата). Согласно инструкции, сбор спата целесообразно проводить в районах, где концентрация личинок в планктоне составляет не менее 500 экз/м³. При этом оптимальной считается плотность спата на коллекторах в осенний период от 200–250 до 750 экз/погонный м [1].

В рамках мониторинговых работ по оценке состояния естественного воспроизводства гидробионтов в прибрежной зоне Приморья сотрудниками ТИПРО, начиная с 2001 г., проводились планктонные исследования в Амурском заливе, часть результатов отражена в научных работах [2–6], а также оценивалось оседание личинок на искусственные субстраты. Планктонные съемки проводили с мая по сентябрь с периодичностью 7–10 дней на нескольких станциях (табл. 1). Пробы брали с помощью модифицированной сети Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и фильтрующим конусом из капронового сита с ячейей 84 мкм. Фиксировали и обрабатывали пробы по стандартной методике [7]. Для оценки интенсивности оседания мидии на искусственные субстраты использовали коллекторы, изготовленные из скрученных в жгуты отрезков капроновой узловой дели длиной 4–6 м, они экспонировались на глубине 0,5–6,5 м, период экспозиции – со второй декады мая по вторую декаду октября.

Исследования показали, что концентрация личинок мидии 500 и более экз/м³ ежегодно регистрировалась в северной части Амурского залива, у п-ова Песчаный и у северо-западного побережья о. Русский (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация личинок мидии в Амурском заливе

Район	Годы планктонных исследований	Количество планктонных станций в год	Максимальная концентрация личинок в разные годы, экз/м ³
Бух. Перевозная	2013–2016	4	323–748
П-ов Песчаный	2001, 2002	5–10	517–5 400
Северная часть Амурского залива	2018, 2019	5–10	2 836–5 828
Северо-западное побережье о. Русского	2001–2005, 2013–2021	4–10	2 000–50 000
Прол. Старка	2013–2021	3	300–1378

Плотность спата на коллекторах в исследованных районах Амурского залива существенно превышала оптимальные значения и составляла от 2,4 до 6,4 тыс. экз/погонный м коллектора (табл. 2). Биомасса спата мидии на одном погонном метре в среднем была равна 3,9–5,3 кг/погонный м.

Минимальный размер спата в октябре составлял 5 мм в длину, максимальный – 43 мм. Средняя длина раковины спата была равна 23–24 мм. Мелкие моллюски, до 10 мм, как правило, располагались внутри друз под слоем крупных особей. Доля промысловых моллюсков, 40–43 мм, была около 1 % (табл. 3). Они встречались только на верхних трехметровых участках коллекторов. Преобладали моллюски с длиной раковины от 20 до 29 мм. Высока была и доля более крупных особей, 30–39 мм %, которые к весне могут достигать промыслового размера, равного 40 мм.

Таблица 2

Плотность и биомасса спата мидии на коллекторах в Амурском заливе в октябре

	Северная часть Амурского залива	Северо-западное побережье о. Русского		Прол. Старка
	2018 г.	2018 г.	2019 г.	2021 г.
Плотность, экз/погонный м	4 115 ± 410	6 365 ± 6 65	2 449 ± 425	3 163 ± 507
Биомасса, кг/погонный м	4,7 ± 0,8	5,3 ± 0,5	–	3,9 ± 0,6

Таблица 3

Размер спата мидии на коллекторах в Амурском заливе в октябре, %

Длина раковины, мм	Северная часть Амурского залива	Северо-западное побережье о. Русского		Прол. Старка
	2018 г.	2018 г.	2019 г.	2021 г.
менее 10	2	4	4	2
10–19	18	15	20	29
20–29	48	44	49	59
30–39	31	37	26	9
40 и более	1	0	1	1

Таким образом, в Амурском заливе осенью с 1 га установок, который содержит 4 200 коллекторов традиционного типа длиной 4 м, можно собрать в среднем от 41 до 106 млн спата тихоокеанской мидии средним размером 23–24 мм, что в несколько раз превышает нормы [1]. Увеличение количества плантаций марикультуры в заливе будет способствовать увеличению численности личинок, что мы уже наблюдаем в бух. Воевода острова Русского [6], и как следствие количества спата на коллекторах. Природный потенциал Амурского залива позволит морским хозяйствам, расположенным на его акватории, не только выращивать мидию в полном цикле, но и быть поставщиками посадочного материала в другие районы побережья Приморья.

Литература

1. Инструкция по технологии культивирования тихоокеанской мидии / Сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2011. – 27 с.
2. Ляшенко С.А. Особенности воспроизводства тихоокеанской мидии в бухте Воевода (остров Русский) // Изв. ТИПРО. – 2005. – Т. 140. – С. 352–365.
3. Ляшенко С.А. Состояние естественного воспроизводства двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне южного Приморья и перспективы их культивирования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.18. – Владивосток, 2008. – 22 с.
4. Гостюхина О.Б., Кондратьева Е.С. Динамика численности личинок промысловых беспозвоночных в б. Перевозная залива Петра Великого (Японское море) // Промысловые беспозвоночные: Сборник материалов VIII Всерос. науч. конф. (2–5 сентября 2015 г.). – Калининград, 2015. – С. 220–222.
5. Щербакова Н.В., Турабжанова И.С., Гостюхина О.Б. Период встречаемости, количество и интенсивность оседания личинок ценных двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне Приморья // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: Материалы II Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ» (15–17 мая 2019 г.) – Симферополь, 2019. – С. 660–665.
6. Ляшенко С.А., Сухин И.Ю. Влияние хозяйств марикультуры, расположенных в бухтах полузакрытого типа, на уровень воспроизводства тихоокеанской мидии // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: Материалы Десятой междунар. науч.-практ. конф. (18–19 мая 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – С. 133–136.
7. Куликова В.А., Колотухина Н.К. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Японского моря. Методы, морфология, идентификация (препринт). – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 60 с.

УДК 594.1(268.45)

С.С. Малавенда

*Мурманский государственный технический университет,
Мурманск, 183010
e-mail: msergmstu@yandex.ru*

СОСТОЯНИЕ ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *LIMECOLA BALTHICA* (LINNAEUS, 1758) ГУБ И ЗАЛИВОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Изучены популяционные характеристики моллюсков обитающих в губе Печенга, в Кольском заливе и губе Териберка. Выявлено, что на литорали южного колена Кольского залива показатели обилия *Limecola balthica* значительно ниже, чем в других исследуемых районах, что обусловлено загрязнением залива. В губе Териберка отмечается снижение плотности и биомассы поселений по сравнению с поселениями Западного Мурмана. В поселениях доминируют моллюски 2–4 лет с элиминацией особей первого года жизни. Размерно-массовые параметры изученных поселений лимеколы различаются незначительно. В губе Териберка обитают наиболее крупные моллюски по массе и размерам раковины.

Ключевые слова: *Limecola balthica*, двустворчатые моллюски, литораль, Кольский залив, губа Печенга, губа Териберка, загрязнение, популяционные характеристики.

S.S. Malavenda

*Murmansk State Technical University,
Murmansk, 183010
e-mail: msergmstu@yandex.ru*

THE STATE OF THE LITTORAL SETTLEMENTS OF BIVALVEL *LIMECOLA BALTHICA* (LINNAEUS, 1758) IN BAYS AND GULFS OF THE BARENTS SEA

The population characteristics of mollusks inhabiting Pechenga Bay, Kola Bay and Teriberka Bay have been studied. It has been found that in the littoral of the southern part of Kola Bay, the indicators of the abundance of *Limecola balthica* are significantly lower than in other studied areas, which is due to pollution of the bay. In Teriberka Bay, there is a decrease in density and biomass of settlements in comparison with the settlements of Western Murman. The settlements are dominated by 2–4 year old molluscs with the elimination of individuals of the first year of life. The size and mass parameters of the studied settlements do not differ significantly. Teriberka Bay is home to the largest molluscs in terms of weight and shell size.

Key words: *Limecola balthica*, bivalves, littoral, Kola Bay, Pechenga Bay, Teriberka Bay, pollution, population characteristics.

Limecola balthica – один из массовых видов бентоса Баренцева моря. Длина раковин моллюска может достигать трех сантиметров. Лимекола имеет овальную форму раковин с заостренным концом [1, 5]. Моллюск обитает от верхних горизонтов литорали до глубины в несколько метров. Он предпочитает илисто-песчаные или илистые грунты, богатые органикой. Лимекола – очень неприхотливый вид, может выдерживать дефицит кислорода, сильное опреснение и повышенное содержание сероводорода. Также моллюск не прихотлив к плотности и составу грунта, не обитает только на гравийно-галечных и каменистых литоралиях [2].

Как и все двустворчатые моллюски, лимекола играет большую роль в биофильтрации воды, одновременно создавая биогенную циркуляцию, способствующую перемешиванию водных масс [3]. Лимекола служит основой питания многих видов донных рыб и является промежуточным хозяином некоторых трематод. Так как моллюск медленно реагирует на загрязнения, его используют в качестве объекта биологического мониторинга в долгосрочных последствиях загрязнения [4, 6].

Цель работы – оценить состояния поселений *Limecola balthica* по показателям обилия, возрастной и размерно-массовой структуре обитающих в южном колене Кольского залива, губе Печенга и губе Териберка.

Исследование проводили летом 2020 г. Для отбора проб применяли метод вертикальных трансект с использованием учетной рамки размером 10×10 см. На литорали Кольского залива в районе улицы Подгорная (далее по тексту «Авторынок»), Мыс Зеленый и губа Чалмпушка. Кроме того, также исследовали литораль губы Териберка (Восточный Мурман) и губы Печенга. В губе Печенга было исследовано два участка литорали: кутовая часть залива и район поселка Линахамари (рис. 1).

На каждом участке литорали отбирали по пять проб с нижнего горизонта. Во время отбора проб измеряли соленость при помощи рефрактометра. Определяли показатели обилия (плотность поселений и биомассу). Определяли возраст путем подсчета колец зимней остановки роста на раковинах, рассчитывали средний возраст (как средневзвешенное число каждой возрастной группы). У моллюсков измеряли размерно-массовые параметры, рассчитывали соотношение массы тела к общей массе моллюска. Всего было отобрано 30 проб и исследовано 1 040 моллюсков.

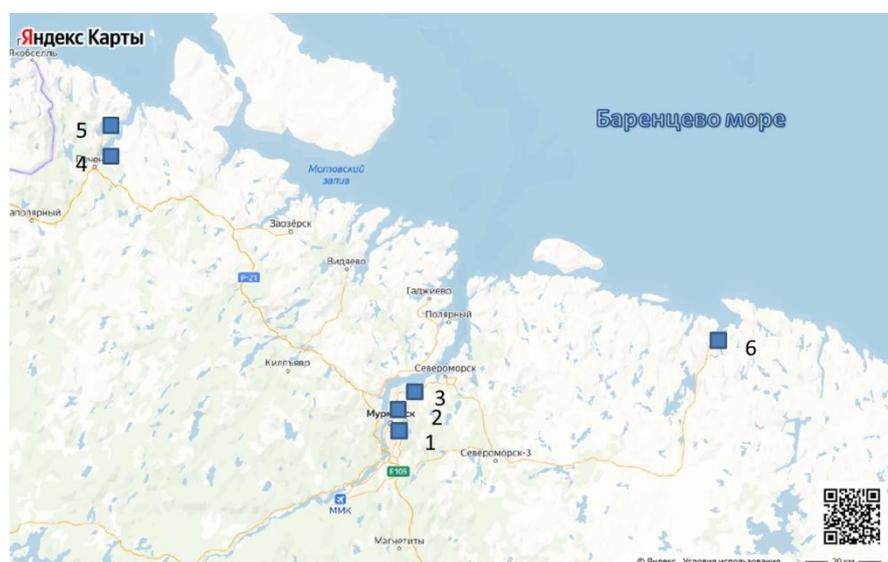


Рис. 1. Район отбора проб: 1 – «Авторынок», 2 – мыс Зеленый, 3 – губа Чалмпушка, 4 – кут губы Печенга, 5 – Линахамари, 6 – губа Териберка

Все исследуемые участки литорали имеют свои физико-географические особенности и степень антропогенной нагрузки. Во всех местах отбора проб грунт представлен илом и песком. Места отбора проб в Кольском заливе отличаются постоянным понижением солености во время отлива до 10–15%. Схожие закономерности наблюдаются в кутовой части губы Печенга, где соленость во время отлива понижается до 8–10%. На других участках отбора проб колебания солености незначительные. Лимекола – эвригалинный и эвритермический вид, который способен выдержать соленость в диапазоне 32–18‰ и температуру до 25°C [7]. Экспериментальные данные, описанные в литературе, показывают, что лимекола устойчива к температуре в диапазоне от 0 до 22°C и солености от 4 до 25‰ [8].

Участки литорали, подверженные наиболее значительному антропогенному загрязнению, – это «Авторынок» и мыс Зеленый, расположенные в кутовой части Кольского залива. В этих местах располагается выход коллекторов городских сточных вод г. Мурманска, общий объем сброса сточных вод составляет около 40 млн м³/год [9]. В кутовой части залива отмечается повышенное содержание нефтеуглеводо в поверхностном слое воды до 0,27 мг/л (при ПДК = 0,05). Также отмечается превышение ПДК по содержанию свинца, железа и хлорорганических соединений [10].

Показатели обилия поселений Limecola balthica. Минимальные плотности поселений и биомассы *Limecola balthica* отмечены в Кольском заливе на литорали «Авторынок» и в районе мыса Зелёный. В губе Печенга показатели обилия моллюсков близки к максимальным значениям,

отмеченные в Кольском заливе на литорали в губе Чалмпушка (среднее колено залива). В губе Териберка плотность и биомасса сопоставима со значениями, полученными на литорали мыса Зелёного (рис. 2).

Причиной низких значений плотности и биомассы поселений в южном колене Кольского залива является антропогенное загрязнение. Сходные результаты были описаны в работе С.А. Афончевой с коллегами в 2012 г. [11] и А.С. Смирновой с коллегами в 2017 г. [2], где отмечались также низкие значения плотности и биомассы лимеколы в южном колене и резкое увеличение показателей обилия моллюска в среднем колене Кольского залива.

На литорали губы Териберка показатели обилия моллюсков вдвое меньше, чем в губе Печенга. Возможной причиной является более низкая среднемноголетняя температура воды на побережье Восточного Мурмана (меньше на 2°C, чем на Западном Мурмане) [12]. Поселения лимеколы чувствительны к низким температурам воды, при температуре 4–6°C численность моллюсков снижается примерно на 50%. Оптимальными температурами для поселений *Limecola balthica* считается 8–10°C [13]. На Западном Мурмане и акватории губы Печенга среднемноголетняя температура воды не снижается ниже 8°C [14].

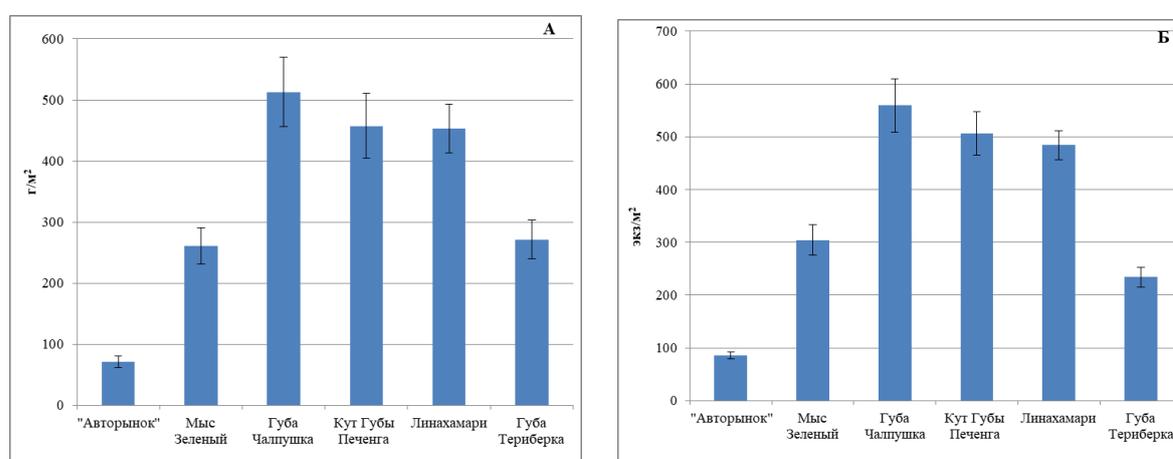


Рис. 2. Показатели обилия *Limecola balthica* на исследуемых участках литорали Мурманского побережья: А – биомасса поселений, Б – плотность поселений

В работе С.А. Назаровой [15] отмечалось резкое снижение плотности поселений и биомассы в губах и заливах Восточного Мурмана по сравнению с Западным Мурманом и Кольским заливом, что соотносится с результатами данной работы.

Возрастная структура. Анализ встречаемости возрастных групп показал, что в Кольском заливе и губе Печенга доминируют моллюски в возрасте от 2 до 4 лет, именно в этом возрасте у лимеколы наблюдаются наиболее активные процессы роста и размножения [16]. Во всех районах исследования встречаемость сеголеток не превышает 10% процентов, а максимальный возраст – 6 лет. По литературным данным, лимекола может жить до 10–14 лет [12], однако на Мурмане особи *L. balthica* в возрасте 9 лет и старше встречаются крайне редко [15]. Низкая встречаемость сеголеток может быть обусловлена наличием хищников (птиц), поскольку молодь этого моллюска часто обитает практически на самой поверхности грунта и становится легко доступной во время отлива. Для Мурмана низкая доля сеголеток в литоральных поселениях лимеколы является обычным явлением [15].

В губе Териберка лимекол первой возрастной группы обнаружено не было, а доля второй возрастной группы равна 5%. Возможной причиной элиминации ювенильных особей является низкая температура воды и крупное поселение морских птиц, обитающих в этом районе [17].

Размерно-массовые параметры. Наиболее крупные моллюски обнаружены в средней части губы Печенга (Линахамари) и в губе Териберка (таблица). Однако масса тела относительно массы целого моллюска во всех районах отбора проб не различается и составляет 31–34%. Влияния загрязнения на размерно-массовые параметры лимеколы в кутовой части Кольского залива не наблюдается. Размеры и масса раковин лимекол южного колена Кольского залива сопоставима с моллюсками среднего колена залива и кутовой части губы Печенга.

Размерно-массовые параметры *Limecola balthica* в исследуемых районах

Места отбора проб		Длина раковины, см	Ширина раковины, см	Высота раковины, см	Масса моллюска, г	Масса створок, г	Масса тела, г	Масса тела / масса моллюска, в %
Кольский залив	«Авторынок»	1,07 ± 0,06	0,88 ± 0,05	0,43 ± 0,03	0,83 ± 0,05	0,38 ± 0,03	0,27 ± 0,02	33,2
	Мыс Зеленый	1,05 ± 0,04	0,86 ± 0,03	0,42 ± 0,02	0,86 ± 0,04	0,42 ± 0,02	0,29 ± 0,02	34,2
	Губа Чалмпушка	1,05 ± 0,02	0,89 ± 0,05	0,40 ± 0,01	0,88 ± 0,02	0,43 ± 0,01	0,29 ± 0,01	33,1
Губа Печегда	Кут губы	1,09 ± 0,02	0,86 ± 0,01	0,44 ± 0,01	0,90 ± 0,02	0,46 ± 0,01	0,28 ± 0,01	31,5
	Линахамари	1,12 ± 0,02	0,91 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,94 ± 0,02	0,48 ± 0,01	0,30 ± 0,01	32,1
Губа Териберка		1,44 ± 0,02	1,21 ± 0,02	0,63 ± 0,01	1,16 ± 0,02	0,60 ± 0,02	0,39 ± 0,01	34,1

Примечание. ± – доверительный интервал при $\alpha = 0,05$.

Можно сделать выводы:

1. Минимальные показатели обилия *Limecola balthica* в южном колене Кольского залива вызваны загрязнением данного участка залива, в губе Териберка – низкими температурами воды по сравнению с Центральным и Западным Мурманом и наличием хищников.
2. Во всех поселениях доминируют особи 2–4 лет, что способствует росту и развитию изученных поселений. Элиминация сеголетов в губе Териберка, вероятно, связана с высоким пресингом морских птиц.
3. Наиболее крупные моллюски обитают в средней части губы Печегда и в губе Териберка.

Литература

1. Смирнова А.С., Кравец П.П. Структура поселений *Macoma balthica* в южном колене Кольского залива // Вестник МГТУ. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 363–369.
2. Стрелков П.П., Ганцевич М.М., Басова Л.А. Полиморфизм окраски раковины *Macoma balthica* L. (Bivalvia, Tellinidae) Белого и Баренцева морей // Доклады Академии наук. – Международная книга, 2001. – Т. 376, № 1. – С. 139–141.
3. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию: Монография. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 152 с.
4. Наумов А.Д., Федяков В.В. Вечно живое Белое море – СПб., 1993. – 334 с.
5. Le Cren E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) // The Journal of Animal Ecology. – 1951. – С. 201–219.
6. Speakman J.R., Racey P.A. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild // Journal of Zoology. – 1986. – Т. 210, № 4. – С. 515–525.
7. Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. – СПб.: ЗИН, 2006. – 367 с.
8. Карневич А. Влияние солености и иона марганца на размножение и развитие *Macoma balthica* (L.) // Моллюски и их роль в экосистемах. Т. 3. – Л., 1978. – С. 48–49.
9. Кольский залив: состояние и перспективы возрождения экосистем / А.А. Глухов, А.М. Костин, Е.П. Оленник, И.А. Шпарковский. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1992. – 44 с.
10. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Росгидромет, 2015. – 156 с.
11. Афончева С.А., Малавенда С.С., Кравец П.П. Распределение бентосных сообществ на литорали Кольского залива // Вестник Мурманского государственного технического университета – 2012. – Т. 15, № 4. – С. 701–705.
12. Малавенда С.С. Морфофизиологические особенности бурой водоросли *Fucus distichus* L. в экосистемах Баренцева моря: Дис. ... канд. биол. наук. – Мурманск. – 2009. – С. 71–76.
13. Гусев А.А. Влияние факторов среды на распределение *Macoma balthica* (Linnaeus 1758) и *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758) в юго-восточной части Балтийского моря // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2010. – № 7. – С. 34–39.

14. Климатический атлас Баренцева моря [Электронный ресурс] / Сост. Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Голубев В.А., Адров Н.М., Слободин В.П. (ММБИ РАН), Левитус С., Смоляр И. (НЦОД США). – 1998.

15. Назарова С.А. Организация поселений *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) в осушной зоне Белого и Баренцева морей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2016. – 63 с.

16. Максимович Н.В., Герасимова А.В. Долговременный мониторинг литоральных поселений двустворчатых моллюсков (Mollusca, Bivalvia) в губе Чупа (Белое море) // Морские и пресноводные биосистемы севера Карелии: Труды Биол. НИИ СПбГУ. – 2004. – С. 95–120.

17. Выполнение комплексных инженерных изысканий для разработки ТЭО (проект) портового транспортно-технологического комплекса (ПТТК) в районе с. п. Териберка (губа Орловка, Завалишина, Корабельная и Опасова). Программа работ. – М.: ООО ФРЕКОМ, 2009. – 151 с.

УДК 597.554.3

И.В. Матросова, Д.Ю. Лавренова, Г.Г. Калинина

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: matrosova.iv@dgtru.ru*

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ ОЗЕРА ПРИМОРСКОГО ВЕСНОЙ 2021 ГОДА

Изучены некоторые биологические характеристики серебряного карася озера Приморского весной 2021 года. В уловах преобладали караси длиной от 12 до 14 см, массой от 120 до 140 г. Большинство самок было в возрасте 3+. Половые продукты самок и самцов находились на II–IV стадиях зрелости, основная масса самок имела гонады на III стадии зрелости.

Ключевые слова: серебряный карась, озеро Приморское, размер, масса, возраст, стадия зрелости.

I.V. Matrosova, D.Y. Lavrenova, G.G. Kalinina

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail:matrosova.iv@dgtru.ru*

SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SILVER CARP OF LAKE PRIMORSKOYE IN THE SPRING OF 2021

Some biological characteristics of the silver carp of Lake Primorskoye in the spring of 2021 are studied. The catches were dominated by silver carp with a length of 12 to 14 cm, weighing from 120 to 140 g. Most of the females were aged 3+. The sexual products of females and males were at stages II–IV of maturity, the bulk of females had gonads at stage III of maturity.

Key words: silver carp, Lake Primorskoye, size, mass, age, maturity stage.

В Приморском крае карась серебряный является объектом рыбоводства, а также объектом рыболовного промысла, спортивной и любительской рыбалки, встречается во многих озерах.

Озеро Приморское – это искусственный водоем, расположенный в южной части Находки (рис. 1). Озеро через небольшую протоку соединено с заливом Петра Великого, а именно – бухтой Прозрачной. Озеро имеет площадь 40 гектаров, мелководное, в геологическом отношении это древняя лагуна. Дно озера выстилает торф. Серебряный карась в это озеро был вселен в 1967 г.



Рис. 1. Озеро Приморское [1]

Цель работы – изучить некоторые биологические характеристики серебряного карася озера Приморского в весенний период 2021 г.

Материал, положенный в основу работы, был собран в конце апреля – начале мая 2021 г. Биологический анализ выполняли на свежих рыбах по общепринятым в ихтиологической практике методикам. В процессе биологического анализа определяли: длину зоологическую, см; массу, г; возраст; половой состав; степень зрелости гонад.

Размерный состав серебряного карася оз. Приморского весной в 2021 г. был представлен особями длиной от 12 до 23 см (табл. 1).

Таблица 1

Длина серебряного карася озера Приморского, конец апреля – начало мая 2021 г.

Пол	X_{\min} , см	X_{\max} , см	$X_{\text{ср}} \pm m_x$, см	n, экз.
Самки и самцы	12,0	23,0	$17,5 \pm 0,52$	50
Самцы	12,0	18,9	$15,5 \pm 0,44$	17
Самки	14,7	23,0	$18,9 \pm 0,41$	33

В уловах преобладала рыба длиной в диапазоне от 12 до 14 см, что составило 26% от всего улова. Размерный состав самцов карася был в диапазоне от 12 до 18,9 см. Преобладали особи размером от 12 до 14 см (26%) и от 18,1 до 22 см (40%). Длина самок карася была в диапазоне от 14,7 до 23 см. Большинство особей имели длину от 18,1 до 22 см, что составило 36% от всего улова. Самки были крупнее самцов. Масса серебряного карася оз. Приморского в 2021 г. варьировала от 120 до 240 г (табл. 2).

Таблица 2

Масса серебряного карася озера Приморского, конец апреля – начало мая 2021 г.

Пол	X_{\min} , г	X_{\max} , г	$X_{\text{ср}} \pm m_x$, г	n, экз.
Самки и самцы	120,0	240,0	$180,0 \pm 5,65$	50
Самцы	120,0	189,8	$154,9 \pm 4,04$	17
Самки	135,9	240,0	$188,0 \pm 4,90$	33

В уловах преобладала рыба массой в диапазоне от 120 до 140 г (26%) и от 200,1 до 240 г (44%). Масса самцов карася была в диапазоне от 120 до 189,8 г. Преобладали особи массой от 120 до 140 г, что составило 22% от улова. Масса самок варьировала от 135,9 до 240 г. Большинство имели массу от 200,1 до 240 г, что составило 44% от всего улова. Самки карася были крупнее, чем самцы. В уловах встречался карась в возрасте от 2+ до 4+ лет. Возрастная группа 3+ преобладала над другими, она была представлена в основном самками (46% и 4% самцы).

В апреле – мае 2021 г. в оз. Приморском соотношение полов серебряного карася составило 1 : 2. Самки превосходили самцов по численности, а именно: самки 66%, самцы 34%, что согласуется с литературными данными [2, 3].

Гонады серебряного карася оз. Приморского в 2021 г. находились на II–IV стадиях зрелости. Большинство самок имели гонады на III стадии зрелости, а именно 34% от всего улова. У самцов преобладала II–III стадия зрелости гонад (32%).

Полученные данные дополняют сведения о некоторых чертах биологии серебряного карася оз. Приморского и будут полезны для специалистов в области изучения водных биоресурсов и аквакультуры.

Литература

1. Озеро Приморское [Электронный ресурс]. – URL: <https://i.ytimg.com/vi/TQX3FkiQ0ek/maxresdefault.jpg> (дата обращения: 12.2022).
2. Шаповалов М.Е., Барабанщиков Е.И. Рост серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне реки Усури // Чтения памяти В.Я. Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Вып. 3. – С. 527–534.
3. Рыбы Приморья / Н.П. Новиков, А.С. Соколовский, Т.Г. Соколовская, Ю.М. Яковлев. – Владивосток, 2002. – 550 с.

УДК 574.583 (268.46)

Н.Г. Отченаш, Г.М. Устюжинский, Д.В. Чупов

*Северный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,
Архангельск, 163002
e-mail: otchenasch@pinro.ru*

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РЕКИ ЛЕСНОЙ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Получены первые сведения о структуре зоопланктонного сообщества р. Лесной Архангельской области Приморского района. Представлены таксономический состав, численность и биомасса зоопланктона. Проведена оценка трофности водотока, выявлена степень загрязненности водной среды: рассчитан индекс сапробности, определен класс качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Дана оценка кормности водотока для рыб-планктофагов.

Ключевые слова: зоопланктон, Архангельская область, сапробность, численность, биомасса, качество поверхностных вод.

N.G. Otchenash, G.M. Ustyuzhinsky, D.V. Chupov

*Northern branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Arkhangelsk, 163002
e-mail: otchenasch@pinro.ru*

FEATURES OF THE ZOOPLANKTON COMMUNITY OF THE LESNAYA RIVER (ARKHANGELSK REGION)

The first data on the structure of the zooplankton community of the Lesnaya river in the Arkhangelsk region of the Primorsky district were obtained. The taxonomic composition, the dominant complex, the number and biomass of zooplankton are presented. The assessment of the trophicity of the watercourse was carried out, the degree of contamination of the aquatic environment was revealed: the saprobity index was calculated, hydrobiological indicators determined the quality class of surface waters. The estimation of the feeding capacity of the watercourse for planktophagous fish is given.

Key words: zooplankton, Arkhangelsk region, saprobicity, abundance, biomass, surface water quality.

Река Лесная – малая река, протекающая в Лисестровском сельском поселении Приморского района Архангельской области. Река берет свое начало из озера Лахта (сообщающееся с озером Холмовским), длина ее составляет 23 км. Имеет два притока: Исток и Беседный. В реку попадают неочищенные бытовые сточные воды ряда населенных пунктов: пос. Катунино, пос. Ширшинский, пос. Лесная речка и г. Новодвинск. По данным государственного водного реестра России, р. Лесная относится к Двинско-Печорскому бассейновому округу [1].

Зоопланктон является основой гидробиологических сообществ как неотъемлемая часть питания ихтиофауны. Качественные и количественные показатели, структура популяций, доминирующие виды служат показателями состояния водной экосистемы и используются для биоиндикации и мониторинга качества среды [2].

Поскольку р. Лесная постоянно подвергается непосредственному антропогенному воздействию, являясь при этом местом любительского рыболовства, цель данной работы – определить видовой состав зоопланктонных сообществ, установить его количественные показатели, оценить видовое разнообразие и дать предварительную оценку степени загрязнения по индикаторным видам, определить трофность и кормность водоема.

Исследования проводились в июле и октябре 2021 г. Всего было собрано и обработано по три пробы в сезон, на качественный и количественный состав зоопланктона. Отбор зоопланктона

проводился с поверхностного горизонта путем процеживания 100 л воды через качественную планктонную сеть Апштейна с последующей фиксацией 4%-ным формалином [3]. Обработка материала проводилась камерально путем визуализации с использованием стереоскопического микроскопа БиОптик CS-200 и лабораторного микроскопа БиОптик С-300. Определение видового состава зоопланктона осуществлялось с использованием определителей для европейских вод [4–6]. Для оценки видового разнообразия был использован информационный индекс Шеннона – Уивера [7].

Видовой состав июльского зоопланктона был представлен 21 зоопланктонным организмом: Cladocera (ветвистоусые рачки) – 12 таксонов; Copepoda (веслоногие рачки) – 6 таксонов; Rotifera (коловратки) – 2 таксона, Ostracoda (ракушковые рачки) – 1 таксон (рис. 1). Видовое разнообразие можно характеризовать как среднее, значения индекса Шеннона – Уивера, рассчитанные по численности и биомассе, составляли 2,63 и 1,99 соответственно. Осенний зоопланктон р. Лесной был значительно беднее, видовое разнообразие характеризовалось как низкое (индекс Шеннона – Уивера, рассчитанный по численности составлял 0,6, по биомассе 0,96), было обнаружено семь таксонов зоопланктонных организмов: четыре таксона Cladocera и три таксона Copepoda (рис. 2).

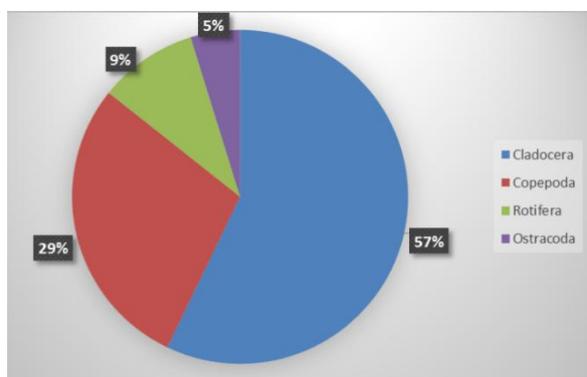


Рис. 1. Таксономический состав зоопланктонного сообщества р. Лесной в июле 2021 г.

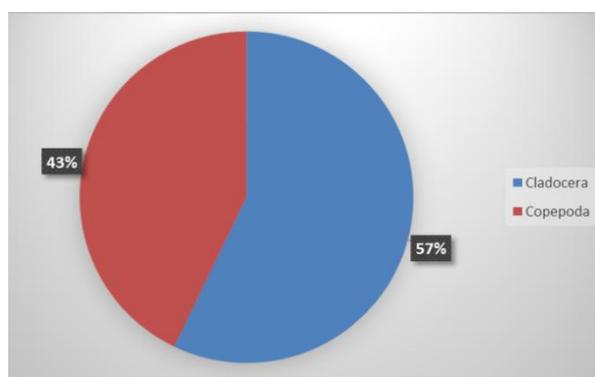


Рис. 2. Таксономический состав зоопланктонного сообщества р. Лесной в октябре 2021 г.

Количественные показатели исследованного зоопланктонного сообщества в июле были относительно невысоки, общая средняя биомасса и общая средняя численность составляли 448,41 мг/м³ и 5 500 экз/м³ соответственно. Аналогичные показатели в октябре были значительно ниже, общая средняя биомасса и общая средняя численность составляли 32,04 мг/м³ и 2 237 экз/м³ соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Количественные показатели зоопланктона реки Лесной в июле и октябре 2021 г.

№ станции	Численность, экз/м ³		Биомасса, мг/м ³		Количество видов, шт.	
	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь
1	1 870	4 290	38,91	58,37	11	6
2	12 710	1 560	1 154,55	23,26	17	5
3	1 920	860	151,77	14,49	12	4
Среднее	5 500	2 237	448,41	32,04	21	7

По количественному и качественному составу летнее зоопланктонное сообщество р. Лесной характеризовалось как кладоцерно-копеподное, со значительным преобладанием кладоцер. Вклад ветвистоусых рачков в формирование общей численности и общей биомассы составлял 88,2 и 98% соответственно. Доля веслоногих рачков была невелика – 7,5 и 1,4% от общей численности и общей биомассы соответственно. Вклад остракод и коловраток в формирование количественных показателей был крайне незначителен. Значительную часть популяции составляла молодь (15% копепод и 4% кладоцер). В октябре структура сообщества упрощается, но основа его сохраняется и остается кладоцерно-копеподной, со значительным преобладанием кладоцер,

которые были представлены взрослыми особями (самки с яйцами составляли 32%). Доля молодежи копепод составляла 3,3%. Вклад ветвистоусых рачков в формирование общей численности и общей биомассы составлял 96,1 и 94,1% соответственно. Доля веслоногих рачков была невелика – 3,9 и 5,9% от общей численности и общей биомассы соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Основные средние характеристики зоопланктона реки Лесной в июле и октябре 2021 г.

Таксоны	Кол-во видов	Доля от общей численности, %	Численность, экз /м ³	Доля от общей биомассы, %	Биомасса, мг/м ³
Июль					
Cladocera	12	88,2	137	98	2,73
Copepoda	6	7,5	4850	1,4	439,3
Rotifera	2	1,8	413	< 0,01	6,18
Ostracoda	1	2,5	100	0,6	0,2
Октябрь					
Cladocera	4	96,1	2 150	94,1	30,14
Copepoda	3	3,9	87	5,9	1,9

Среднее значение индекса сапробности, рассчитанного по зоопланктонным организмам, составляло 1,46 в июле и 1,47 в октябре, что соответствуют I классу качества вод (индекс сапробности до 1,5) с низким содержанием загрязняющих веществ (условно чистые) [8]. По шкале трофности [9] р. Лесная характеризуется как α -олиготрофный водоем. Уровень развития зоопланктона позволяет отнести данный водоем к малокормным для рыб-планктофагов [10].

В ходе проведенных исследований зоопланктонного сообщества р. Лесной были сделаны следующие заключения. Зоопланктонное сообщество р. Лесной можно характеризовать как кладоцерно-копеподное, со значительным преобладанием кладоцер и умеренными количественными показателями. Водоем по уровню биомассы классифицировался как α -олиготрофный, малокормный для рыб-планктофагов. Индекс сапробности, рассчитанный по зоопланктонным индикаторным видам, не превышал 1,5, что соответствует I классу качества вод с низким содержанием загрязняющих веществ (условно чистые).

Работы велись в рамках производственного экологического контроля и мониторинга при строительстве перехода газопровода через р. Лесную.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Под ред. Н.М. Жила. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 612 с.
2. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. – СПб.: Наука, 1996. – 189 с.
3. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб, 1992. – 318 с.
4. Ракообразные Белоруси [Электронный ресурс]. – URL: <https://crustacea-g2n.mozello.com/>
5. Алексеев В.Р., Цалолыхин С.Я. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 9. Зоопланктон. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. – 495 с.
6. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. – М.: Наука, 1964. – 327 с.
7. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
8. РД 52.24.309-2016 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши.
9. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – 207 с.
10. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Известия ГосНИОРХ. – Л., 1968 – Т. 67. – С. 205–228.

УДК 597.551.4(476.7)

Ю.І. Охременко, Е.С. Гайдученко

*Научно-практичний центр Національної академії наук Білорусі по біоресурсам,
Мінськ, 220072
e-mail: okhremenko.yulia@yandex.by*

**МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АМЕРИКАНСКОГО СОМИКА
AMEIURUS NEBULOSUS (LESUEUR, 1819) – ИНВАЗИВНОГО ВИДА В БЕЛАРУСИ**

Американський сомик *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) – інвазивний вид в Білорусі, активно розширюючий свій ареал по всій території країни. В статті приведена морфометрична характеристика американського сомика, отловленого в листопаді 2020 г. в оз. Олтушском Малоритського району Брестської області. Згідно отриманим даним, особі мали довжину тіла без хвостового плавника від 104,8 до 172 ($128,22 \pm 2,81$) мм і масу від 24,72 до 107,63 ($39,1 \pm 3,64$) г. Проаналізовано 35 морфометричних ознак. Показано статистично значимі відмінності між особами, отловленими нами, і особами *Ameiurus melas* із водойм Закарпаття (Україна). Виявлені статистично значимі відмінності по 21 із 27 проаналізованих ознак.

Ключевые слова: чужеродні види, *Ameiurus nebulosus*, brown bullhead, *Ameiurus melas*, пластичні ознаки, метричні ознаки.

Yu.I. Okhremenko, H.S. Gajduchenko

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Minsk, 220072
e-mail: okhremenko.yulia@yandex.by*

**MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE BROWN BULLHEAD
AMEIURUS NEBULOSUS (LESUEUR, 1819) – INVASIVE SPECIES IN BELARUS**

The brown bullhead *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) is an invasive species in Belarus, actively expanding its range throughout the country. The article presents the morphometric characteristics of the American catfish caught in November 2020 in the lake. Oltushskoye of the Maloritskiy district of the Brest region. The conducted studies showed that the individuals had a body length without a caudal fin from 104,8 to 172 ($128,22 \pm 2,81$) mm and a weight from 24,72 to 107,63 ($39,1 \pm 3,64$) g. Statistically significant differences between the specimens caught by us and specimens of *Ameiurus melas* from the reservoirs of Transcarpathia (Ukraine) are shown. Statistically significant differences were found for 21 out of 27 analyzed traits.

Key words: alien species, *Ameiurus nebulosus*, brown bullhead, *Ameiurus melas*, morphometric characteristics, meristics characteristics.

Експансія неаборигенної фауни являється однією з основних загроз біорізноманіттю во всем мире [1, 2]. В останні десятиліття спостерігається активне заселення чужеродними видами риб водних екосистем.

Серед чужеродних видів риб особливе місце займають представники родини Ictaluridae (Ікталурові). Три види сомов: американський (коричневий) сомик *Ameiurus nebulosus* (Le Sueur, 1819), американський чорний сомик *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), американський (жовтий) сомик *Ameiurus natalis* (Le Sueur, 1819) були завезені в Європу [3, 4]. В той час як *A. natalis* був завезен в 1906 г. і утворив самостійні популяції тільки в Італії, інші два види широко розселилися по всьому континенту [5, 6].

A. melas широко розповсюджений в Європі. Вперше за межами рідного ареалу обитання виявлений в 1871 г. в Європі во Франції в 1871 г. [7]. Значно пізніше, вже в 1904 г. його знайшли в Італії [8], в Нідерландах в 1936 г., а також в Польщі в 1953 г. [9]. В Україні він

впервые зарегистрирован в 2004 г. только в реке Тиса, Закарпатье [10]. До настоящего времени на территории Беларуси зарегистрирован не был.

Историческим ареалом обитания *A. nebulosus* являются пресные воды Северной Америки от области Великих Озер до Флориды [11]. В 1871 г. о нем впервые сообщили во Франции [12], а затем в 1885 г. был завезен в Германии как декоративная рыба [13]. Сейчас американский коричневый сомик встречается в пресных водах многих европейских стран [6]. В Беларуси он распространился с 1935 г. (завезен из Германии в пределы западных областей БССР) [14]. В середине 50-х годов XX в. встречался исключительно в озерах и прудах Брестской области [15]. В настоящее время встречается практически во всех районах юго-запада Беларуси [16].

Морфологически *A. nebulosus* и *A. melas* трудно отличимы между собой, ввиду чего американские сомики, впервые отловленные в водоемах Франции, Италии и Румынии, были ошибочно идентифицированы как *A. nebulosus*, являясь при этом *A. melas* [17].

Таким образом, цель данной работы – изучить морфометрические показатели американского коричневого сомика из озера Олтушского (Малоритский район Брестской области) в сравнении с особями американского черного сомика из литературных данных.

Материал был собран в ноябре 2020 г. в озере Олтушском (бассейн реки Мухавец) Малоритского района Брестской области. Озеро характеризуется илистым дном, частично покрыто водными растениями.

Лов рыбы осуществляли ловушками зонтичного типа (раколовки) с размером ячеи 0,5 см, установленные недалеко от берега на глубине от 1,5 м. Обработку материала производили в лабораторных условиях. Определение морфометрических показателей выполняли в соответствии с общепринятыми методиками [18]. Определяли длину, массу, пол и возраст особей. Возраст рыбы определялся по позвонкам [19]. Всего проанализировано 35 морфометрических признаков.

A. nebulosus был идентифицирован с помощью признаков, предложенных Новаком [9], который обобщил ряд диагностических признаков, предложенных в более ранних работах [20].

Результаты обрабатывали статистически: проводили вычисление средней арифметической (M), ее ошибки (m), границ вариации признаков (Lim) и стандартного отклонения (SD). Полученные данные сопоставляли с результатами исследований других авторов по американскому черному сомику в приобретенном ареале. Различия между особями коричневого сомика из оз. Олтушского (Беларусь) и особями черного сомика из водоемов Закарпатье (Украина) оценивали с помощью двухвыборочного t -критерия для независимых выборок (t_{st}) (табл. 1).

Нами было отловлено 22 особи американского сомика. Согласно полученным данным, особи имели длину от 104,8 до 172 ($128,22 \pm 2,81$) мм и массу от 24,72 до 107,63 ($39,1 \pm 3,64$) г.

Таблица 1

Линейно-весовые показатели американского сомика в уловах экспериментальными ловушками зонтичного типа в оз. Олтушском Малоритского района

Возраст	Кол-во экз.	l , мм			W , г		
		lim	$M \pm m$	SD	lim	$M \pm m$	SD
2+	11	104,8–128	$119,35 \pm 1,82$	6,04	24,72–33,83	$29,85 \pm 0,92$	3,05
3+	7	127–137	$131,57 \pm 1,43$	3,78	34,63–44,83	$39,65 \pm 1,48$	3,91
4+	3	135–140	$138,33 \pm 1,67$	2,89	45,48–52,2	$44,88 \pm 1,94$	3,36
5+	1	172	–	–	107,63	–	–
Общая	22	104,8–172	$128,22 \pm 2,81$	13,16	24,72–107,63	$39,1 \pm 3,64$	17,09

Примечание. l – длина без хвостового плавника, W – масса.

Основные диагностические признаки двух видов американских сомов и особей, отловленных нами, представлены в табл. 2. Согласно полученным данным, у особей, отловленных нами, отсутствовало утолщение анального плавника, как у особей *A. nebulosus*, в то время как у *A. melas* есть утолщение с черной или темной пигментацией. Зубцы на луче пектрального плавника были хорошо развиты по всей длине луча, количество лучей в анальном, каудальном и дорсальном плавниках входило в диапазон варьирования данных признаков у особей *A. nebulosus*. После этого 22 особи американского сомика были идентифицированы как коричневый американский сомик *A. nebulosus*.

Диагностические признаки *A. melas* и *A. nebulosus* (предложенные Новаком, 2010) в сравнении с особями в уловах экспериментальными ловушками зонтичного типа в озере Олтушском

Признак	<i>A. melas</i>	<i>A. nebulosus</i>	Наши данные ($n = 22$)
Утолщение основания анального плавника	Есть	Нет	Нет
Пигментация мембраны анального плавника	Черная или темная	Отсутствие пигмента	Отсутствие пигмента
Окраска тела	Равномерная	Пятнистая	Частично пятнистая
Количество лучей в анальном плавнике	17–21	21–24	19–21
Количество лучей в каудальном плавнике	15–18	18–19	18–19
Количество лучей в дорсальном плавнике	5–6	6–7	6
Зубцы на первом луче пектрального плавника	Слабо развиты или отсутствуют; всегда отсутствуют вблизи кончика	Хорошо развиты вдоль всего луча, пилообразные	Хорошо развиты вдоль всего луча, но иногда отсутствуют у кончика

Нами было проведено сравнение пластических признаков особей *A. nebulosus* из оз. Олтушского Малоритского района с аналогичными показателями *A. melas* из водоемов Закарпатья (Украина) [21]. В связи с тем, что морфометрические данные *A. melas* из водоемов Закарпатья не были разделены по половому признаку, для сравнения мы также использовали данные по смешанной выборке. При этом учитывались показатели лишь тех особей, чья длина тела без хвостового плавника составляла от 11,8 до 14 см включительно (всего 19 особей), что соответствует границам вариации данного признака у *A. melas* из водоемов Закарпатья (табл. 3).

Сравнительная характеристика пластических признаков *A. melas* из водоемов Закарпатья (Украина) и *A. nebulosus* из озера Олтушского Малоритского района (наши данные, Беларусь)

Признак	<i>A. nebulosus</i> (наши данные) $n = 19$		<i>A. melas</i> (Мовчан, 2014) $n = 26$		t_{st}
	<i>Lim</i>	$M \pm m$	<i>lim</i>	$M \pm m$	
l , см	11,8–14	12,78 ± 1,68	11,5–15,4	12,93 ± 0,20	0,09
в % от длины без С					
H	16,43–22,14	19,6 ± 0,29	22,2–29,8	26,30 ± 0,33	14,43
iH	10,0–20,08	17,33 ± 0,54	16,7–21,3	19,30 ± 0,24	3,33
h	9,63–15	11,13 ± 0,32	10,3–12,8	11,60 ± 0,11	1,39
ih	2,96–4,62	3,79 ± 0,1	–	–	–
aD	33,9–39,48	36,93 ± 0,34	38,2–43,3	40,30 ± 0,25	7,99
pD	43,33–54,84	50,79 ± 0,65	53,8–61,0	57,00 ± 0,37	8,30
aP	15,78–25,71	22,36 ± 0,59	–	–	–
aV	41,46–53,13	47,3 ± 0,58	47,6–64,2	51,90 ± 0,57	5,66
aA	59,32–65,71	62,45 ± 0,39	49,6–70,5	64,30 ± 0,75	2,19
pl	12,68–17,8	15,49 ± 0,27	14,6–18,2	16,60 ± 0,19	3,36
P-V	25,22–27,69	25,22 ± 0,38	24,0–30,1	27,60 ± 0,31	4,85
V-A	14,07–23,73	17,13 ± 0,54	11,2–18,4	14,60 ± 0,35	3,93
lD	6,77–9,23	8,15 ± 0,14	6,5–9,5	8,5 ± 0,13	1,83
hD	7,57–17,21	13,98 ± 0,62	14,7–21,4	18,90 ± 0,32	7,05
lA	18,33–24,41	22,9 ± 0,41	18,9–24,5	22,10 ± 0,28	1,61
hA	10,37–14,41	11,95 ± 0,24	10,0–17,4	13,20 ± 0,30	3,25
lP	10,0–17,5	14,17 ± 0,39	13,3–18,3	15,80 ± 0,27	3,44
lV	8,35–14,77	11,97 ± 0,42	12,2–15,8	13,8 ± 0,15	4,10
lC	16,15–21,87	19,26 ± 0,36	17,6–23,6	20,70 ± 0,37	2,79
% от длины головы					
ic	65,58–90,63	75,92 ± 1,71	–	–	–
r	30–48,95	37,83 ± 1,23	35,5–43,6	39,40 ± 0,36	1,23
o	12,81–21,21	16,33 ± 0,51	9,1–13,2	11,30 ± 0,22	9,06
op	45,25–65,63	51,78 ± 1,16	45,4–60,4	51,90 ± 0,60	0,09
or	44,57–75,0	53,69 ± 1,62	–	–	–

Признак	<i>A. nebulosus</i> (наши данные) $n = 19$		<i>A. melas</i> (Мовчан, 2014) $n = 26$		t_{st}
	<i>Lim</i>	$M \pm m$	<i>lim</i>	$M \pm m$	
hc	37,14–71,88	56,84 ± 1,94	59,2–70,5	64,90 ± 0,63	3,95
io	20,0–62,5	46,43 ± 1,98	47,2–58,8	53,30 ± 0,57	3,33
Cir-1	40,72–68,75	52,25 ± 1,56	38,0–62,0	47,70 ± 1,18	2,33
Cir-2	63,35–134,38	99,45 ± 4,27	79,1–104,8	90,0 ± 1,26	2,12
Cir-3	27,31–90,62	64,91 ± 3,77	35,3–59,3	46,50 ± 1,15	4,67
Cir-4	31,67–51,43	43,38 ± 1,23	36,5–66,8	57,3 ± 1,38	7,53

Примечание. Полужирным шрифтом обозначены значения t_{st} , достоверные при $p < 0,05$.

Сравнение пластических признаков особей *A. nebulosus* из оз. Олтушского (Малоритский район Беларусь) и особей *A. melas* (пруд у пос. Малая Добронь, Закарпатье, Украина) показало статистически значимые отличия по 21 из 27 проанализированных признаков (табл. 3). Достоверные различия указаны при уровне значимости $p < 0,05$ ($t_{st} = 2,018$).

По нашим расчетам особи *A. nebulosus*, отловленные нами из оз. Олтушского (Малоритский район), имели достоверно большие значения по пяти признакам (вентральноанальное расстояние ($t_{st} = 3,93$), диаметр глаза (9,06), длины усов cir-1, cir-2, cir-3 ($t_{st} = 2,33$; 2,12 и 4,67 соответственно)), чем у особей *A. melas* из водоемов Закарпатье, Украина. В то же время у особей *A. melas* (Закарпатье, Украина) более выражены признаки, такие как наибольшая высота тела ($t_{st} = 14,43$), антедорсальное (7,99) и постдорсальное (8,30) расстояния, длина дорсального плавника (7,05).

Все отловленные особи семейства Ictaluridae (оз. Олтушское, Малоритский район, Брестская область) были идентифицированы нами как американский коричневый сомик *A. nebulosus* (отсутствовало утолщение анального плавника, зубцы на луче пектрального плавника были хорошо развиты по всей длине луча, количество лучей в анальном, каудальном и дорсальном плавниках входило в диапазон варьирования данных признаков у особей *A. nebulosus*).

Сравнение пластических признаков особей, отловленных нами (оз. Олтушское Малоритского района), и особей *A. melas* (пруд у пос. Малая Добронь, Закарпатье, Украина) показало статистически значимые отличия по 21 из 27 проанализированных признаков. Особи *A. melas* имели достоверно большие показатели по всем анализируемым признакам ($p < 0,05$), за исключением вентроанального расстояния, диаметра глаза и длин усов cir-1, cir-2, cir-3.

Литература

1. Hirsch P.E. et al. What do we really know about the impacts of one of the 100 worst invaders in Europe? A reality check // *Ambio*. – 2016. – Vol. 45, № 3. – P. 267–279.
2. Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S. Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management // Kluwer Academic Publishers. – Dordrecht, Boston, London. – 2002. – 583 p.
3. Carlander K.D. Life history data on centrarchid fishes of the United States and Canada // *Handbook of freshwater fishery biology*. 1st Ed. – Iowa State University Press, Ames. – 1977. – Vol. 2. – 431 p.
4. Walter R.P. et al. Rapid genetic identification of brown bullhead (*Ameiurus nebulosus*), black bullhead (*Ameiurus melas*) and their hybrids // *Conservation Genetics Resources*. – 2014. – Vol. 6. – P. 507–509.
5. Wilhelm S. A Berettyóés Ér folyók fekete törpeharcsa (*Ictalurus melas*, Rafinesque, 1820) állományának biometriai vizsgálata // *Múzeumi Füzetek Kolozsvár*. – 1999. – Vol. 7. P. 131–134.
6. Rutkayová J. et al. *Ameiurus melas* (black bullhead): morphological characteristics of new introduced species and its comparison with *Ameiurus nebulosus* (brown bullhead) // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. – 2013. – Vol. 23. – P. 51–68.
7. Boët P. Le poisson-chat *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1920) // *Atlas des poissons d'eau douce de France*. Eds. P. Keith, J. Allardi. – Paris: Patrimoines naturels, MNHN. – 2001. – Vol. 47. – P. 222–223.
8. Tortonese E. Osteichthyes (Pesti Ossei) // *Fauna Ittica*. – 1970. – Vol. 10. – 565 p.
9. Nowak M. et al. First record of the black bullhead *Ameiurus melas* (Teleostei:Ictaluridae) in Poland // *J. Fish Biol.* – 2010. – Vol. 76. – P. 1529–1532.

10. Koščo J. et al. Príspevok k poznaniu rýb tokov Zakarpatskej oblasti Ukrajiny // Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis (Prirodné vedy). – 2004. – Vol. 40. – P. 138–152.
11. Craig, Cody A. et al. Occurrence of *Ameiurus nebulosus* (Brown Bullhead) in Texas // South-eastern Naturalist. – 2015. – Vol. 14 (2). – P. 35–37.
12. Vivier P. Poissons et crustacés d'eau douce acclimatés en France en eaux libres depuis le début du siècle // Terre Vie. – 1951. – Vol. 98. – P. 57–82.
13. Nowak M. et al. Non-native freshwater fishes in Poland: an overview // AACL Bioflux. – Vol. 1 (2). – 2008. – P. 173–191.
14. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1965. – С. 339–344.
15. Макушок М.Е. Карликовый сомик, его хозяйственное значение и биологические особенности. – Мн.: Академия наук БССР, 1951. – 64 с.
16. Охременко Ю.И., Гайдученко Е.С. Сведения о распространении инвазивного вида рыб американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси // Актуальные проблемы экологии: Сб. науч. ст. – М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окр. среды; редкол.: А.Е. Караевский (гл. ред.), Г.Г. Юхневич, И.М. Колесник. – Гродно: ГрГУ, 2021. – С. 43–44.
17. Bănărescu P. Pzitia sistimatica a somnului pitis american acclimatizat in apele Romaniei // St. Cerc. Biol. Ser. Zoologie. – 1968. – Vol. 20. – P. 261–263.
18. Правди И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 372 с.
19. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. – 164 с.
20. Scott W.B., Grossman E.I. Freshwater fisher of Canada. Channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) // Bull. Fish. res. board Canada. – 1973. – № 184. – P. 604–610.
21. Movchan Y.V. et al. Fishes of the genus *Ameiurus* (Ictaluridae, Siluriformes) in the transcarpatian water bodies // Vestnik zoologii. – 2014. – Vol. 48 (2). – P. 149–156.

УДК 504.5:594.124(265.52)"2021"

П.В. Рудев, А.В. Климова

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

**АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МИДИИ ТИХООКЕАНСКОЙ
(*MYTILUS TROSSULUS*) В БУХТЕ ПЕТРОПАВЛОВСКОЙ
(АВАЧИНСКАЯ ГУБА, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В 2021 Г.**

Определены уровни содержания десяти металлов в тканях двустворчатых моллюсков (*Mytilus trossulus*) в бухте Петропавловской в 2021 г. Район исследований, расположенный в Авачинской губе, характеризуется развитой портовой инфраструктурой со значительным преобразованием литоральной зоны. В зависимости от сезона сбора мидий выявлены различия в накоплении некоторых металлов. Так, в весенний период содержание элементов в моллюсках уменьшалось в следующей последовательности: Al > Zn > Sr > Mn > Cr > Cu > Ni > Pb > Ba > Cd, в осенний период убывающий ряд отличался последовательностью только четырех элементов: Cu > Cr > Pb > Ni. В целом концентрации токсичных металлов в проанализированных пробах *M. trossulus* не превышали установленные санитарно-гигиенические нормативы. Как пищевое нерыбное сырье исследованные моллюски безопасны по содержанию Zn, Cu, Pb и Cd.

Ключевые слова: *Mytilus trossulus*, биоаккумуляция, тяжелые металлы, кадмий, медь, свинец, цинк, бухта Петропавловская.

P.V. Rudev, A.V. Klimova

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

**ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN PACIFIC MUSSELS (*MYTILUS TROSSULUS*)
IN PETROPAVLOVSKAYA BAY (AVACHA BAY, SOUTHEASTERN KAMCHATKA)
IN 2021**

The levels of ten metals in the tissues of bivalve mollusks (*Mytilus trossulus*) in Petropavlovskaya Bay in 2021 were determined. The study area, located in Avacha Bay, is characterized by a developed port infrastructure with a significant transformation of the littoral zone. Depending on the season of mussel collection, differences in the accumulation of some metals were established. So, in the spring period, the content of elements in molluscs decreased in the following sequence: Al > Zn > Sr > Mn > Cr > Cu > Ni > Pb > Ba > Cd, in the autumn period, the decreasing series differed in the sequence of only four elements: Cu > Cr > Pb > Ni. In general, the concentrations of toxic metals in the analyzed samples of *M. trossulus* did not exceed the established sanitary and hygienic standards. As food non-fish raw materials, the studied mollusks are safe in terms of the content of Zn, Cu, Pb and Cd.

Key words: *Mytilus trossulus*, bioaccumulation, heavy metals, cadmium, copper, lead, zink, Petropavlovskaya Bay.

С перспективой развития Северного морского пути динамично развивающимся районом Дальнего Востока России и, соответственно, испытывающим прогнозируемое увеличение антропогенного воздействия, стала Авачинская губа. Именно здесь расположен г. Петропавловск-Камчатский, занимающий значительную часть северо-восточного побережья бухты. Кроме того, вдоль всего берега сконцентрированы производственные мощности краевого центра – рыбоперерабатывающие предприятия, судоремонтные заводы, причальные сооружения и места бункеровки флота. Береговая черта некоторых бухт полностью трансформирована, их прибрежные сообщества находятся в крайне угнетенном состоянии [1, 2]. Одним из таких районов

является бух. Петропавловская (Петропавловская гавань, Петропавловский ковш), побережье которой занимают двенадцать причалов АО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт».

В настоящее время территория порта испытывает постоянную техногенную нагрузку. Основными источниками загрязнения морской части побережья являются поступление нефтепродуктов, работа портового оборудования, хранение и перегрузка угля и металлов, дымовые трубы автономных котельных и дизель-генераторных установок, сварочные посты, обработка металлов, покрасочные работы, установка производства бетона, бытовой мусор, сброс хозяйственно-бытовых сточных вод и ливневых стоков [3].

Развитие инфраструктуры морского торгового порта может быть связано с увеличением уровня загрязнения бух. Петропавловской, в первую очередь тяжелыми металлами (ТМ). Поэтому организация здесь станции постоянного мониторинга экологического состояния является перспективным решением для контроля качества окружающей среды в последующие годы активной эксплуатации порта.

В мировой практике в целях биомониторинга широко применяются бентосные организмы – макроводоросли и моллюски [4, 5]. Использование митилид в качестве биомаркеров для определения по ним содержания загрязняющих веществ в среде включено в стандартные протоколы экологического мониторинга ряда стран. В прикамчатских водах одним из наиболее распространенных видов двустворчатых моллюсков является мидия тихоокеанская (*Mytilus trossulus*), для которой характерны устойчивость к металлическому загрязнению среды обитания и возможность развития на причальных сооружениях и других искусственных субстратах. Поэтому целью настоящего исследования являлось определение уровней содержания ТМ в мягких тканях мидии тихоокеанской в бух. Петропавловской в весенний и осенний периоды.

Бухта Петропавловская находится в северо-восточной части Авачинской губы, которая врежется в материк в северном направлении на 1,1 км, образуя с западной стороны полуостров, названный Сигнальным (рис. 1, А – В). На противоположной (восточной) стороне бухты расположена сопка Петровская. Площадки, на которых АО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт» осуществляет свою хозяйственную деятельность, локализованы с двух сторон от бух. Петропавловской – с западной и с восточной. Одна площадка (западная) находится на мысе Сигнальном, вторая площадка (восточная) – у подножия сопки Петровской [3].

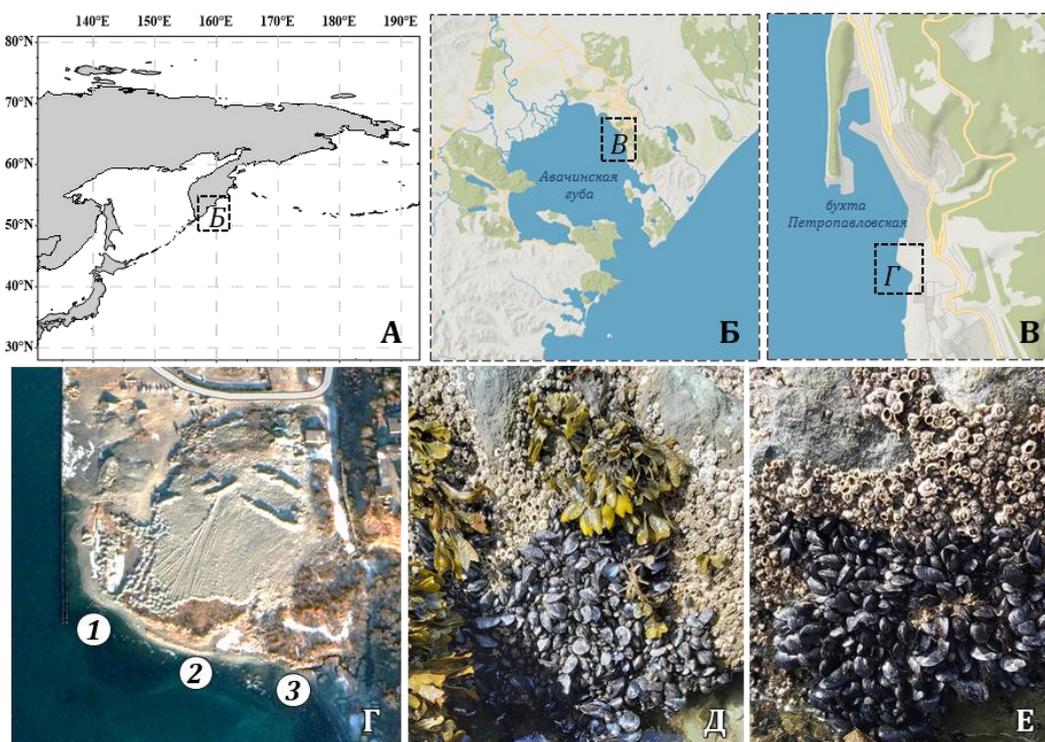


Рис. 1. Район и объекты исследования: А – укрупненная карта-схема района исследований; Б – Авачинская губа; В – бухта Петропавловская; Г – станции отбора проб в бух. Петропавловской у южной границы причала № 12; Д, Е – поселения мидий на крупновалунном грунте

Сбор двустворчатых моллюсков мидии тихоокеанской проводили у восточного побережья бух. Петропавловской, у южной границы АО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт» (у причала № 12) (рис. 1, В). В этом месте ведутся работы по укреплению берега. Рядом на открытой площадке хранится песок, щебень, есть мобильная установка по производству бетона.

Пробы моллюсков в районе исследований отбирали посезонно, во время отлива в литоральной зоне. Сбор проводили весной (06.05.2021 г.) и осенью (03.10.2021 г.) с трех станций, расположенных на расстоянии около 150 метров друг от друга (рис. 1, Г). В мае температура воды в районе исследования составляла +7°C, соленость – 24‰, в октябре – +9°C и 25‰ соответственно. Каждая проба составляла от 50 до 100 особей мидий.

Отбор моллюсков на станции № 1 (52°59'58.0"N, 158°39'08.0"E) проводили с литоральных ванн. Здесь же встречались раки-отшельники, бурые водоросли и зеленые нитчатые водоросли (рис. 1, Д). На створках мидий в ограниченном количестве обнаружены асцидии и баянусы. В октябре в результате земляных работ литоральные ванны были засыпаны грунтом, поэтому пробы мидии собирали с металлических свай строящегося пирса. Литоральная станция № 2 располагалась южнее на 150 м (52°59'56.2"N, 158°39'10.5"E). Поселения мидий здесь развивались на крупных валунах, встречались баянусы и раки-отшельники (рис. 1, Е). Станция № 3 находилась еще южнее у склона сопки, в непосредственной близости с устьем небольшого ручья (52°59'55.9"N, 158°39'15.1"E). Друзы мидий развивались на крупных валунах совместно с зелеными ульвовыми водорослями.

В лабораторных условиях собранные пробы моллюсков разделяли на размерно-возрастные группы и препарировали. Затем мягкие ткани высушивали в сушильном шкафу при температуре 60°C до постоянной массы. Подготовленные навески минерализовали азотной кислотой в системе микроволнового разложения проб Ethos UP (Milestone, Италия). Определение концентрации металлов (Cd, Ba, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn, Sr, Mn, Al) выполняли на атомно-эмиссионном спектрометре MP-AES 4200 (Agilent Technologies, США). Пересчет и вычисление абсолютных конечных значений измерений проводили в программе MP Expert (Agilent Technologies, США). Точность определения концентраций элементов в пробах контролировали по анализу стандартных образцов, загрязнения реактивов проверяли по анализу холостых проб. Все полученные значения содержания металлов в мягких тканях *M. trossulus* в настоящей работе приведены в пересчете на сухую массу. Для элементного анализа были использованы 20–30 экземпляров мидий с размером створок более 3 см.

Результаты выполненных измерений содержания химических элементов в мягких тканях *M. trossulus* за весь период исследований представлен в табл. 1. Следует отметить, что в моллюсках для всех металлов характерен широкий диапазон изменчивости концентраций, максимальные ранги выявлены для Al, Cr и Ni, наименьшая вариабельность значений установлена для Zn.

Таблица 1

Содержание металлов в мягких тканях двустворчатых моллюсков *Mytilus trossulus* из бухты Петропавловской в 2021 г.

Статистические показатели	Концентрация металлов (мкг/г сухой массы)									
	Cd	Ba	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn	Sr	Mn	Al
Min	0,37	0	4,5	1,5	1,9	6,6	85	25	22	722
Max	1,5	3,3	18	17	12	78	173	85	64	4 627
Median	1,1	2,0	12	3,1	8,0	11	115	58	32	984
Av	1,0	1,9	11	5,8	7,5	21	120	57	37	1 593
SD	0,46	1,1	4,3	5,9	3,3	28	30	28	16	1 517

Примечание. Min – минимальное значение, Max – максимальное значение, Median – медиана, Av – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение.

В зависимости от сезона сбора проб изученных моллюсков аккумуляция металлов в мягких тканях *M. trossulus* имела свои особенности (рис. 2). В весенний период содержание ТМ уменьшалось в следующей последовательности: Al > Zn > Sr > Mn > Cr > Cu > Ni > Pb > Ba > Cd, в осенний – Al > Zn > Sr > Mn > Cu > Cr > Pb > Ni > Ba > Cd. Сезонные различия были выявлены в накоплении митидами Cu, Cr, Pb и Ni. Отдельно следует отметить, что в целом в пробах моллюсков, собранных в мае, содержание некоторых металлов превышало таковые в октябре в несколько раз. Исключение выявлено в отношении Zn и Pb, их концентрация в пробах наоборот

незначительно увеличилась. Концентрация Al в тканях мидий весной достигала максимальных значений – 4 627 мкг/г, осенью она не превышала 791 мкг/г. К концу наблюдений средние значения содержания металлов снизились: Cr – в 4,5 раза, Sr – в 2,5 раза, Mn и Ni – в 2 раза, Ba – в 1,9 раз, Cu – в 1,6 раз и Cd – в 1,4 раз. Вероятно, повышенное содержание металлов в моллюсках в весенний период связано с их привнесением за счет терригенного стока и интенсивного снеготаяния, а также с особенностями фенологии развития мидий.

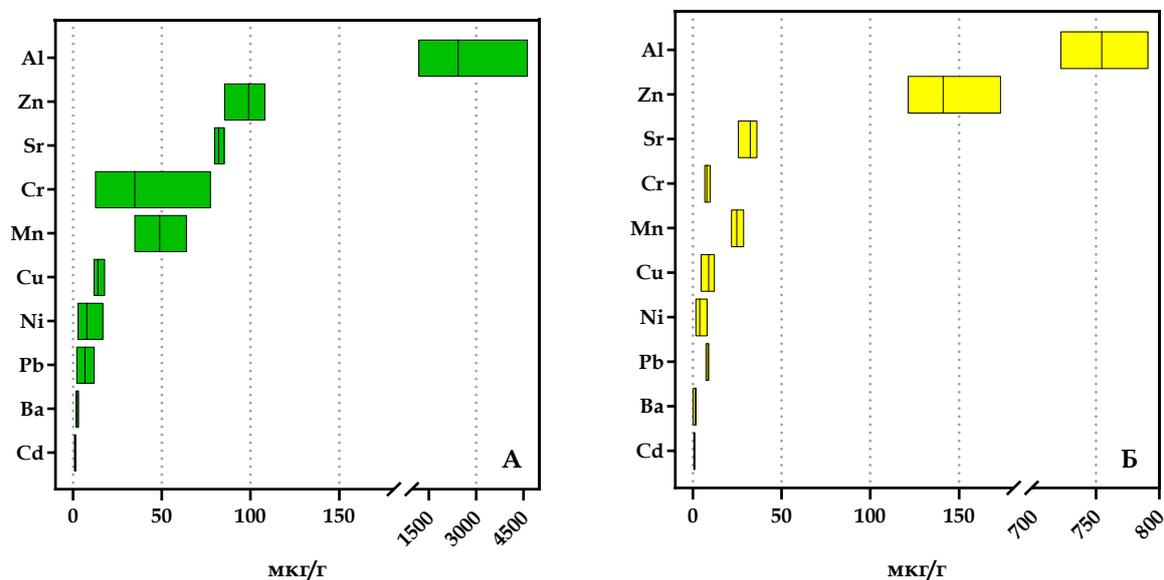


Рис. 2. Диапазоны концентраций металлов в мягких тканях двусторчатых моллюсков *Mytilus trossulus*, отобранных в бух. Петропавловской весной (А) и осенью (Б) 2021 г.

При сравнении полученных нами данных по содержанию Zn, Cu, Pb и Cd в мидиях из Авачинской губы с опубликованными результатами для моллюсков из близлежащих районов бухты следует отметить значительное увеличение концентраций металлов за десятилетний период (табл. 2). В частности, в мягких тканях *M. trossulus*, собранных у м. Санникова в осенний период в 2009 г., концентрация Zn была в пять раз ниже, Cu – в четыре раза и Pb – в семь раз [2]. Однако в бухте Бечевинской, расположенной в северной части Авачинского залива, в месте базирования военного флота накопление тяжелых металлов *M. edulis* было сопоставимо с полученными в настоящей работе данными для моллюсков с городского побережья [6]. Диапазоны содержания Zn, Cu и Cd в мидиях из промышленных районов Желтого и Северного морей также были близки к уровням этих металлов в митилидах из бух. Петропавловской [7, 8]. В то же время в мягких тканях последних концентрация Pb в четыре раза превышала таковую в моллюсках с побережья Циндао (табл. 2).

Таблица 2

Уровни содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Cd и Pb) в моллюсках (мг/кг сухой массы)

Район/нормативные документы	Год исследования	Виды**	Zn	Cu	Pb	Cd	Ссылка
Бухта Петропавловская, Камчатка	2020	<i>Mytilus trossulus</i>	120	11	7,5	1,0	[Настоящее исследование]
Мыс Санникова, Камчатка	2009	<i>Mytilus trossulus</i>	23	2,5	0,95	< 1,0	[2]
Бухта Бечевинская, Камчатка	1989	<i>Mytilus edulis</i>	89,3	7,4	–	3,3	[6]
Побережье Циндао, Желтое море		<i>Mytilus edulis</i>	70	9	1,8	1,5	[7]
Эстуарий Темзы, Северное море		<i>Mytilus edulis</i>	69,1	8,6	5,1	0,7	[8]
ПДУ, гигиенические нормативы ЕС*	–	Моллюски	–	–	7,5 (1,5)	7,5 (1,5)	[9]
ПДУ, гигиенические нормативы РФ*	–	Моллюски	1 000 (200)	150 (30)	10 (2,0)	10 (2,0)	[10]

* В скобках приведено содержание металлов в пищевом нерыбном сырье (мкг/г сырой массы) согласно нормативным документам.

** Видовые названия указаны согласно литературным источникам.

Согласно отечественным и зарубежным нормативным документам [9, 10], в целом содержание Zn, Cu, Pb и Cd в мягких тканях исследованных моллюсков бух. Петропавловской в 2021 г. не превышало ПДУ и, следовательно, проанализированные мидии являются безопасным пищевым нерыбным сырьем (табл. 2). В большинстве случаев концентрации тяжелых металлов в пробах *M. trossulus* были на порядок меньше установленных нормативных значений, однако в весеннее время в моллюсках, собранных в литоральной зоне станции № 2, выявлено незначительное превышение ПДУ Pb (табл. 1).

Литература

1. Лопатина Н.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения // Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 142–147.
2. Воздействие антропогенного загрязнения на состояние макробентоса в бухте Раковая (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка) / Н.Г. Клочкова, А.В. Климова, С.О. Очеретяна, А.Э. Кусиди, Е.В. Касперович // Вестник КамчатГТУ. – 2016. – № 35. – С. 53–64.
3. Оценка воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности Акционерного общества «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт» с оценкой воздействия на окружающую среду погрузо-разгрузочной деятельности в морском порту Петропавловск-Камчатский [Электронный ресурс]. – URL: http://port.kamchatka.ru/about/kamchatka_t.shtml.
4. 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 (1). – P. 61–68.
5. Wang W.-X., Lu G. Heavy Metals in Bivalve Mollusks // Chapter 21. Chemical Contaminants and Residues in Food (Second Edition). – Woodhead Publishing, 2017. – P. 553–594. DOI: 10.1016/B978-0-08-100674-0.00021-7.
6. Христофорова Н.К. Биоиндикация и биомониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
7. Liu F.J., Wang W.X. Linking trace element variations with macronutrients and major cations in marine mussels *Mytilus edulis* and *Perna viridis* // *Environ. Toxicol. Chem.* – 2015. – Vol. 34. – P. 2041–2050.
8. Spatial variation of trace metals within intertidal beds of native mussels (*Mytilus edulis*) and non-native Pacific oysters (*Crassostrea gigas*): implications for the food web? / D.J. Bray, I. Green, D. Golicher, R.J.H. Herbert // *Hydrobiologia*. – 2015. – Vol. 757. – P. 235–249.
9. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: Комиссия Таможенного союза, 2011. – 242 с.
10. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (с изменениями на 6 июля 2011 года). – М.: Минздрав России, 2002. – 36 с.

УДК 595.3(265.52)

Н.А. Седова¹, С.С. Григорьев²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский 683003;

² Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: sedova67@bk.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭВФАУЗИИД У ЮГО-ВОСТОЧНЫХ БЕРЕГОВ КАМЧАТКИ ВЕСНОЙ 2002, 2009, 2014 ГГ.

По материалам ихтиопланктонных съемок изучен качественный состав эвфаузиид у юго-восточного побережья Камчатки, показано их пространственное распределение, произведена количественная оценка численности и биомассы. Наиболее массовыми в весенних пробах 2002 г. были представители двух видов – *Thysanoëssa raschii* и *Th. longipes*. В 2009 г. массовый вид – *Th. inermis*, главным образом половозрелые особи. В весенних пробах 2014 г. доминировали взрослые особи и личинки *Th. inermis*, реже встречались половозрелые экземпляры *Th. longipes* и *Th. raschii*. Максимальные скопления в 2002 и 2009 гг. обнаружены в южной части района исследования над шельфом. Большие значения биомассы эвфаузиид (10,7 мг/м³) за счет половозрелых особей в 2014 г. отмечены в Авачинском заливе на станциях с глубинами 69 и 590 м. Уточнены сроки нереста *Th. longipes*, *Th. raschii* и *Th. inermis* у юго-восточных берегов Камчатки. Весной 2009 и 2014 гг. размножение эвфаузиид началось на 3 недели позже, чем в 2002 г.

Ключевые слова: эвфаузииды, распределение, численность, биомасса, сроки нереста, Авачинский залив.

N.A. Sedova¹, S.S. Grigoriev²

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

² Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography FEB RAS
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: sedova67@bk.ru

DISTRIBUTION OF EUPHAUSIIDS OFF SOUTHEASTERN COAST OF KAMCHATKA DURING SPRING 2002, 2009, 2014

Based on ichthyoplankton surveys, the qualitative composition of euphausiids off the southeastern coast of Kamchatka was studied, their spatial distribution was shown, and quantitative assessment of abundance was made. Representatives of two species, *Thysanoëssa raschii* and *Th. longipes* were the mass species. In 2009 *Th. inermis* was the mass species, mainly adults. Spring samples of 2014 were dominated by adults and larvae of *Th. inermis*, sexually mature specimens of *Th. longipes* and *Th. raschii* were less common. Maximum accumulations in 2002 and 2009 were found in the southern part of the study area above the shelf. Large values of euphausiid biomass (10.7 mg/m³) due to adults in 2014 were noted in Avacha Gulf in stations with bottom depths of 69 and 590 m. Spawning time of *Th. longipes*, *Th. raschii* and *Th. inermis* off the southeastern coast of Kamchatka were specified. In spring 2009 and 2014 spawning of Euphausiids started 3 weeks later than in 2002.

Key words: euphausiids, distribution, abundance, biomass, spawning time, Avacha Gulf.

Эвфаузиевые раки (Euphausiacea, русское название – черноглазки) представляют собой сравнительно небольшой отряд, характеризующийся высокой численностью и широким географическим распространением. Эти рачки являются важнейшим компонентом зоопланктона и входят в состав рациона многих промысловых видов рыб. Эвфаузииды имеют важнейшее значение в экономике рыбного и китобойного промыслов. В последнее время значение этих ракообразных возрастает в связи с непосредственным использованием их для пищевой промышленности [1].

Фауна эвфаузиид Мирового океана исследована неравномерно. Наиболее полно она изучена в областях наибольшего рыболовного и китобойного промыслов. Эвфаузииды северо-западной части тихоокеанских вод изучены недостаточно. Проблемы при изучении данной группы возникают из-за нерегулярных сборов планктона и недостаточной уловистости сетей, а также отсутствия в некоторых случаях ночных сборов. Особенно мало информации имеется о распределении и сроках развития эвфаузиид Авачинского и Кроноцкого заливов [2, 3].

Целью работы является изучение качественного состава, выявление закономерностей пространственного распределения и количественная оценка численности и биомассы эвфаузиид у берегов юго-восточной Камчатки весной 2002, 2009 и 2014 гг.

Материалом для данной работы послужили сборы планктона, выполненные в тихоокеанских водах у юго-восточного побережья Камчатки в апреле 2002 г. между 49°58' и 54°29' с. ш. и 155°10' и 161°31' в. д. над глубинами 55–1 100 м; в марте – апреле 2009 г. – между 50°56' и 53°58' с. ш. и 158°39' и 160°17' в. д. – над глубинами 14–1 800 м и в марте – мае 2014 г. – между 52°10' и 53°25' с.ш. и 158°39' и 160°17' в. д. – над глубинами 28–570 м (рис. 1). Использовали ихтиопланктонную коническую сеть с диаметром входного отверстия 80 см и шагом ячеи 0,56 мм. Выполняли вертикальный лов в слое 500–0 м. Всего было собрано 47 проб в 2002 г., 63 пробы в 2009 г. и 50 проб в 2014 г. Пробы обрабатывали по стандартной методике, принятой в рыбохозяйственных исследованиях [4].

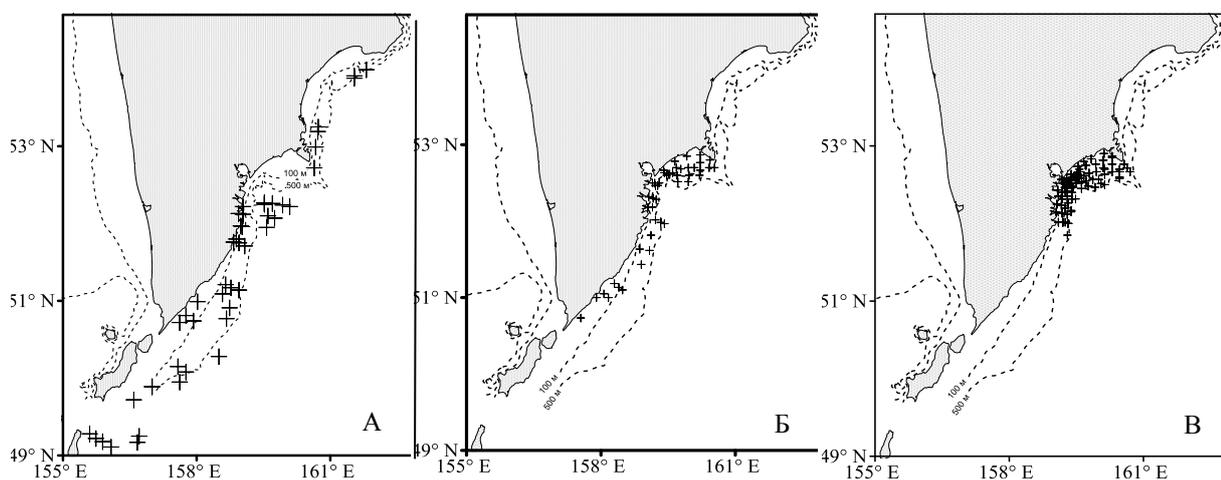


Рис. 1. Схема расположения станций: А – 2002 г., Б – 2009 г., В – 2014 г.

В имеющемся материале были обнаружены представители пяти видов эвфаузиид: *Euphausia pacifica* Hansen, 1911; *Thysanoëssa inermis* Krøyer, 1846; *Th. inspinata* Nemoto, 1963; *Th. longipes* Brandt, 1851; *Th. raschii* (M. Sars, 1864). Наиболее массовыми в весенних пробах 2002 г. были представители двух видов – *Th. raschii* и *Th. longipes*. В 2009 г. массовый вид – *Th. inermis*, главным образом половозрелые особи. В весенних пробах 2014 г. доминировали взрослые особи и личинки *Th. inermis*, реже встречались половозрелые экземпляры *Th. longipes* и *Th. raschii*.

Половозрелые и ювенильные особи были пойманы на станциях с глубинами от 29 до 1 700 м. Максимальное количество эвфаузиид отмечено в ночное время, так как днем рачки опускаются в более глубокие слои [5]. Плотность эвфаузиид на глубоководных станциях днем в слое 500–0 м не превышала 0,16 экз/м³. Ювенильные особи в апреле 2009 и 2014 гг. отмечены в четверти проб, в которых присутствовали эвфаузииды. Эти годы считаются гидрологически холодными. В более теплом 2002 г. ювенильные особи и фурцилии встречались намного чаще. Соотношение самцов и самок у всех обнаруженных видов колебалось в широких пределах – от 1 : 2 до 2 : 1 – и не зависело от глубины или времени суток.

Максимальные скопления в 2002 и 2009 гг. обнаружены в южной части района исследования над шельфом (рис. 2). Большие значения биомассы эвфаузиид (10,7 мг/м³) за счет половозрелых особей в 2014 г. отмечены в Авачинском заливе на станциях с глубинами 69 и 590 м (рис. 3). Поскольку в пробах из Авачинского залива в 2014 г. встречались как личинки, так и взрослые особи, средняя численность и биомасса всех эвфаузиид оказались достаточно высокими и составили 10,95 экз/м³ и 3,0 мг/м³ соответственно.

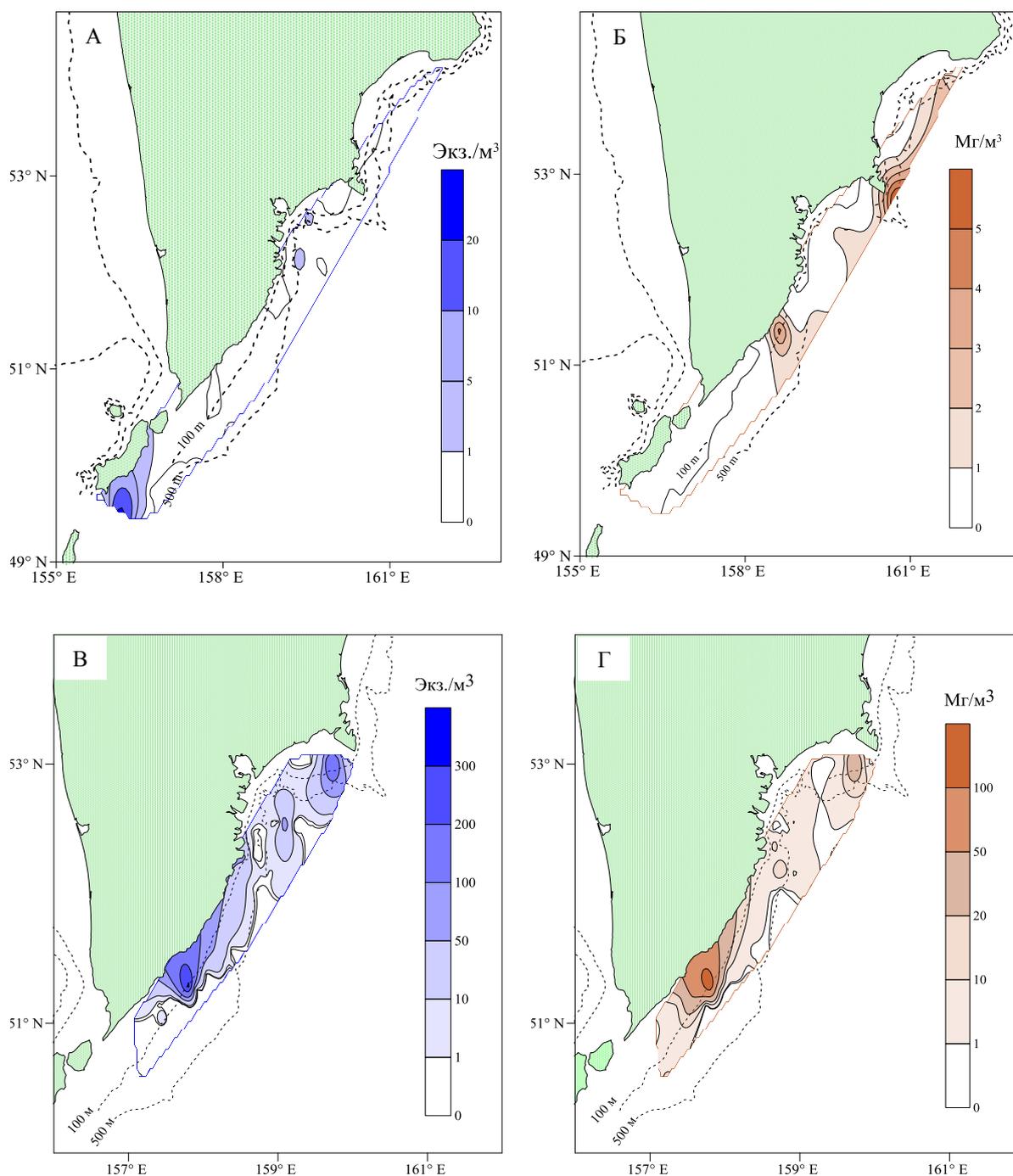


Рис. 2. Численность (А, В, экз./м³) и биомасса (Б, Г, мг/м³) эвфаузиид у юго-восточных берегов Камчатки весной 2002 (А, Б) и 2009 (В, Г) гг.

В 2002 г. фурцилии встречались единично на двух станциях с глубинами 73 и 210 м. В 2009 г. эта стадия обнаружена в 11,1% проб. Численность в среднем составляла 0,17 экз/м³, биомасса – 0,3 мг/м³. Максимальное скопление не превышало 9 экз/м. Фурцилии эвфаузиид в 2014 г. были обнаружены в 24,3% обработанных проб над глубинами 47–410 м. Численность в среднем составляла 4,28 экз/м³, биомасса – 0,74 мг/м³.

Кроме половозрелых особей и фурцилий, в 2002 г. в 10,6% планктонных проб над глубинами 250–1 700 м присутствовали яйца эвфаузиид. Численность яиц в пробах была относительно небольшой, не более 150 экз/м³, в среднем 6,07 экз/м³. В 2009 г яйца обнаружены в 30% проб. Численность на одной станции не превышала 331,6 экз/м³, а в среднем составляла 14,6 экз/м³. Кроме того, в 4,8% проб 2009 г. присутствовали личинки на стадии науплиус (0,23 экз/м³, глубины 50–100 м); в 9,5% отмечена стадия калиптопис (0,18 экз/м³, глубины 50–107 м).

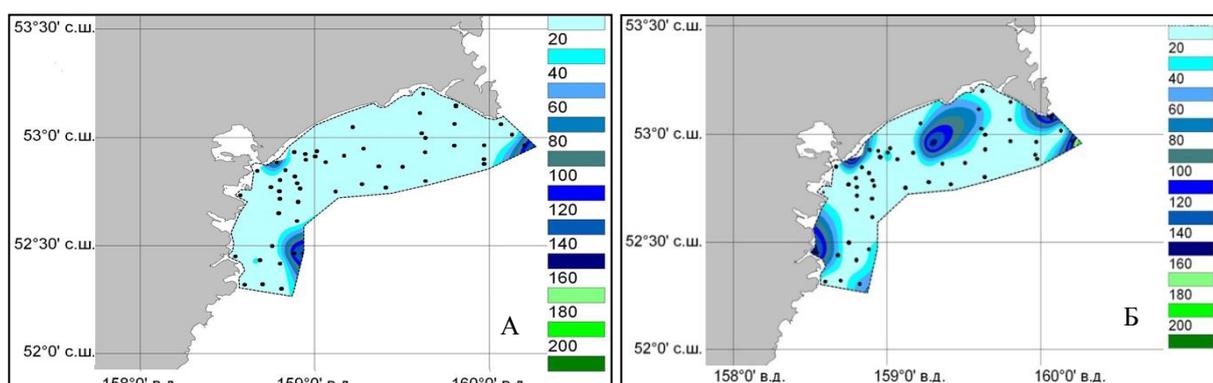


Рис. 3. Численность (А, экз/м³) и биомасса (Б, мг/м³) эвфаузиид в Авачинском заливе весной 2014 г.

***Thysanoëssa inermis*.** В 2002 г. половозрелые особи встречались единично, фурцилии не обнаружены. Представители *Th. inermis* были обнаружены в 73% обработанных в 2009 г. проб как над шельфом, так и за его пределами, преимущественно в районе юго-востока Камчатки на глубинах от 45 до 243 м, а в Авачинском заливе – на станциях с глубинами от 29 до 590 м. Максимальное количество *Th. inermis* отмечено в 2009 г. над глубинами от 57 до 92 м. Биомасса в южной части района исследований была выше, чем в Авачинском заливе, и в среднем составила 20 мг/м³ и 3 мг/м³ соответственно. Средняя плотность по всей акватории района в 2009 г. – 0,52 экз/м³. Взрослые экземпляры *Th. inermis* в 2014 г. были обнаружены в 57,5% обработанных проб на всей акватории Авачинского залива на станциях с глубинами от 28 до 570 м. Средняя численность составила в 2014 г. 1,12 экз/м³, биомасса – 1,71 мг/м³. Отмечено несколько больших скоплений этого вида в пределах надшельфовой зоны, представленное в основном личинками (фурцилиями). Высокую биомассу на отдельных станциях обеспечивали половозрелые *Th. inermis*.

***Thysanoëssa raschii*.** В 2002 г. представители этого вида обнаружены в 27,7% проб на станциях с глубинами 85–1 300 м. Средняя численность составила 0,35 экз/м³, биомасса – 1,16 мг/м³. В 2009 г. *Th. raschii* отмечены в 6,3% проб юго-восточной части Камчатского шельфа как над шельфом, так и за его пределами, на станциях с глубинами менее 500 м. Плотность составила в среднем 0,1 экз/м³ в Авачинском заливе и 0,3 экз/м³ – в юго-восточной части, а биомасса была в среднем 5,0 и 6,0 мг/м³ соответственно. В 2014 г. вид встречался над глубинами 32–500 м в 6,6% проб.

***Thysanoëssa inspinata*.** В 2002 г. вид единично встречался в 3,2% проб на станциях с глубиной 120–1 500 м, преимущественно в океанической части пелагиали (плотность составляла в среднем 0,01 экз/м³ и 0,03 мг/м³). В 2009 г. численность *Th. inspinata* составила в среднем 0,02 экз/м³ в Авачинском заливе и 0,01 экз/м³ на юге, биомасса – 0,08 и 0,09 мг/м³ соответственно. В 2014 г. этот вид в пробах не обнаружен.

***Thysanoëssa longipes*.** В 2002 г. вид присутствовал на станциях с глубиной 95–1 700 м в трети всех проб. Средняя численность составила 0,12 экз/м³, биомасса 1,77 мг/м³. Половозрелые и ювенильные особи обнаружены в 1,6% всех проб 2009 г., главным образом на станциях с глубинами до 80 м (южный район) и до 590 м (Авачинский залив). В Авачинском заливе плотность *Th. longipes* в 2009 г. составила 0,01 экз/м³, а биомасса – 0,4 мг/м³. В южной части района эти показатели были выше – 0,07 экз/м³ и 2 мг/м³ соответственно. В 2014 г. вид отмечен в 11,6% всех проб, на станциях с глубинами до 196–500 м, численность в среднем составила 70,43 экз/м³, а биомасса – 0,55 мг/м³.

Euphausia pacifica обнаружена только в пробах 2002 г. за пределами шельфовой зоны (415–1 200 м). Единичные экземпляры встречались в 6,4% проб.

По предположению Пономаревой [2], нерест *Th. longipes* должен начинаться в зимний период раньше всех остальных эвфаузиид. По данным Петряшева и Погодина [1], нерест *Th. inermis* в районе Курильских островов происходит до конца мая. Размножение *Th. raschii* в этих водах начинается на месяц позже и продолжается до конца июля. *Th. inspinata* в северной части Тихого океана нерестится в июле – августе [6]. *E. pacifica* приступает к размножению во второй половине лета при прогреве воды до 13–14°C [5].

В начале апреля 2002 г. в пробах на отдельных станциях обнаружено малое количество яиц диаметром 0,4 и 0,6 мм, с середины апреля до конца апреля количество яиц увеличивается (видимо, начинается массовый нерест). В это время в пробах обнаружено много половозрелых особей *Th. raschii*, которые могли откладывать крупные яйца. Крупных самок *Th. inermis* в пробах было очень мало (возможно, они уже отнерестились). Первые фурцилии, принадлежащие к виду *Th. longipes*, уже присутствовали в планктоне. Науплиусов и калиптописов обнаружено не было. Следовательно, пик откладки яиц *Th. longipes* уже прошел, а остальные виды еще только приступили к размножению.

С конца апреля по середину мая 2009 г. в планктоне присутствуют яйца эвфаузиид, по размеру принадлежащие к *Th. inermis*. Половозрелые самки в это время в большом количестве встречаются в пробах. В середине мая уже появились науплиусы этого вида, а после 20 мая – калиптописы. По сравнению с 2002 г., 2009 г. был намного холоднее, поэтому нерест начался позже. В 2009 г. в конце апреля обнаружено много фурцилий *Th. longipes*, половозрелых особей было очень мало. Это подтверждает предположение Пономаревой [2] о раннем размножении данного вида.

В конце мая – начале июня 2014 г. в планктоне уже нет яиц и науплиусов эвфаузиид. Калиптописы встречались единично до середины мая. Вероятно, они принадлежат *Th. inermis*, поскольку яйца этого вида и половозрелые особи обнаружены в пробах до середины мая, а во второй половине мая уже отмечены калиптописы в большом количестве, которые исчезают из проб в конце мая. Хищный вид *Th. longipes* в 2014 г. представлен фурцилиями в начале апреля и ювенильными особями в конце мая. Этот вид, вероятно, нерестится в марте.

Таким образом, наши данные подтверждают последовательность размножения отдельных видов, но несколько уточняют сроки нереста данной группы у камчатских берегов. Весна 2009 и 2014 гг. считается гидрологически холодной, поэтому размножение эвфаузиид началось на 2–3 недели позже, чем в 2002 г., который считается умеренным по тепловому балансу.

Литература

1. Петряшев В.В., Погодин А.Г. Отряд Эвфаузииды – Euphausiacea // Биота российских вод Японского моря / Под ред. акад. О.Г. Кусакина. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 97–107.
2. Пономарева Л.А. Эвфаузииды северной половины Тихого океана, их распространение и экология массовых видов. – М.: АН СССР, 1963. – 142 с.
3. Батищева Н.А. Состав и распределение зоопланктона у юго-восточного побережья Камчатки весной 2006 г. Исследования биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 11. – 2008. – С. 42–46.
4. Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1982. – 32 с.
5. Кузнецова Н.А. Некоторые черты биологии *Thysanoëssa inspinata* (Nemoto, 1963) в субарктических водах северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 116. – С. 199–205.
6. Ломакина Н.Б. Эвфаузииды Мирового океана (Euphausiacea). – Л.: Наука. 1978. – 222 с.

УДК 594.124 (265.54)

Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко

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

**ЗАВИСИМОСТЬ МАССЫ ОТ ДЛИНЫ РАКОВИНЫ У МИДИИ ГРЕЯ
CRENOMYTILUS GRAYANUS (BIVALVIA, MYTILIDAE)
ИЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

На большом фактическом материале установлены параметры зависимости общей массы (W) от длины раковины (L) мидии Грея *Crenomytilus grayanus* в северо-западной части Японского моря. Для восстановления значений индивидуальной массы (g) непромысловых особей ($L < 60$ мм) данного вида по известной длине ее раковины (мм) целесообразно использовать степенное уравнение следующего вида: $W = 0,151 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,970}$; для половозрелых особей ($L > 60$ мм) – $W = 0,147 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,988}$.

Ключевые слова: мидия Грея, *Crenomytilus grayanus*, длина раковины, общая масса особи, аллометрический рост, северо-западная часть Японского моря.

L.G. Sedova, D.A. Sokolenko

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

**LENGTH-WEIGHT RATIO OF MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS*
(BIVALVIA, MYTILIDAE) FROM NORTHWESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN**

The dependence of the total mass (W) on the shell length (L) of the mussel *Crenomytilus grayanus* from the northwestern part of the Sea of Japan was determined on the basis of a large amount of factual material. To restore the values of the individual weight (g) of non-commercial individuals ($L < 60$ mm) of this species from the known of shell length (mm), it is advisable to use the power equation of the following form: $W = 0.151 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2.970}$; for mature individuals ($L > 60$ mm) – $W = 0.147 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2.988}$.

Key words: mussel, *Crenomytilus grayanus*, shell length, shell weight, allometric growth, Sea of Japan.

Мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) – один из наиболее массовых видов двусторчатых моллюсков северо-западной части Японского моря. Основные поселения образует на глубинах от 5 до 20 м. Ресурсы ее значительны и составляют около 57 тыс. т [1]. Их освоение с различной периодичностью ведется с 1930-х годов [1–3]. На сегодняшний день допустимая интенсивность промысла данного вида определяется величиной рекомендуемого вылова (РВ). С целью обоснования величины РВ ежегодно отслеживается динамика его запасов и оценивается состояние скоплений. Исходными параметрами этой оценки являются численность особей на единицу площади, их размер (длина раковины) и индивидуальная масса. В расчетах обычно оперируют значением средней биомассы моллюсков на m^2 .

При невозможности прямого определения общей массы особей двусторчатых моллюсков в полевых условиях часто применяют степенные зависимости, связывающие онтогенетические изменения массы животных с линейными параметрами их раковин [4, 5]. При этом установленные зависимости для какого-то определенного вида в одном районе могут служить основой для корректного восстановления значения его общей массы по длине раковины в других районах. Особенно это актуально для мидии Грея. Это довольно сложный для изучения вид. Моллюски ведут прикрепленный образ жизни и обычно образуют агрегации в виде друз (рис. 1). В этой



Рис. 1. Друза мидии Грея

го филиала ВНИРО (ТИНРО). Сборы из залива Петра Великого и на участке от мыса Поворотного до мыса Золотого рассматривались по отдельности. У моллюсков штангенциркулем с точностью до 1 мм измеряли длину раковины и путем взвешивания с точностью до 0,1 г устанавливали общую прижизненную массу особи.

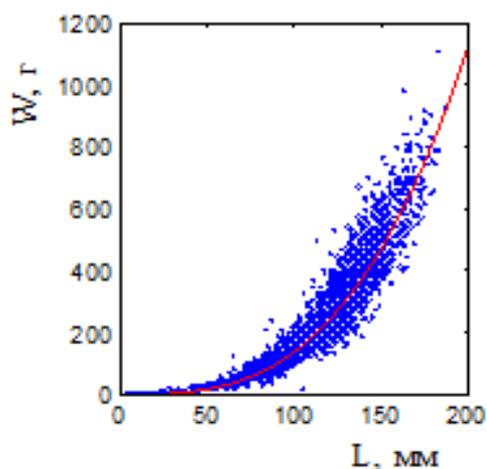
Перед взвешиванием их предварительно обсушивали на фильтровальной бумаге, а имеющиеся на них обрастания удаляли. Всего было проанализировано 6 370 экз. Соотношение между общей массой моллюсков (W , г) и длиной раковины (L , мм) аппроксимировали степенным уравнением $W = a L^b$ [4], где a и b – константы уравнения. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ Microsoft Excel, STATISTICA.

В наших сборах длина раковины у *S. grayanus* из зал. Петра Великого варьировала от 3 до 188 мм, индивидуальная масса – от 0,1 до 1 100 г; на участке от м. Поворотного до м. Золотого – 4–182 мм и 0,1–873 г соответственно. Зависимость между прижизненной массой моллюсков и длиной раковины в изученных районах показана на графиках (рис. 2), а рассчитанные параметры соответствующих уравнений 1 и 2 в таблице. Учитывая, что получены близкие значения, а размерная структура поселений мидии Грея в разные годы и в различных районах побережья Приморского края носит сходный характер [10], также было рассчитано единое уравнение (3) зависимости массы от длины раковины у мидии Грея для всего района (рис. 3, таблица).

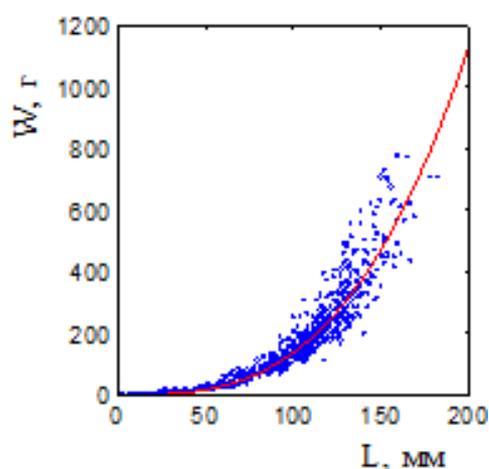
связи определить индивидуальную массу каждой особи без нарушения целостности друз не представляется возможным. В результате гибнет молодь, а одиночные взрослые особи после их возвращения в море формируют друзы малой величины, менее устойчивые к промысловому воздействию [6].

Цель данной работы – установить параметры зависимости общей массы от длины раковины мидии Грея в северо-западной части Японского моря.

Материал собран в августе – сентябре, т. е. в посленерестовый период мидии Грея [7–9] в 2007–2020 гг. водолазным способом на глубинах до 20 м на НИС «Убежденный» в ходе ежегодных экспедиционных исследований Тихоокеанско-



Залив Петра Великого



Участок от мыса Поворотного до мыса Золотого

Рис. 2. Зависимость массы от длины раковины в процессе роста мидии Грея

Параметры уравнений зависимости индивидуальной массы (г) от длины раковины (мм) у мидии Грея

$W = a \cdot L^b$ Dep. Var. : W Level of confidence: 95.0% ($p = 0.050$)								
№		Estimate	Standard – error	n, экз.	p-level	Lo. Conf – Limit	Up. Conf – Limit	Correlation
Залив Петра Великого								
1	a	0,000132	0,000011	5 222	0,000	0,000111	0,000153	0,88214
	b	3,010823	0,016707		0,000	2,97807	3,043577	
Мыс Поворотный – мыс Золотой								
2	a	0,000114	0,000021	1 148	0,000	0,000072	0,000156	0,87788
	b	3,040513	0,038349		0,000	2,965271	3,115754	
Весь район								
3	a	0,000147	0,000013	6 370	0,000	0,000122	0,000172	0,88265
	b	2,98797	0,0115530		0,000	2,9957526	3,018414	
Весь район (особи с длиной раковины до 60 мм)								
4	a	0,000151	0,00002	2 055	0,000	0,000113	0,000189	0,88403
	b	2,970138	0,033015		0,000	2,90539	3,034885	

Сравнение кривых полученных зависимостей показало правомочность применения единого уравнения для всего района от устья р. Туманной до м. Золотого (рис. 4). Используемые при расчете уравнения 6 370 измерений длины раковины и массы, а также широкий диапазон линейных размеров особей (3–188 мм), позволяют судить о его надежности для установления массы мидии Грея по ее линейному размеру. Коэффициенты уравнения значимы на 5%-м уровне ($p\text{-level} < 0,05$) (таблица).

По литературным данным, коэффициент b в уравнении аллометрического роста, рассчитанный для мидии Грея (114 экз.) в зал. Восток (зал. Петра Великого), имеет близкое значение – 3,0941 [11].

Для проверки уравнения были использованы значения массы особей для моллюсков с длиной раковины, точно соответствующей определенному размеру (5, 10, 15, 20 мм и т. д.), полученные с помощью прямых измерений (рис. 5).

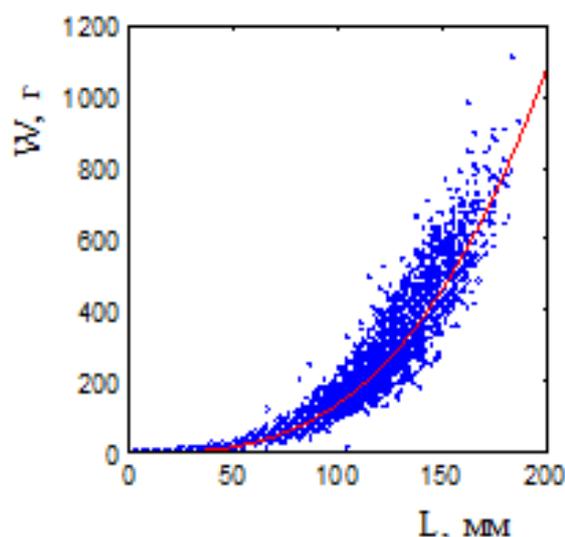


Рис. 3. Зависимость массы от длины раковины в процессе роста мидии Грея во всем районе



Рис. 4. Сравнение кривых зависимостей индивидуальной массы от длины раковины у мидии Грея

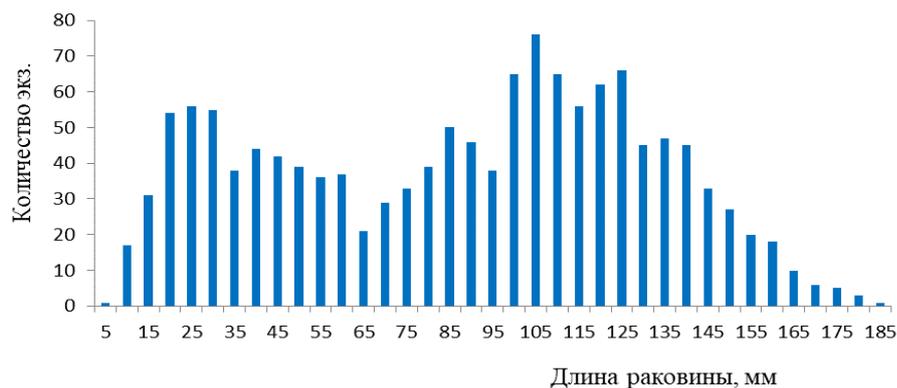


Рис. 5. Количество измеренных и взвешенных особей, длина раковины которых точно соответствовала определенным размерам

Несмотря на разброс значений индивидуальной массы у особей одного размера, определенной прямым взвешиванием, значение их средней массы и рассчитанное по уравнению 3, значимо не отличается (рис. 6).

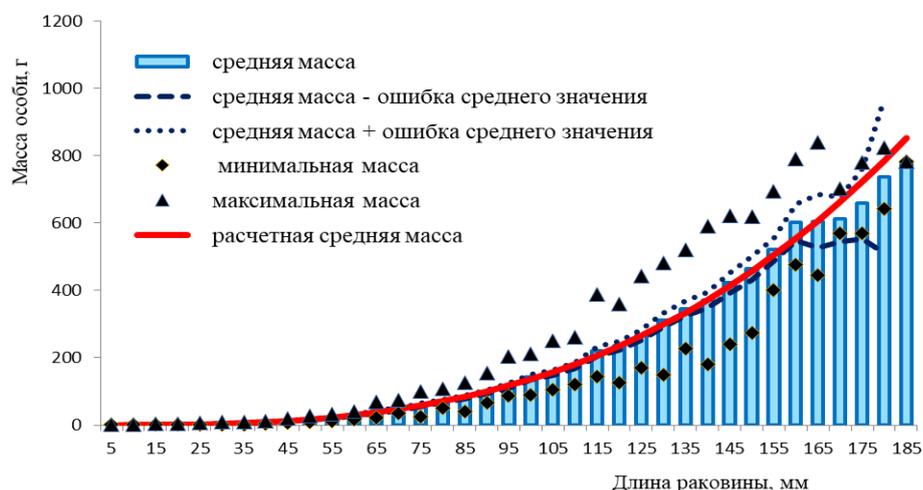


Рис. 6. Сравнение значений средней массы, рассчитанной по уравнению 3, с ее средним значением, установленным по оригинальным измерениям индивидуальной массы у особей определенного размера

Из литературных данных известно, что при высоких значениях средней длины раковины, например, у мидий *Mytilus edulis*, относительная ошибка средней при определении массы по уравнению составляет не более 20%, а с уменьшением средней – может возрастать до 100% [5].

Во избежание этого для установления массы моллюсков, имеющих мелкие размеры, к которым относятся неполовозрелые особи, была рассмотрена зависимость их массы от длины раковины (рис. 7).

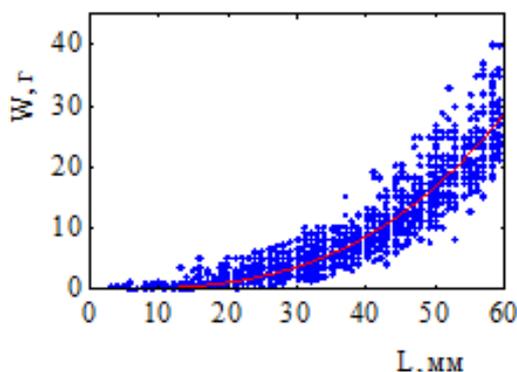


Рис. 7. Зависимость массы от длины раковины у неполовозрелых особей мидии Грея размером менее 60 мм

Учитывая, что половой зрелости мидия Грея достигает на 6-м году жизни при длине раковины более 60 мм [7], рассчитали аллометрическое уравнение 4 для неполовозрелых особей с длиной раковины до 60 мм (таблица). При расчете использовано 2 055 измерений длины раковины и массы, разброс линейных размеров составляет 3–59 мм, а индивидуальной массы – 0,1–54 г. Коэффициенты уравнения 4 значимы на 5%-ном

уровне (p -level < 0,05) (таблица). Сравнение средних значений массы особей, определенных прямым взвешиванием и по уравнению 4, показывает их соответствие, несмотря на разброс значений индивидуальной массы у моллюсков одного размера (рис. 8).

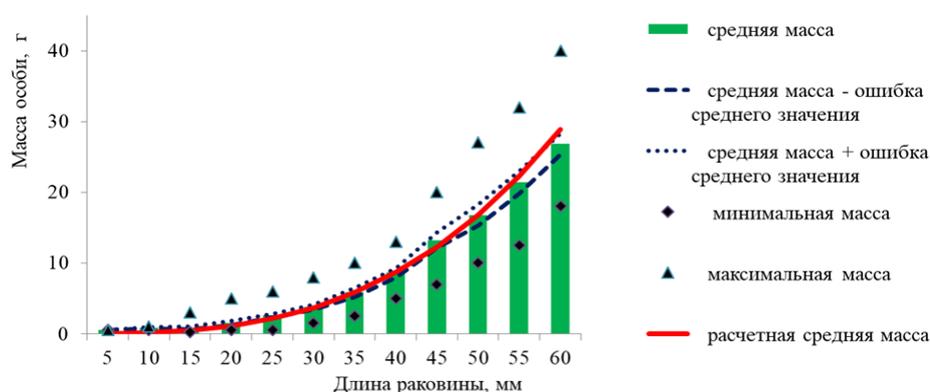


Рис. 8. Сравнение значений средней массы, рассчитанной по уравнению 4, с ее средним значением, установленным по оригинальным измерениям индивидуальной массы у особей определенного размера

Таким образом, в прибрежье Приморского края (Японское море) для восстановления значения массы (г) мидии Грея по длине ее раковины (мм) можно использовать уравнение аллометрического роста: $W = 0,147 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,988}$, а при необходимости определения массы по длине раковины у неполовозрелых особей размером менее 60 мм – $W = 0,151 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,970}$.

Литература

1. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Состояние поселений, ресурсы и промысел мидии Грея *Crenomytilus grayanus* в прибрежье Приморского края (Японское море) // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 198. – С. 33–45.
2. 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.
3. Седова Л.Г. Промысел и ресурсы двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – С. 54–58.
4. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
5. Максимович Н.В. Восстановление массы культивируемых мидий *Mytilus edulis* L. по наибольшему линейному размеру (длине) их раковины // Вестник СПбГУ. – 2003. – Сер. 3. – Вып. 4, № 27. – С. 37–42.
6. Кутищев А.А., Свешников В.А. Биологические основы рационального использования запасов мидии Грея // Биология мидии Грея. – М.: Наука, 1983. – С. 129–135.
7. Характер осеннего нереста дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus* в заливе Петра Великого / В.А. Свешников, В.А. Кутищев, Н.Н. Кузнецова, Е.А. Замышляк // ДАН СССР. – 1976. – Т. 230, № 1. – С. 240–243.
8. Дзюба С.М. Овогенез и половой цикл креномидий Грайана в заливе Петра Великого // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. – Л.: ЗИН АН СССР, 1979. – С. 50–52.
9. Дроздов А.Л., Куликова В.А. Развитие креномидии *Crenomytilus grayanus* Dunker. Прижизненные наблюдения // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. – Л.: ЗИН АН СССР, 1979. – С. 54–56.
10. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Размерная структура поселений мидии Грея *Crenomytilus grayanus* в прибрежье Приморского края (Японское море) // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 199. – С. 35–48.
11. Вехова Е.Е. Особенности роста и формы раковины трех представителей семейства Mytilidae (Bivalvia) // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 399–408.

УДК 594.1(265.54)

Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко

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

ЗАВИСИМОСТЬ МАССЫ ОТ ДЛИНЫ РАКОВИНЫ У МОДИОЛУСА КУРИЛЬСКОГО *MODIOLUS KURILENSIS* (BIVALVIA, MYTILIDAE) ИЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

На большом фактическом материале установлены параметры зависимости общей массы (W) от длины раковины (L) модиолуса курильского *Modiolus kurilensis* из северо-западной части Японского моря. Для восстановления значений индивидуальной массы (g) неполовозрелых особей ($L < 60$ мм) данного вида по известной длине раковины (мм) целесообразно использовать степенное уравнение следующего вида: $W = 0,593 \times 10^{-3} \times L^{2,656}$; для половозрелых особей ($L > 60$ мм) в посленерестовый период: $W = 0,410 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,735}$.

Ключевые слова: модиолус курильский, *Modiolus kurilensis*, длина раковины, масса особи, аллометрический рост, Японское море.

L.G. Sedova, D.A. Sokolenko

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

LENGTH-WEIGHT RATIO OF HORSEMUSSEL *MODIOLUS KURILENSIS* (BIVALVIA, MYTILIDAE) FROM NORTHWESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN

The relation between the total mass (W) and the shell length (L) of the horse mussel *Modiolus kurilensis* from the northwestern part of the Sea of Japan was determined on the basis of a large amount of factual material. For restoration of the individual weight values (g) using known shell length (mm) the following equations were used: for immature individuals ($L < 60$ mm) – $W = 0.593 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2.656}$; for mature individuals ($L > 60$ mm) – $W = 0.410 \times 10^{-3} \cdot L^{2.735}$.

Key words: horse mussel, *Modiolus kurilensis*, shell length, shell weight, allometric growth, Sea of Japan.

Модиолус курильский *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983 – крупный двустворчатый моллюск, массовый представитель эпифауны верхней сублиторали прибрежных вод южного Приморья (Японское море). Обитает преимущественно в зал. Петра Великого. Севернее мыса Поворотного, не образуя значительных скоплений, встречается до бух. Джигит (44°45' с. ш.; 136°20' в. д.). Ресурсы *M. kurilensis* составляют более 27 тыс. т [1]. В настоящее время вид не осваивается промыслом, однако добывается в качестве прилова при добыче мидии Грея.

Данные о ресурсах модиолуса получают в ходе выполнения регулярных водолазных мониторинговых работ, в ходе которых определяют параметры обилия и морфометрические показатели особей. У моллюсков, ведущих прикрепленный образ жизни и формирующих друзы (рис. 1), определение прижизненной массы особей затруднительно и связано с нарушением целостности друз.

В этом случае применяют степенные зависимости, связывающие онтогенетические изменения массы особей с линейными параметрами их раковин [2, 3], которые обычно используются в демэкологических исследованиях и для оценки продукционных возможностей вида.

Цель данной работы – установление зависимости индивидуальной массы от длины раковины для модиолуса курильского из северо-западной части Японского моря.

Материал собран в августе – октябре, т. е. в посленерестовый для модиолуса период [4–6] в 2007–20020 гг. водолазным способом на глубинах до 20 м на НИС «Убежденный» в ходе ежегодных экспедиционных исследований Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в прибрежных водах Приморского края.

У моллюсков штангенциркулем с точностью до 1 мм измеряли длину раковины и определяли взвешиванием с точностью до 0,1 г общую прижизненную массу особи, предварительно осушив и очистив створки от обрастаний.

Всего было проанализировано 2 039 экземпляров. Соотношение между линейными размерами (L , мм) и массой моллюсков (W , г) аппроксимировали степенным уравнением $W = a L^b$ [4], где a и b – константы уравнения. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ Microsoft Excel, STATISTICA.

В наших сборах длина раковины у *M. kurilensis* варьировала от 6 до 163 мм, а индивидуальная масса – от 0,1 до 420 г. Была исследована зависимость массы от длины раковины моллюсков и рассчитано уравнение аллометрического роста **1** (рис. 2, таблица).

Использованное для аппроксимации уравнения количество данных позволяет считать его надежным для установления массы модиолуса по его длине раковины. Константы уравнения значимы на 5%-ном уровне (p -level < 0,05) (таблица).

По литературным данным, коэффициент b в уравнении аллометрического роста, рассчитанный для модиолуса (70 экз.) в зал. Восток (зал. Петра Великого), имеет близкое значение – 2,8587 [7].



Рис. 1. Друза модиолусов

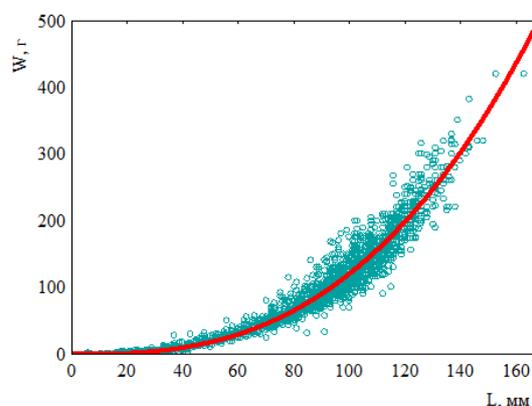


Рис. 2. Зависимость массы от длины раковины в процессе роста модиолуса

Параметры уравнений зависимости индивидуальной массы (г) от длины раковины (мм) у *M. kurilensis*

$W = a \cdot L^b$ Dep. Var. : W Level of confidence: 95.0% ($p = 0.050$)								
№	Estimate	Standard – error	n , экз.	p -level	Lo. Conf – Limit	Up. Conf – Limit	Correlation	
Все особи								
1	a	0,00041	0,000041	2039	0,00	0,000329	0,000491	0,966
	b	2,7349	0,0214		0,00	2,6930	2,7768	
Особ с длиной раковины до 60 мм								
2	a	0,000593	0,000163	347	0,00	0,000272	0,000915	0,958
	b	2,6562	0,0699		0,00	2,5187	2,7938	

Нами были сопоставлены значения массы особей, рассчитанные по уравнению **1** со средними значениями массы особей, определенных с помощью прямых взвешиваний моллюсков определенного размера с шагом 5 мм (рис. 3 и 4).

Несмотря на разброс значений индивидуальной массы у особей одного размера, определенной прямым взвешиванием, значение их средней массы и рассчитанное по уравнению **1** значимо не отличается (рис. 4).

Согласно литературным данным, относительная ошибка средней при определении массы по уравнению аллометрического роста составляет не более 20% при высоких значениях средней длины раковины, как было установлено для мидий *Mytilus edulis*, а с уменьшением средней – может возрастать до 100% [3].

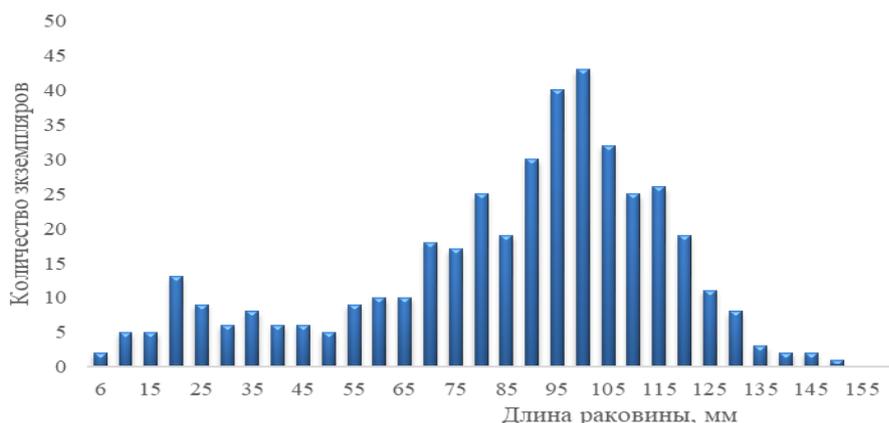


Рис. 3. Количество измеренных и взвешенных особей, длина раковины которых точно соответствовала определенным размерам



Рис. 4. Сравнение значений средней массы, рассчитанной по уравнению 1, с ее средним значением, установленным по оригинальным измерениям индивидуальной массы у особей определенного размера

Во избежание этого, для установления массы моллюсков, имеющих мелкие размеры, к которым относятся неполовозрелые особи, была рассмотрена зависимость их массы от длины раковины (рис. 5).

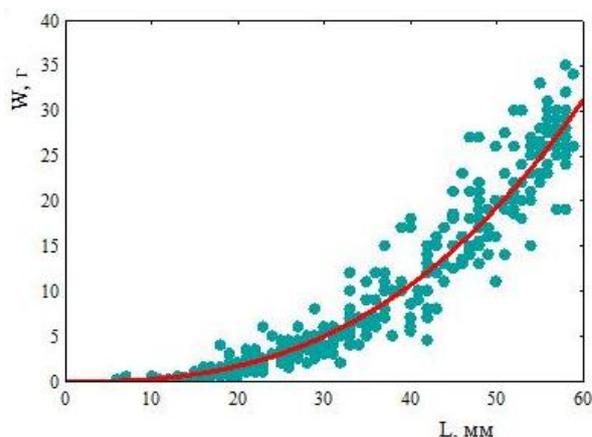


Рис. 5. Зависимость массы от длины раковины у неполовозрелых особей модиолуса размером менее 60 мм

При расчете аллометрического уравнения 2 использовано 347 измерений длины раковины и массы, разброс линейных размеров составлял 6–59 мм, а индивидуальной массы – 0,1–50 г. Коэффициенты уравнения 2 значимы на 5%-ном уровне ($p\text{-level} < 0,05$) (таблица). Сравнение средних значений массы особей, определенных прямым взвешиванием и по уравнению 2, показывает их соответствие, несмотря на разброс значений индивидуальной массы у моллюсков одного размера (рис. 5).

Результаты проведенного исследования показали, что онтогенетическая изменчивость масс-размерных соотношений *M. kurlensis* не противоречит общим принципам аллометрического роста двустворчатых моллюсков [2].

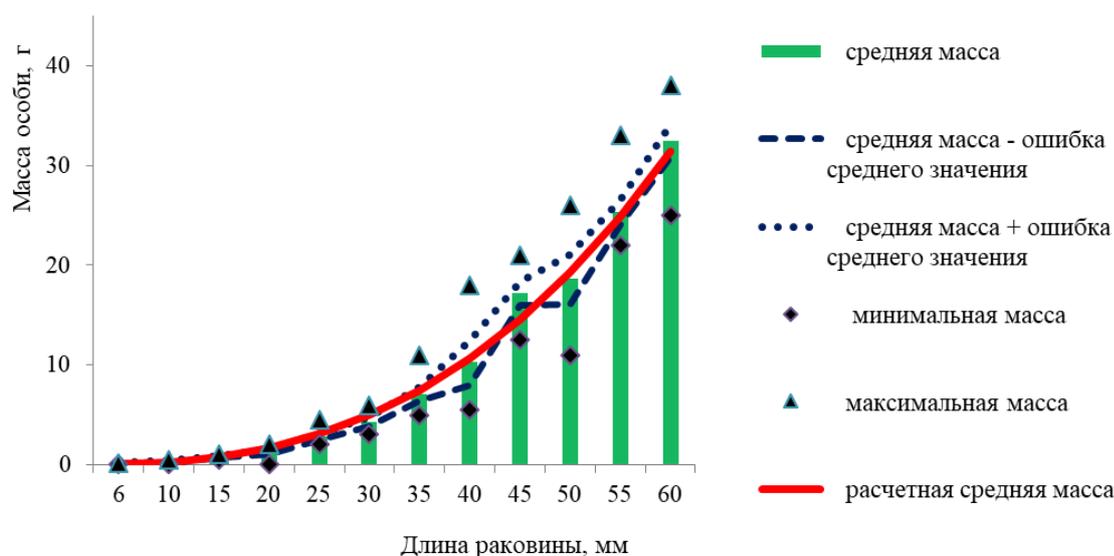


Рис. 5. Сравнение значений средней массы, рассчитанной по уравнению 2, с ее средним значением, определенным по оригинальным измерениям индивидуальной массы у особей определенного размера

Таким образом, в прибрежье Приморского края (Японское море) для восстановления значения массы (г) по длине раковины (мм) неполовозрелых особей *M. kurilensis* ($L < 60$ мм) можно использовать уравнение аллометрического роста: $W = 0,593 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,656}$, для половозрелых особей в посленерестовый период: $0,410 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,735}$.

Литература

1. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Ресурсы и состав поселений модиолуса курильского *Modiolus kurilensis* в заливе Петра Великого (Японское море) // Морской биологический журнал. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 83–94.
2. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
3. Максимович Н.В. Восстановление массы культивируемых мидий *Mytilus edulis* L. по наибольшему линейному размеру (длине) их раковины // Вестник СПбГУ. – 2003. – Сер. 3. – Вып. 4, № 27. – С. 37–42.
4. Куликова В. А., Колотухина Н.К., Омеляненко В.А. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Уссурийского залива Японского моря // Биология моря. – 2013. – Т. 39, № 6. – С. 452–458.
5. Куликова В. А., Колотухина Н.К., Омеляненко В.А. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Амурского залива Японского моря // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 5. – С. 342–352.
6. Колотухина Н.К., Омеляненко В.А., Куликова В.А. Состав и фенология пелагических личинок *Bivalvia* юго-западной части залива Петра Великого (Японское море) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. – 2015. – № 5. – С. 73–84.
7. Вехова Е.Е. Особенности роста и формы раковины трех представителей семейства *Mytilidae* (*Bivalvia*) // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 399–408.

УДК 597.423(282.257.5)

М.М. Сергеева, М.К. Оненко

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru*

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ АМУРСКОГО ОСЕТРА РЕКИ АМУР В 2021 Г.

Введение моратория на промышленный вылов осетровых рыб не принесло существенных улучшений состояния их запасов. Для увеличения масштабов естественного воспроизводства помимо отмены промысла необходимо обеспечить благоприятные условия размножения рыб. В статье рассмотрены некоторые черты биологии амурского осетра в мае 2021 г. реки Амур. В процессе работы проанализированы размерный состав, масса рыб, определены стадии зрелости половых продуктов, соотношение полов, возрастной состав. Даны рекомендации по сохранению и восстановлению популяции амурского осетра реки Амур.

Ключевые слова: амурский осетр, река Амур, состояние запасов, браконьерство, размерный состав, масса рыб, соотношение полов, стадии зрелости гонад, возрастной состав.

M.M. Sergeeva, M.K. Onenko

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru*

SOME FEATURES OF AMUR STURGEON BIOLOGY IN THE AMUR RIVER IN 2021

The introduction of a moratorium on industrial fishing of sturgeon fish has not brought significant improvements in the state of sturgeon stocks. In order to increase the scale of natural reproduction, in addition to the abolition of fishing, it is necessary to provide favorable conditions for the reproduction of fish. The article discusses some features of the biology of the Amur sturgeon in May 2021 of the Amur River. In the course of the work, the size composition, the mass of fish were analyzed, the stages of maturity of sexual products, the sex ratio, and the age composition were determined. Recommendations are given for the conservation and restoration of the Amur sturgeon population of the Amur River.

Key words: Amur sturgeon, Amur River, stock status, poaching, size composition, fish mass, sex ratio, gonad maturity stages, age composition.

Амурский осетр – ценная промысловая рыба, в прошлом добывалась в значительных количествах – до 140–300 ц. С 1958 г. в бассейне Амура установлен запрет на ее промысел, но общая численность амурского осетра не увеличилась. Вид внесен в Красную книгу МСОП.

Несмотря на серьезные меры охраны, браконьерство в конце XX – начале XXI века нанесло существенный ущерб популяциям амурского осетра. Промысел амурского осетра ведется не только на территории России, но и на территории КНР, где в период с 1957 г. по 2008 г. было только официально выловлено 5 381 т осетровых. В Москве часто продается икра, привезенная с Хабаровского края. Следствием перелова стали изменения структуры нерестовой части популяции амурского осетра, как и в случае с каспийскими осетровыми. При этом сократился возрастной ряд производителей, вследствие чего преобладают впервые нерестующие особи; существенно снизилась доля самок, что усугубляет сокращение воспроизводительной способности популяции. Отмечается снижение до минимума уровня пополнения и сокращение численности [1].

Амурский осетр *Acipenser schrenckii* является представителем одного из трех видов осетровых, которые обитают в р. Амур. Основные морфологические особенности амурского осетра – количество и размер спинных, боковых и брюшных жучек. Окраска спины осетра может варьировать от серовато-желтой до почти черной.

Осетр достигает массы 56 кг, максимально – 160 кг, длины – 100–170 см. Достигает возраста 12–38 лет. В прошлые годы можно было встретить экземпляры амурского осетра длиной до 300 см и достигающих массы 170–200 кг [1]. Нерестовая миграция амурского осетра обычно проходит в пределах ареала обитания локальной группировки и ее протяженность обычно составляет не более 500 км. Молодь осетра питается беспозвоночными, взрослые – беспозвоночными, в основном корбикулой, *Amuropaludina chloantha* и рыбой [2].

В связи с браконьерским промыслом сократился возрастной ряд производителей, вследствие чего преобладают впервые нерестующие особи, а рыбы старших возрастных групп встречаются все реже [3]. Единственный реальный путь искоренения коммерческого браконьерства – вытеснение продукции из дикой рыбы осетриной и икрой, произведенными аквакультурой.

Река Амур берет начало от слияния Аргуни и Шилки, впадает в Амурский лиман. Длина реки 2 844 км, общая площадь бассейна 1 855 тыс. км [4]. Важными кормовыми объектами в русле, протоках и притоках Амура, притом легкодоступными для поедания рыбами и дополняющими биомассу донного населения, служат организмы бентоса, сносимые течением в толще воды, так называемый дрейф. Наличие и обилие рыбного населения, использующего планктон, донную фауну, дрейф, нектобентос, моллюсков (особенно мелких), детрит, наземных насекомых и высшую растительность, заливаемую паводковыми водами, свидетельствует о том, что водоемы бассейна Амура имеют достаточно хорошую кормовую базу для рыб [5].

В работе использованы материалы исследований, собранные сотрудниками Амурского филиала ФГБУ «Главрыбвод». На основании данного материала оценивалось биологическое состояние амурского осетра р. Амур в 2021 г. Для биологического анализа было взято 50 экз. амурского осетра. Рыба была поймана плавной сетью (аханом) в период с 11.05.2021 по 30.05.2021 г. в районе села Малмыж на плавном участке «Малмыж 1» на границе Нанайского и Амурского муниципальных районов Хабаровского края, от 659-го по 654-й км р. Амур.

Оценка размерно-массовых показателей осетров производилась по стандартной схеме измерения осетровых рыб. При исследовании линейных размеров измеряли длину всей рыбы, наибольшую длину рыбы от кончика рострума до конца верхней хвостовой лопасти. Рыба взвешивалась на крановых весах с точностью до 0,01; заносились результаты взвешивания до первого знака после запятой (например, 55,5 кг). Возраст осетров определялся расчетным методом В.Н. Кошелева [3]. Способ определения пола амурского осетра – биопсия. Специальным приспособлением извлекался биологический материал (фрагмент гонады) и проводилось исследование по определению пола и степени зрелости гонад.

Размерный состав амурского осетра р. Амур в 2021 г. был представлен особями длиной от 91 до 169 см, со средней длиной 117,8 см.

Преобладали особи длиной от 101 до 130 см (60%). Большинство самок имели длину от 121 до 130 см (36%), самцы – 101–110 см (43%). Средний размер самцов при максимальной длине – 131 см и минимальной – 91 см составил 117,8 см. У самок максимальная длина составила 169 см, минимальная – 108 см, средний размер составил 129. Показатели по средней и максимальной длине были выше у самок.

Масса амурского осетра варьировала от 7,4 до 30,4 кг, средняя масса составила 14,6 кг. Самцы осетра были представлены особями массой от 7,4 до 21,4 кг при средней массе 10,5 кг. У самок минимальная масса составила 10,3 кг, максимальная – 30,4 кг при среднем значении 19,8 кг. Большинство особей осетра имели массу от 7 до 11 кг (44%). Среди самок осетра преобладали особи массой от 13 до 19 кг (40%), у самцов – от 7 до 9 кг (50%). Массовые показатели самок были выше, чем у самцов. В сравнении с данными В.А. Беляева, В.Н. Кошелева, полученными соответственно 2021 г. и 2004 г., средняя масса самок нерестовой части популяции в Амуре уменьшилась [1].

В нормативах, определяющих биотехнические показатели по разведению молоди осетровых видов рыб на рыбоводных заводах Хабаровского края и Еврейской автономной области, средняя масса самок составляет 23,0 кг, самцов – 16,0 кг. Наши исследования выявили общую тенденцию снижения размерно-весовых показателей производителей амурского осетра, заходящих в р. Амур на нерест.

Соотношение полов амурского осетра весной 2021 г. составило примерно 1 : 1. Преобладали самцы, составляющие 56% особей, а доля самок составила 44%.

В мае 2021 г. особи амурского осетра находились на 3-й и 4-й стадиях зрелости гонад. Производители осетровых, мигрирующие летом и осенью с места нагула на нерестилища, по литературным данным, обычно имеют гонады 3-й и 4-й стадии зрелости. Особи еще не приступили к нересту, так как у амурского осетра он проходит обычно в июне – июле. Среди производителей большинство – 36 (72%) имело 4-ю стадию зрелости гонад. 14 особей (28%) имели 3-ю стадию (покоя) зрелости гонад.

Возрастной состав амурского осетра из р. Амур в мае 2021 г. был представлен рыбами в возрасте от 9 до 29 лет, средний возраст составил 18,7 лет. Средний возраст самцов при максимальном возрасте 24 года и минимальном 9 лет в среднем составил 15 лет. Самки осетра были представлены особями возрастом 16–29 лет, средний возраст составил 23,5 года. Преобладали особи в возрасте от 21 до 26 лет (40%). Среди самок преобладали особи возрастом от 24 до 26 лет (45%); среди самцов – от 12 до 14 лет (36%). Среди рыб возрастом старше 24 лет были обнаружены только самки.

По данным мониторинга и научно-исследовательского лова, проведенным в 2003 г., среди самок амурского осетра отмечались более молодые и взрослые особи. Во время осенней миграции возрастной состав включал рыб от 9 до 35 лет, средний возраст которых составил 19 лет. Присутствие рыб старше 35 лет зафиксировано в 2003–2008 гг. Возрастной состав самок изменялся от 18 до 40 лет, средний возраст составлял 27 лет. Большинство рыб (88,9%) находилось в возрасте 20–32 года.

Амурский осетр является эндемичным пресноводным видом бассейна р. Амур, запрещенным к промыслу. Браконьерский лов приводит к истощению его запасов в реке и оказывает влияние на перестройку популяционной структуры данного вида, проявившуюся в сокращении числа возрастного класса, уменьшении предельного, среднего возраста и размера рыб, доминировании средних возрастных классов, преобладании мелких особей и упрощении размерно-возрастной структуры в целом.

Сохранение и увеличение численности популяции осетровых на современном этапе практически полностью зависят от искусственного воспроизводства и выпуска молоди на ОРЗ (осетровых рыбоводных заводах). Для выхода из сложившейся ситуации, помимо усиления охраны миграционных путей в период нерестовой миграции производителей, пропуска нерестовых мигрантов к местам нерестилищ, необходимо формирование на ОРЗ ремонтно-маточных стад (РМС) амурского осетра с учетом генетической структуры. Состав РМС и выпускаемой молоди должен соответствовать естественной видовой генетической структуре для обеспечения ее максимальной выживаемости после выпуска в реку Амур.

В настоящее время на территории Хабаровского края и ЕАО существуют два рыбоводных завода (Ануйский и Владимировский), которые занимаются воспроизводством популяции амурского осетра. При устранении проблемы браконьерства эффективность действующей технологии выращивания, т. е. стандартной молоди осетровых рыб, ситуация немедленно изменится к лучшему, а колоссальные затраты на выращивание укрупненного посадочного материала не потребуются.

Литература

1. Акимова Н.В., Рубан Г.И. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых при антропогенном воздействии. – 1996. – С. 65–80.
2. Характеристика нерестовой группировки амурского осетра *Acipenser schrenckii* в период летне-осенней миграции / В.А. Беляев, В.Н. Кошелев, А.П. Шмигирилов и др. // Вопросы рыболовства. – 2009. – Т. 10, № 1 (37). – С. 27–38.
3. Возраст и рост амурского осетра *A. schrenckii* реки Амур / В.Н. Кошелев, П.Б. Михеев, Ж.С. Литовченко и др. // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 137–148.
4. Делицын В.В. Структура нерестовых стад осетра *Acipenser güldenstädti* Brandt и севрюги *Acipenser stellatus* Pallas в реке Ахтуба // Вопросы ихтиологии. – 1980. – Т. 20, вып. 2 (121). – С. 248–257.
5. Крыхтин М.Л. Современное состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в бассейне р. Амур // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. – М.: Наука, 1979. – С. 68–74.

УДК 639.2.09

О.А. Иваницкая¹, О.С. Тюкина², П.Г. Приймак², П.П. Кравец²

¹ Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных,
Мурманск, 183053;

² Мурманский государственный технический университет,
Мурманск, 183010
e-mail: tyukinaos@mstu.edu.ru

ЗАРАЖЕННОСТЬ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ НА РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ В ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА РЕКИ ТУЛОМА МОНОГЕНЕЯМИ РОДА *GYRODACTYLUS*

В данной работе представлен обзор зараженности моногенеями рода *Gyrodactylus* радужной форели садковых хозяйств в 2015–2021 гг. Хозяйства расположены в нижней, средней и верхней частях течения реки Тулома (Кольский полуостров). Обозначена возможность распространения гиродактилеза на естественные популяции дикой семги через радужную форель и обратного заражения культивируемой форели через контакт с фауной речной системы р. Тулома. Показано, что радужная форель может являться потенциальным источником *Gyrodactylus salaris*, до 2016 г. не встречавшегося в реках Мурманской области.

Ключевые слова: рыбоводные хозяйства, Мурманская область, радужная форель, паразиты, моногенеи, *Gyrodactylus*, река Тулома, Нижнетуломское водохранилище.

О.А. Ivanitskaya¹, O.S. Tyukina², P.G. Priymak², P.P. Kravets²

¹ Murmansk Regional Animal Disease Control Center, Murmansk,
Russia, 183053;

² Murmansk State Technical University, Murmansk,
Russia, 183010
e-mail: tyukinaos@mstu.edu.ru

INFESTATION OF RAINBOW TROUT WITH MONOGENEANS *GYRODACTYLUS* AT FISH FARMS IN THE WATERS OF THE TULOMA RIVER BASIN

This paper presents an overview of the infestation of rainbow trout with monogeneans *Gyrodactylus* at fish farms in 2015–2021. The farms are located in the lower, middle and upper parts of the Tuloma River (Kola Peninsula). Gyrodactylus can spread to natural populations of wild salmon through rainbow trout and vice versa. Rainbow trout may be a potential source of *Gyrodactylus salaris*, which was not found in the rivers of the Murmansk region until 2016.

Key words: fish farms, Murmansk region, rainbow trout, parasites, monogeneans, *Gyrodactylus*, Tuloma River, Nizhnetulomskoe reservoir.

Паразит моногенея *Gyrodactylus salaris* (Malmberg, 1957) может приводить к массовой гибели как дикого, так и выращиваемого в аквакультуре атлантического лосося, а также послужить причиной сокращения или потери естественных популяций атлантического лосося (семги), например, как в р. Кереть (Белое море, Карелия) и водоемах Норвегии [1, 2]. Одним из хозяев – носителей гиродактилюса выступает излюбленный объект пресноводного рыбоводства на Кольском полуострове – радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) [3]. Впервые в Мурманской области *G. salaris* был обнаружен в 2016 г. на молоди дикой семги в реке Пак (приток р. Тулома) при проведении планового научного мониторинга специалистами-паразитологами ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н. М. Книповича) [4].

Цель – дать обзор зараженности моногенеей рода *Gyrodactylus* радужной форели садковых хозяйств в период 2015–2021 гг. на р. Тулома Кольского полуострова.

В данной работе рассмотрены три садковых хозяйства, расположенных в нижней, средней и верхней частях течения р. Тулома, впадающей в Кольский залив Баренцева моря. Эпизоотические

обследования и ихтиопатологические исследования во всех рыбоводных хозяйствах Мурманской области проводятся специалистами Мурманской областной ветеринарной службы 3-4 раза в год в плановом порядке. Для уточнения видовой принадлежности моногены рода *Gyrodactylus*, паразитирующих на садковой форели в 2017–2018 гг., был произведен отбор проб из рыбоводных хозяйств, размещенных на акватории Нижнетуломского водохранилища и оз. Имандра. Пробы были направлены в Институт биологии Карельского научного центра РАН (г. Петрозаводск) и далее в Национальный ветеринарный институт Норвегии, г. Осло. Под термином «экстенсивность инвазии» понимали количество особей вида, зараженных гельминтами, по отношению ко всему числу исследованных особей. Интенсивность инвазии – минимальное и максимальное число паразитов в одной зараженной особи рыбы.

Совокупность морфологических и молекулярно-генетических признаков указала на принадлежность моногены рода *Gyrodactylus*, паразитирующих на молоди дикой семги и на садковой форели акватории бассейна р. Тулома к изоляту *RBT 1* полиморфного вида *G. salaris*, регистрируемого также в реках и форелевых хозяйствах Финляндии.

За период наблюдений с 2015 по 2021 гг. при проведении паразитологических исследований форели, выращиваемой в садковых фермах акватории Нижнетуломского водохранилища, на разновозрастной форели регулярно регистрировались моногены рода *Gyrodactylus* с умеренной интенсивностью инвазии. Все случаи обнаружения паразита в садковых форелевых фермах следует рассматривать как паразитоносительство, т. к. ни в одном из них не было клинических проявлений заболевания или гибели рыб.

До 2019 г. на р. Тулома осуществлялась деятельность четырех садковых форелевых ферм и рыбоводного завода по производству малька форели, размещенного в теле плотины Верхнетуломской ГЭС. Верхнетуломский мальковый завод является основным поставщиком посадочного материала для садковых форелевых ферм Нижнетуломского водохранилища. Водосточником для завода является Верхнетуломское водохранилище. Забор холодной воды осуществляется принудительно с глубины 30 м. Паразит регулярно регистрировался на разновозрастной радужной форели в трех садковых хозяйствах. В настоящее время функционируют три форелевые фермы и рыбоводный завод. За годы наблюдений на Верхнетуломском заводе паразит не регистрировался.

Интенсивность и экстенсивность инвазии паразитом в садковых фермах акватории Нижнетуломского водохранилища приведены ниже (табл. 1–3). Рыбоводные хозяйства бассейна р. Тулома условно обозначены «Тулома 1–3». Тулома 1 – форелевая ферма в районе пос. Мурмаши Мурманской области; Тулома 2 – форелевая ферма в районе 37-го км автодороги г. Кола – госграница Мурманской области (не функционирует с 2019 г.); Тулома 3 – форелевая ферма в районе пос. Верхнетуломский Мурманской области.

Таблица 1

Интенсивность и экстенсивность инвазии моногены рода *Gyrodactylus* на радужной форели в садковой ферме Тулома 1

Год	Месяц	Температура воды, °С	Возраст					
			0+		1+		2+	
			ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ
2015	Апрель	0,7	1–6	20	–	–	–	–
	Август	12	–	–	–	–	–	
	Ноябрь	1,9	–	–	–	–	–	
2016	Апрель	1	–	–	–	–	–	
	Август	14,1	–	–	–	–	–	
	Октябрь	7,4	–	–	–	–	–	
2017	Май	2	–	–	–	–	–	
	Август	12,8	–	–	–	–	–	
	Ноябрь	1	–	–	–	–	–	
2018	Апрель	1,7	–	–	–	1–7	60	
	Август	20	–	–	–	–	–	
	Ноябрь	3	–	–	–	–	–	
2019	Май	2,5	–	–	–	–	–	
	Декабрь	0,7	–	–	–	–	–	

Год	Месяц	Температура воды, °С	Возраст					
			0+		1+		2+	
			ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ
2020	Май	2,5	–		–		–	
	Сентябрь	12,7	–		–		–	
	Декабрь	1,2	1–7	44	1–3	20	–	
2021	Май	2,7	–		–		–	
	Август	14	–		–		–	

Примечание. ИИ – интенсивность инвазии (min-max), экз.; ЭИ – экстенсивность инвазии,%; молодь (0+), двухлетки (1+), трехлетки (2+).

В садковой ферме Тулома 1 паразит был обнаружен в 2015, 2018 и 2020 гг. на форели в возрасте от 0+ до 2+. Встречаемость в эти годы составляла от 20 до 60% с умеренной интенсивностью инвазии (1–7) при температурах воды от 0,7–1,7°С.

На ферме Тулома 2 ежегодно (с 2015 по 2019 гг.) регистрировался паразит на разновозрастной радужной форели (табл. 2). С 2019 г. ферма не функционирует. Паразит встречался у двухлеток и трехлеток форели в различные сезоны года при температурах от 1,0 до 11°С с интенсивностью инвазии от 1 до 10 и экстенсивностью от 20 до 100%.

Таблица 2

Интенсивность и экстенсивность инвазии моногеней рода *Gyrodactylus* на радужной форели в садковой ферме Тулома 2

Год	Месяц	Температура воды, °С	Возраст					
			0+		1+		2+	
			ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ
2015	Сентябрь	11,5	–		2–3	70	–	
	Ноябрь	2	–		–		–	
2016	Февраль	1,7	–		1–7	60	–	
	Апрель	1,1	–		2–5	40	–	
	Август	6	–		1–2	24	1–2	67
	Октябрь	5	–		–		1–2	33
2017	Февраль	1,7	–		1–5	50	–	
	Май	2	–		1–2	60	–	
	Сентябрь	10	–		1–2	20	–	
	Ноябрь	2	–		1–2	50	1–2	33
2018	Март	1	–		1–2	29	–	
	Июнь	10,5	–		1–10	100	–	
	Сентябрь	13	–		–		–	
	Ноябрь	2	–		–		–	
2019	Январь	0,5	–		–		2–4	60
	Май	2,5	–		–		–	

Примечание. ИИ – интенсивность инвазии (min-max), экз.; ЭИ – экстенсивность инвазии,%; молодь (0+), двухлетки (1+), трехлетки (2+).

На предприятии Тулома 3 в 2020–2021 годах *Gyrodactylus* не был обнаружен. Экстенсивность инвазии за период с 2015 по 2019 год на ферме Тулома 3 колебалась от 8 до 100%. При этом увеличение зараженности до 90–100% и нарастание ИИ отмечается в основном в весенний период при температурах воды от 0°С (ИИ 1–2) до 7°С (ИИ 1–10, max ИИ – 398 в 2018 г.).

Как известно, температура является одним из основных факторов, влияющих на темпы роста популяции гиродактилид и их воспроизводство [1–3]. Однако полученные данные не обнаруживают очевидных взаимосвязей гидротермических показателей и показателей инвазии. Деятельность пресноводных форелевых ферм сопровождается рисками распространения *G. salaris*, представляющих угрозу не только для разводимой форели, но и прежде всего для аборигенных видов рыб, обитающих в естественных водоемах.

В 2018–2019 гг. Мурманской региональной госветслужбой (ГОВБУ «Мурманская облСББЖ») и Институтом биологии КарНЦ РАН на одном из форелевых хозяйств региона (оз. Имандра, г. Полярные Зори) был проведен эксперимент, основной целью которого являлось изучение возможности перехода *G. salaris* RBT с зараженной радужной форели на молодь атлантического лосося. Для эксперимента были использованы сеголетки атлантического лосося, выращенные на Кандалакшском экспериментальном лососевом заводе.

Таблица 3

Интенсивность и экстенсивность инвазии моногеной рода *Gyrodactylus* на радужной форели в садковой ферме Тулома 3

Год	Месяц	Температура воды, °С	Возраст					
			0+		1+		2+	
			ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ	ИИ	ЭИ
2015	Март	0	–		2–106	100	–	
	Май	6	–		1–11	43	–	
	Август	8	–		4–7	60	–	
	Октябрь	5	–		1	20	–	
2016	Февраль	0	–		3–12	90	3–9	100
	Май	4	–		2–3	20	2–9	100
	Июль	13	–		1–2	40	1–2	100
	Октябрь	7	1–2	100	1–2	100	–	
2017	Март	0	–		1–2	100	1–2	57
	Май	2	–		1	8	1	33
	Август	14	1	47	1	47	–	
	Октябрь	7	1	47	–		–	
2018	Май	7	–		7–398	70	–	
	Июль	21	1–2	50	3–7	60	–	
	Декабрь	1	1–2	30	1–2	40	–	
2019	Март	1	–		1–2	40	–	
	Апрель	8	–		–		–	
	Август	12	–		–		–	
	Октябрь	6	–		–		–	
2020	Май	3	–		–		–	
	Август	14	–		–		–	
	Октябрь	7	–		–		–	
2021	Апрель	0	–		–		–	
	Сентябрь	11	–		–		–	

Примечание. ИИ – интенсивность инвазии (min-max), экз.; ЭИ – экстенсивность инвазии,%; молодь (0+), двухлетки (1+), трехлетки (2+).

Поставленный эксперимент подтвердил данные о восприимчивости молоди лосося к заражению моногенами, паразитирующими на радужной форели. Экспериментально показана возможность заражения молоди атлантического лосося *G. salaris* RBT при совместном содержании с радужной форелью на форелевом хозяйстве (оз. Имандра, Полярные Зори). При этом наблюдаемая в ходе эксперимента зараженность молоди лосося не имела эпизоотических последствий, заражение не превышало средних показателей интенсивности инвазии до 2,4 экз. моногеной на одной рыбе. Результаты показывают потенциальную угрозу распространения паразита в водоемах Мурманской области.

Таким образом, наименьшими показателями инвазии за весь период отличается хозяйство в нижней части течения, средними – в средней части течения, наибольшими – в верхней части течения. При этом располагающееся в верхней части течения мальковое хозяйство за весь период наблюдения не обнаружило случаев гиродактилеза. Нужно отметить очевидную для специалистов особенность: мальковое хозяйство, несмотря на забор воды из реки, функционирует по иному типу, где маточное и ремонтное стада, а также получаемое от них потомство выращивается в емкостях и не имеет контакта с представителями дикой фауны. Кроме того, технология выращивания подразумевает более высокую степень контроля среды и выращиваемых объектов на всех этапах технологического цикла.

Наибольшая интенсивность инвазии наблюдается в весенний период на хозяйствах в средней и верхней частях течения, а максимумы экстенсивности инвазии не имеют четкой сезонной выраженности и обнаруживаются на разных хозяйствах и в разные годы в сентябре, октябре, феврале, марте, июне.

Литература

1. *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 – реальная угроза популяции атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реке Кереть (сев. Карелия) / Б.С. Шульман, И.Л. Щуров, Е.П. Иешко, В.А. Широков // VIII регион. науч.-практ. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря»: Тезисы докладов. – Архангельск, 2001. – С. 229–231.
2. *Johnsen B.O., Jensen A.J.* The Gyrodactylus story in Norway // *Aquaculture*. – 1991. – Vol. 98, № 1–3. – P. 289–302.
3. *Malmberg G.* Salmonid transports, culturing and gyrodactylus infections in scandinavia // O. Bauer (Ed.). *Parasites of freshwater fishes of north-west Europe*. Int. Symp. Soviet-Finnish Cooperation (10–14 january 1988). – 1989. – P. 88–104.
4. *Калинина Н.П.* Зараженность радужной форели на рыбноводных хозяйствах в водоемах бассейна реки Тулома моногенами рода *Gyrodactylus* [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: https://veterinary.gov-murman.ru/files/26.04.2019rg_fish.pdf.

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

УДК 639.2/3

П.А. Балыкин, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина

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

СОСТОЯНИЕ МОРСКОГО РЫБОЛОВСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Выполнен анализ динамики величины и состава российских уловов в Азовском, Черном и Каспийском морях в XXI столетии. Показано, что уловы уменьшаются при одновременном увеличении в них доли собственно морских видов. Приведен анализ развития аквакультуры в южных регионах, а также определены перспективы ее развития в ближайшем будущем.

Ключевые слова: рыболовство, аквакультура, Азовское, Черное, Каспийское моря, южные регионы России.

P.A. Balykin, E.N. Ponomareva, M.N. Sorokina

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

THE STATE OF MARINE FISHERIES AND AQUACULTURE IN THE SOUTHERN REGIONS OF RUSSIA

The dynamics of the size and composition of Russian catches in the Azov, Black and Caspian Seas in the XXI century is analyzed. It is shown that catches decrease while the proportion of marine species proper increases in them. The analysis of the development of aquaculture in the southern regions is given, and the prospects for its development in the near future are determined.

Key words: fishery, aquaculture, Sea of Azov, Black Sea, Caspian Sea, southern regions of Russia.

В первой половине прошлого столетия Каспийское, Азовское и Черное моря были важнейшими районами российского рыболовства. Например, в пятилетии, предшествующем Великой Отечественной войне, годовой улов составлял от 1 375 до 1 493 тыс. т, а суммарный вклад Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов равнялся приблизительно 45% [1]. Современные уловы в данных регионах в несколько раз меньше и в 2018–2020 гг. составляли 142–150 тыс. т. при годовом улове российских рыбаков 4,9–5 млн т [2], то есть современный вклад бассейнов южных морей России в ежегодную добычу водных биоресурсов равен приблизительно 3%. Предприятиями аквакультуры Южного федерального округа выращивается свыше 78 тыс. т рыбы [3]. Исходя из данных показателей и зная численность населения, можно сделать вывод, что современный спрос в рыбопродукции за счет региональных предприятий удовлетворяется меньше, чем на 50% [4].

До того как высказать предложения по возможности оптимизации сложившейся ситуации, необходимо описать современное состояние рыбохозяйственной отрасли региона, что и явилось целью наших исследований.

Авторами анализировались научные публикации о составе уловов и объемах аквакультуры в южных рыбохозяйственных бассейнах, а также сведения, доступные на официальном сайте Росрыболовства России.

При обработке данных использовали пакет прикладных программ для ПК Excel.

Ежегодные данные о вылове водных биоресурсов суммируются по рыбохозяйственным бассейнам России [1].

Черное и Азовское моря. Согласно данным с сайта Росрыболовства России, в прошедшие годы XXI в. годовой улов водных биоресурсов в Азово-Черноморском бассейне составлял от 25 до 103,4 тыс. т.

Добыча в Черном море в текущем веке варьировала от 11,3 до 74 тыс. т. В последние три года (2018–2020 гг.) этот показатель составляет менее 60 тыс. т в год.

Такие колебания величины улова могут объясняться изменениями численности слагающих его видов рыб. Для оценки верности данной гипотезы проанализировали данные о составе уловов в Черном море за 2001–2003 гг. [5], 2009–2011 гг. [6] и 2018–2020 гг.

Изложим основные результаты сравнения. Вклад шпрота уменьшился более чем наполовину, тогда как процент хамсы увеличился примерно в той же пропорции. Из других особенностей динамики видового состава выявлено трехкратное увеличение добычи барабули (до 560–1100 т в год), практически почти полное исчезновение мерланга и пиленгаса (менее 1 т) и весьма значимый рост уловов ставриды (почти 2 000 т в год) и черноморских кефалей (224–270 т) в 2018–2020 гг. Полученные результаты совпадают с количественными и качественными изменениями ихтиопланктона, характеризующимися увеличением доли икры и личинок теплолюбивых рыб, нерестящихся летом, таких как хамса и ставрида, из-за улучшения условий для их размножения в XXI в. [7].

Кроме изменения соотношения «традиционных» для Черного моря рыб, наблюдается и обновление состава ихтиофауны за счет средиземноморских видов. С начала века обнаружено 30 новых видов и подвидов рыб в Черном море. Кроме того, за последние двадцать лет почти на 50% увеличилось и количество новых видов зообентоса [8].

Рыболовство в Азовском море осуществляется Россией и Украиной. На протяжении XXI в. (2001–2020 гг.) отечественная добыча, согласно официальным сведениям сайта Росрыболовства России, составляла от 6,3 до 43,4 тыс. т в год. Максимальные уловы (более 40 тыс. т) фиксировались в первые годы текущего столетия. После 2004 г. уловы не превышали 21 тыс. т (2017 г.).

Для изучения вероятных изменений в рыбном сообществе Азовского моря рассчитан весовой вклад разных видов в суммарном улове для тех же лет, что и в Черном.

За последние 20 лет в несколько раз выросла доля бычков (с 5 до 42%), тогда как вклад тюльки уменьшился с более чем половины добычи до 37%, а суммарный процент тарани и карася – увеличился до 10% в последние годы. Добыча пиленгаса сильно упала из-за нерационального промысла [9]. Одновременно увеличились уловы видов группы «морские рыбы» (кефали, барабуля, ставрида) – порядка 400 т, или 3% в последние годы. Добыча проходной черноморско-азовской сельди выросла примерно до 100 т в год.

Кроме того, в Черном и Азовском морях резко увеличилась численность медуз. Так, суммарная биомасса этих кишечнополостных животных оценивается в 4,5 млн т [10]. Поскольку медузы являются пищевыми конкурентами планктоноядных рыб, их влияние на формирование запасов таковых негативно [11].

Таким образом, состав уловов в Черном и Азовском морях в текущем столетии заметно изменился, что, возможно, связано с соответствующими изменениями условий внешней среды.

Одним из самых значимых и обсуждаемых перемен климата является глобальное потепление, которое, по наблюдениям специалистов, лучше всего прослеживается в последние 3–4 десятилетия. В регионе Азовского и Чёрного морей этот климатический процесс также изучается специалистами [12]. Известно, что температура поверхностных вод Черного и Азовского морей в 1982–2009 гг. увеличивалась в среднем на 0,06°C/год [13]. Например, в акватории вблизи Сухуми средняя температура воды в июле выросла на 2,2°C за период с 1994 по 2016 г. [14].

Состояние биотических компонентов экосистем Черного и Азовского морей в значительной мере определяется соленостью их вод. С 2006 г., по инструментальным наблюдениям ЮНЦ РАН, продолжается заметное повышение солености Азовского моря. К 2018 г. средний показатель увеличился с 11 до более 14‰ [15], а на некоторых участках достигал 15‰ [16].

Каспийское море. Уловы российских рыбаков в текущем столетии варьировали от 68,6 (2001) до 23,2 (2008) тыс. т и включали рыб нескольких экологических групп: морские (кильки,

сельди, кефали), пресноводные (линь, карась, сом, щука, окунь и др.), проходные (осетровые, белорыбица, сельдь-черноспинка) и полупроходные (лещ, вобла, судак и др.).

Нами исследованы пропорции вышеуказанных групп рыб в 2001–2005, 2011–2015 и 2016–2020 гг. согласно промысловой статистике. Проходные рыбы в уловах отсутствовали. Вклад морских рыб резко упал из-за резкого снижения численности килек [17], но в последующие годы вновь возрос (с 3,8 до 16,5%). Доля полупроходных видов сохранялась на уровне примерно 1/3 улова; значительно возросла относительная значимость для промысла пресноводных рыб (с 29 до 49%). В целях наглядного представления о динамике видового состава рассмотрели колебания уловов отдельных рыб: морских (сельдь, кефаль, килька); полупроходных (вобла, лещ, сазан, судак); пресноводных (сом, щука, мелкий частик). Из первой группы в изучаемый период уменьшилась добыча килек и сельдей, но в 2019–2020 гг. уловы этих рыб заметно увеличились вследствие подключения рыбаков из других российских регионов и, соответственно, усиления специализированного флота. Кефалей также стали добывать больше (более 500 т ежегодно). Уловы массовых полупроходных рыб снизились. Относительно стабильными оставались лишь уловы пресноводных рыб.

Положение уровня моря является интегральным показателем, характеризующим состояние запасов рыб. В настоящее время уровень Каспия стабилизировался на значении около “–28 м”. Максимальных значений соленость вод Каспия достигает в период минимального положения уровня моря. Средний показатель солености Северного Каспия составляет 7–8‰, а в периоды осолонения, как в настоящее время – 9–11‰ [18].

По мнению специалистов, современные тенденции (увеличение температуры воздуха, прирост солнечной радиации, уменьшение осадков) в обозримом будущем сохранятся [19]. Соответственно, можно сделать вывод, что ресурсы морских рыб Каспийского моря (кильки обыкновенной, сельдей, кефалей и др.) будут находиться в удовлетворительном состоянии или даже расти (в зависимости от развития промысла), а ресурсы полупроходных и пресноводных рыб – уменьшаться.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что в настоящее время промысловая значимость бассейнов южных морей России весьма невелика (по данным за 2018–2020 гг. примерно 3% суммарного российского улова). Фиксируется возрастание вклада в уловы морских видов рыб, размножение и динамика численности в целом у которых в относительно небольшой степени связана с различными проявлениями антропогенной трансформации экосистем.

Очевидно, что отечественное рыболовство в Азовском, Чёрном и Каспийском морях в XXI в. переживает выраженный кризис, причинами которого называются браконьерство [1] и недостатки в организации рыболовства [6, 20].

В последние десятилетия в России отмечается рост производства продукции аквакультуры. Данный показатель увеличился более чем в 4,6 раза – с 77 тыс. т (2000 г.) до 356,6 тыс. (2021 г.). Объем производства продукции товарной аквакультуры в 2021 г. вырос на 8,5% к уровню 2020 г. [21].

По данным Росрыболовства, Южный федеральный округ входит в тройку лидеров. Объем аквакультуры в Южном федеральном округе в 2020 и 2021 гг. составил 78,6 и 79,5 тыс. т соответственно [21, 22].

Основными объектами аквакультуры (рыбоводства) юга являются карп, растительноядные рыбы, форель, осетровые рыбы. Выращивают также канального и клариевого сомов, кефаль, мидий, устриц, креветок.

Перспективными направлениями являются пастбищная аквакультура, прудовое и индустриальное рыбоводство, рекреационная аквакультура, марикультура. Увеличение видового разнообразия культивируемых рыб возможно и за счет представителей местной ихтиофауны и ранее вселенных видов.

В настоящий период активизировалось изучение процессов культивации объектов аквакультуры в специальных установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). В Южном научном центре РАН разработаны комплексная технология, позволяющая минимизировать климатические опасности, интегрированные установки с применением «зеленых» технологий, позволяющие содержать гидробионтов в УЗВ в целях этажного культивирования рыбы, раков и вермикультуры, гидропоники (растений) [23–25]. Совместно со специалистами Астраханского государственного технического университета ведутся долготлетние исследования методов криоконсервации репродуктивных клеток различных видов рыб южных морей России.

В целях оценки возможного влияния глобального потепления на различные компоненты экосистем Чёрного, Азовского и Каспийского морей необходимо подвергнуть анализу все наличествующие научные данные (гидрологические, гидробиологические, ихтиологические) в ходе реализации «Программы совместных научных исследований Росрыболовства и РАН».

Поскольку Азово-Черноморский и Каспийский бассейны – самые южные отечественные регионы, учитывая их рекреационные возможности и состояние рыбодобывающей отрасли, следует ожидать последующего уменьшения добычи рыбы. Самым перспективным и цивилизованным направлением прироста продукции из водных биоресурсов является расширение применения аквакультуры всех видов [26]. Можно предположить развитие следующих направлений: разведение деликатесных рыб (осетров, форели, лососей) и моллюсков (устрицы, мидии), туристическо-рекреационных бизнес-структур и открытие аквариумов, океанариумов, дельфинариумов.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 122020100328-1, с использованием УНУ «МУК» ЮНЦ РАН и Биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб ЮНЦ РАН № 73602.

Литература

1. *Макоедов А.Н.* Научные основы рыболовства. – М.: Медиа М, 2014. – 464 с.
2. Статистические сведения по рыбной промышленности России. – М.: ВНИРО, 2021. – 90 с.
3. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: Информ. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 164 с.
4. *Балыкин П.А., Пономарева Е.Н., Пономарев С.В.* Современное состояние производства рыбы в южных регионах России // Рацион. использование и сохранение водных биоресурсов: Материалы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. – С. 134–136.
5. *Луц Г.И., Надолинский В.П., Дахно В.Д. и др.* Состояние ихтиофауны и сырьевая база промысла на черноморском шельфе России в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: Сб. науч. тр. АзНИИРХ (2002–2003 гг.). – Ростов-н/Д.: АзНИИРХ, 2004. – С. 86–102.
6. *Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Лапшин О.М.* Комплексный подход к организации российского рыболовства на Черном море // Электронный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/> (дата обращения: 18.03.2019).
7. *Надолинский В.П., Надолинский Р.В.* Изменения в видовом составе и численности ихтиопланктона Азовского и северо-восточной части Чёрного морей за период 2006–2017 гг. под воздействием природных и антропогенных факторов // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 51–66.
8. *Шаловенков Н.Н.* Тенденции вселения чужеродных видов зообентоса в Чёрное море // Российский журнал биологических инвазий. – 2020. – № 1. – С. 72–80.
9. *Балыкин П.А., Старцев А.В.* Некоторые особенности биологии пиленгаса в Таганрогском заливе // Труды ВНИРО. – 2017. – Т. 166. – С. 72–80.
10. Ученые АзНИИРХ занялись «медузовой кулинарией» [Электронный ресурс]. – URL: <https://fishnews.ru/news/43331> (дата обращения: 08.12.2021).
11. Из-за нашествия медуз в Азовском море может исчезнуть хамса и тюлька [Электронный ресурс]. – URL: <http://fishkamchatka.ru/articles/russia/41030/> (дата обращения: 04.06.2021).
12. *Рыбак О.О., Рыбак Е.А.* Климатические изменения в черноморском регионе и разработка стратегии его устойчивого развития // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 90. – С. 108–143.
13. *Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А.* Чёрное и Азовское моря: сравнительный анализ изменчивости температуры поверхности (1982–2009 гг., спутниковая информация) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8, № 4. – С. 208–218.

14. *Дбар Р.С., Гицба Я.В., Экба Я.А.* Термический режим поверхностного слоя вод и окислительные процессы в прибрежной зоне сухумской акватории Чёрного моря // Наука юга России. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 53–60.
15. *Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В.* Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI вв. // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 7–19.
16. *Григоренко К.С., Олейников Е.П., Григоренко Е.Г.* Влияние половодья Дона 2018 г. на термохалинную структуру Азовского моря // Наука юга России. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 63–69.
17. О гибели килек в Среднем и Южном Каспии в 2001 г. / *С.И. Седов, Ю.А. Парицкий, Г.Г. Колосюк, С.В. Канатьев* // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 г. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2002. – С. 340–346.
18. *Яцкая Н.А.* Термохалинный режим Каспийского моря при изменении уровня: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Мурм. мор. биол. ин-т Кол. науч. центра РАН (Мурманск, ММБИ). – 2012. – 28 с.
19. Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз / Под ред. Е.С. Нестерова. – М.: Триада ЛТД, 2016. – 378 с.
20. *Надолинский В.П.* Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Чёрного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар: АзНИИРХ, 2004. – 28 с.
21. Объем производства аквакультуры в России вырос на 8,5% – до 357 тыс. тонн [Электронный ресурс]. – URL: <https://fish.gov.ru/news/2022/02/09/obem-proizvodstva-akvakultury-v-rossii-vyros-na-85-do-357-tys-tonn/> (дата обращения: 15.02.2022).
22. Динамика производства продукции аквакультуры в 2016-2020 гг. [Электронный ресурс]. – URL: https://fish.gov.ru/otraslevaya_deyatelnost/akvakultura/proizvodstvo_akvakultury/statistika/dinamika_proizvodstva_produkcii_2016-2020.pdf (дата обращения: 20.08.2020).
23. Инновационная биотехнология получения экологически чистой продукции аквабиокультуры в модульной установке замкнутого водоснабжения / *Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, А.В. Казарникова и др.* // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 3 (191). – С. 41–48.
24. Интегрированное выращивание рыбы и растений в модульной установке замкнутого водоснабжения / *Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, А.В. Казарникова и др.* // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 66–71.
25. Современные биотехнологические методы в индустриальной аквакультуре юга России / *Е.Н. Пономарева, В.А. Григорьев, М.Н. Сорокина, А.А. Корчунов* // Современные рыбные ресурсы и аквакультура в Азово-Черноморском бассейне. – Ростов н/Д., 2020. – С. 24–26.
26. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М.: Росгидромет, 2021. – 104 с.

УДК 620.19:629.5.023

О.А. Белов, Е.П. Белова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: boa-1@mail.ru*

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАЩИТЫ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ ОТ КОРРОЗИИ В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Как известно, коррозия является одним из ключевых факторов деградации корпуса судна. Исследованию процессов коррозии, определению скорости протекания коррозионных разрушений, а также совершенствованию способов защиты от коррозии и методов контроля посвящено большое количество исследований как российских ученых, так и зарубежных авторов. Следует отметить, что данное направление является весьма актуальным, что подтверждается наличием большого числа публикаций по этой теме как в зарубежных, так и в отечественных научных изданиях. Именно вопросам контроля, аналитического прогнозирования и оценки фактического состояния защищенности корпуса судна посвящен ряд работ представителей Камчатского государственного технического университета. Основной целью исследований в данном направлении является совершенствование как самой системы антикоррозионной защиты судов, так и средств и методов контроля ее фактического состояния на протяжении всего периода эксплуатации. В качестве необходимых условий для достижения данной цели авторы рассматривают возможности современных информационных технологий, программных средств и средств измерений. Приводится подробный анализ как самих информационных технологий, так и методов их применения при оценке технического состояния корпуса судна, анализа и прогнозирования активности протекания коррозионных процессов.

Ключевые слова: электрохимическая коррозия, скорость коррозии, коррозионный процесс, защита от коррозии, исследование коррозии.

O.A. Belov, E.P. Belova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: boa-1@mail.ru*

ISSUES OF IMPROVING THE PROTECTION OF SHIPS AND VESSELS AGAINST CORROSION IN MODERN SCIENTIFIC RESEARCH

As you know, corrosion is one of the key factors in the degradation of the ship's hull. A large number of studies, both by Russian scientists and foreign authors, are devoted to the study of corrosion processes, the determination of the rate of corrosion damage, as well as the improvement of corrosion protection methods and control methods. It should be noted that this direction is very relevant, which is confirmed by the presence of a large number of publications on this topic both in foreign and domestic scientific journals. A number of works by representatives of the Kamchatka State Technical University are devoted to the issues of control, analytical forecasting and assessment of the actual state of protection of the ship's hull. The main goal of research in this direction is to improve both the system of anti-corrosion protection of ships, and the means and methods for monitoring its actual state throughout the entire period of operation. As necessary conditions for achieving this goal, the authors consider the possibilities of modern information technologies, software and measuring instruments. A detailed analysis of both the information technologies themselves and the methods of their application in assessing the technical condition of the ship's hull, analysis and prediction of the activity of the course of corrosion processes is given.

Key words: electrochemical corrosion, corrosion rate, corrosion process, corrosion protection, corrosion research.

Необходимость совершенствования организации технической эксплуатации кораблей и судов, а также возрастающие требования к обеспечению безопасности мореплавания актуализируют проведение научных исследований по данной теме. Важным вопросом остается обеспечение эффективной защиты судовых корпусных конструкций от коррозии как основного фактора,

влияющего на прочность и надежность корпуса судна. Исследования по данной теме ведутся в нескольких направлениях, среди которых приоритетными являются детальное изучение процессов коррозии, совершенствование средств антикоррозионной защиты и повышение эффективности системы контроля за состоянием корпуса судна.

Современные микропроцессорные технологии позволяют расширить возможности как способов защиты от коррозии, так и методов контроля и измерения параметров электрического поля судна и его защитного потенциала. Также повышается точность самих измерений за счет совершенствования первичных измерительных преобразователей. При этом большое внимание уделяется подготовке операторов как важного звена в системе контроля за состоянием корпуса судна. Этот фактор во многом определяет эффективность мероприятий по контролю и защите корпуса судна от коррозии и как следствие – экономический результат технической эксплуатации судна.

Так, еще в 2000 г. В.Х. Хартт в своем докладе «Морская катодная защита – исторические тенденции и последние достижения (W.H. Hartt “Marine cathodic protection-historical trends and recent accomplishments”. Conference Paper OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition) перечислил исторические отличительные достижения, связанные с проектированием и функционированием систем катодной защиты морских сооружений. Автором представлен сравнительный анализ начальных принципов разработки защитных систем, основанных на методе параметров наклона и разработанном на его основе едином расчетном уравнении, с современной стандартной практикой проектирования.

В работе описано применение, в том числе преимущества и ограничения этого подхода как к гальваническим, так и к импрессионным токовым системам катодной защиты на пространственных каркасах (например нефтедобывающие платформы), двухмерных (корпуса судов) и одномерных (трубопроводы и кабели) конструкциях. Автором показано преимущество этого метода в сравнении с существующими стандартными рекомендуемыми практиками [1].

В это же время научному сообществу была представлена обширная работа в области исследования коррозии морских судов, выполненная группой испанских ученых в составе Маринелы Панаётовой (Marinela Panayotova), Йордана Гарбатова (Yordan Garbatov) и Карлоса Соареса (Carlos Soares). В данной работе подробно описываются различные формы коррозии стали в морской среде. Выполнен глубокий анализ коррозионных процессов, которым подвергаются конструкционные стали при нахождении в морской среде. Представлены различные модели коррозии и проанализирована их способность прогнозировать развитие коррозионных процессов.

Также рассматриваются дополнительные факторы, активизирующие коррозионные процессы на уровне составных компонентов конструкционных сталей в процессе эксплуатации металлических корпусов. В статье предлагается обсуждение влияния состава сталей и его разновидностей на интенсивность процессов коррозии. Авторами также рассматриваются и другие эксплуатационные факторы, влияющие на развитие коррозии балластных систем, нефтяных танков и грузовых трюмов. В статье выполнен анализ методов и средств мониторинга, натурных испытаний и комплексной оценки защиты от коррозии [2].

Еще один способ определения скорости коррозии, запатентованный в США, основан на использовании шума потенциала, который при отклонении стационарного потенциала корродирующего металла коррелирует с характером коррозии. Шум потенциала может служить показателем начавшейся коррозии [3].

Кроме того, описан и способ электрохимической импедансометрии. При данном способе производятся замеры силы тока амперметром с нулевым сопротивлением. Сила тока резко уменьшается при повреждении защитной пленки металла вследствие распространения коррозии. Таким образом, по показателям силы тока можно судить о начале процессов коррозии.

Особенностям протекания коррозионных процессов в различных средах уделяется достаточное внимание и российскими учеными. В частности, А.С. Рысаков разработал свой способ определения скорости коррозии металлов и сплавов. По этому методу испытуемый образец помещается в коррозионную среду для замера потенциала коррозии. Затем производят удаление поляризатора из среды, а потенциал испытуемого образца поддерживают равным потенциалу коррозии. Получившееся значение тока позволяет установить скорость коррозии.

Другой способ определения скорости коррозии предложил В.Н. Лаврентьев. Образец испытуемого металла поляризуют током пассивации, выдерживая в растворе до установления постоянного значения потенциала. После этого образец анодно поляризуют и снимают кривую

поляризации. По этой кривой судят о скорости коррозии. Также известен способ А.П. Лубенского для определения скорости коррозии в агрессивной среде. Суть данного способа заключается в измерении тока между специально изготовленным образцом и медно-сульфатным электродом сравнения, которые помещаются в агрессивную среду. По силе тока судят и о скорости коррозии.

П.М. Созонов разработал способ обнаружения коррозионных повреждений на подземных трубопроводах. В процессе такого исследования трубопровод разбивают на участки. На границах участков откапывают шурфы. Затем проводят замеры электрического сопротивления участков и электрического сопротивления в шурфах по четырехэлектродной методике. На окончаниях трубы измеряют толщину стенки и наружный диаметр. Эти данные позволяют установить удельное сопротивление металла трубы.

Удельное сопротивление металла трубы позволяет произвести дальнейшие расчеты. Устанавливается электрическое сопротивление участка используемого типоразмера труб с минимально допустимой толщиной стенки. Затем производится сравнение измеренных и рассчитанных значений для этих участков. Полученные отклонения позволяют судить о степени коррозионных повреждений металла на участках.

А.И.-М. Цинман использовал способ, при котором коррозия исследуется на поверхностях внутри трубопроводов и цилиндрических сосудов. Для исследования пользуются образцом-свидетелем, представляющим собой плоскую пластину, вводимую в закрепленном положении на направляющем штоке на поверхность исследования. Впоследствии на пластину прикладывается расчетное деформирующее усилие по средствам направляющего штока. Процесс повторяют пока пластина не начнет полностью прилегать к внутренней поверхности изучаемого объекта. Следующий этап подразумевает выдержку «образца-свидетеля» в агрессивной коррозионной среде. В завершение образец-свидетель вынимают и подвергают изучению.

Способ контроля скорости коррозии металлических объектов, автором которого является Ю.Н. Пчельников, предполагает помещение объекта исследования в коррозионную среду и установки скорости коррозии с помощью возбуждения поверхностной электромагнитной волны. Вместе с этим чувствительный «орган» располагается в точке соприкосновения с коррозионной средой. В зоне, разграничивающей чувствительный орган и поверхность контролируемого объекта, возбуждается замедленная электромагнитная волна со смещенной энергией магнитного поля. О скорости объекта судят по изменению замедления электромагнитной волны.

Кроме того, во многих патентах, отечественных и зарубежных статьях отражены новые методики контроля средств электрохимической защиты [4–7]. Однако в связи с необходимостью длительной подготовки образцов, средств исполнений и реагентов такие методики невозможно использовать в судовых условиях. Кроме того, такие замеры способен произвести только квалифицированный специалист-химик. Этот факт также делает эти методы несостоятельными в судовой практике.

В исследованиях, проводимых группой авторов под руководством Ф. Дарчивио (F. Darchivio), отмечается, что несмотря на совершенствование и развитие систем антикоррозионной защиты, затраты на восстановление судов и ремонт их корпусов, поврежденных коррозией, остаются высокими.

Сокращение затрат на ремонт в современных реалиях является важной и актуальной задачей. Для решения этой задачи авторами предлагается методика моделирования электрохимии распределения тока по корпусу судна для лучшего понимания протекающих процессов и дальнейшего совершенствования антикоррозионной защиты судов, а также продления их срока службы.

Авторы статьи обосновывают целесообразность проверки реального расхода гальванических анодов (протекторов) и дооснащения проектных критериев во время ремонта судна в сухом доке при очередном освидетельствовании. На сегодняшний момент такой подход не является стандартным, и продолжает использоваться технология удаления оставшихся протекторов в ходе подготовки корпуса судна к ремонту в сухом доке [8].

Некоторые исследователи в своих публикациях отмечают необходимость применения комбинированной защиты корпуса судна. Проведенный анализ показывает, что наиболее распространенными методами защиты от коррозии остаются катодная защита и использование специальных покрытий корпуса. Так как каждый из этих методов имеет свои недоработки, наиболее эффективным, по мнению авторов, является комплексный подход с сочетанием катодной защиты и лакокрасочных покрытий. Такое сочетание методов способствует повышению уровня антикоррозионной защиты и обеспечивает ее работоспособность в течение длительного периода времени.

В этот же период авторы научных публикаций по данной теме Фернандо Б. Майнер и Витор Перассолли обращают внимание на важность технического обслуживания и поддержание в работоспособном состоянии систем антикоррозионной защиты. В своих публикациях они рассматривают последствия коррозионных повреждений корпуса судна вследствие его эксплуатации с вышедшей из строя системой катодной защиты. Сама система катодной защиты – ее конструкция, технология монтажа, техническое обслуживание и эксплуатация – авторами статьи признается эффективной. При этом приводятся последствия воздействия активных коррозионных процессов на корпус в период полугодовой стоянки судна на якоре с нефункционирующей катодной защитой. Также авторами оценивается объем работ, выполненных в период ремонта судна для устранения последствий коррозионных разрушений и восстановления эксплуатационных качеств корпуса [9].

Особое место в зарубежных публикациях отводится вопросам моделирования коррозионных процессов и работы защитных систем. Рассмотрение этих вопросов представлено в статьях «Предотвращение коррозии корпуса судна при помощи ICCP и моделирования» (С. Fairclough “Avoiding Ship Hull Corrosion with ICCP and Simulation”) и «Имитация импрессионного тока катодной защиты» (В. Nistad “How to Simulate Impressed Current Cathodic Protection”).

В этих статьях указывается, что катодная защита является распространенным методом защиты металлических конструкций от гальванической коррозии, и приводится описание, как работает этот метод и для каких приложений он обычно используется. Приведен пример такого моделирования на корпусе судна, а также объясняются ключевые моменты для его реализации. В публикациях применяется моделирование, чтобы исследовать влияние характеристик конструкции винта и гребного вала на эффективность использования импрессионного тока катодной защиты (ICCP). В этой модели одним из важных аспектов является сигнатура электрического поля, возникающая в результате работы системы катодной защиты вала и гребного винта на борту [10, 11].

В публикациях группы ученых индонезийского университета в составе Ади Курниавана (Adi Kurniawan), Сутопо Пурвон Фитри (Sutopo Purwono Fitri), Мухаммада Рахмана (Muhammad Rahman) подчеркивается, что катодная защита импульсным током является эффективным методом защиты судовых корпусных конструкций от коррозии. Реализация данного способа основана на применении термоэлектрического генератора с отбором мощности от системы выхлопных газов дизельной энергетической установки. Экспериментальные исследования прототипа термоэлектрического генератора на действующем судне позволили получить данные для вычисления требуемых параметров мощности генератора для эффективного электропитания системы катодной защиты импульсным током. Основным выводом по результатам данной работы показывает возможность снижения скорости протекания коррозионных процессов за счет применения метода катодной защиты импульсным током и при этом избегания дополнительных затрат на производство необходимой для этого электроэнергии [12].

Одним из главных направлений в исследованиях проблемы коррозии является обеспечение параметров надежности эксплуатируемых антикоррозионных систем. Многими авторами используется апробированный и усовершенствованный метод расчета надежности первого порядка (МНПП). Эффективность данного метода продемонстрирована в представленных в публикации результатах оценки надежности корпуса морского танкера, подвергнутого воздействию коррозии. На основании этого сделан вывод о влиянии погрешностей математической модели прогнозирования поведения элементов корпусных конструкций при динамических нагрузках на вероятность их разрушения [13].

Исследования по теме восстановления судов, поврежденных коррозией, и оценки качества выполненных ремонтных работ являются продолжением темы обеспечения надежности и также часто встречаются в иностранной научной литературе. В одной из своих работ Дэвид Чичи (David Chichi) и Йордан Гарбатов (Yordan Garbatov) определяют целью исследования изучение эффективности восстановления эксплуатационных свойств корпуса нефтяного танкера в ходе устранения коррозионных повреждений. Оценка производится с учетом финансовых затрат, связанных с дооснащением или заменой элементов корпуса. С использованием метода Монте-Карло моделируется неравномерность коррозионной деградации элементов корпуса судна и определяется степень вероятности выхода из строя. В качестве дооснащения рассматриваются варианты полной замены листов обшивки корпуса, применение дополнительных продольных и поперечных ребер жесткости и усиление фланцевых отверстий. Всего в статье рассматривается и анализируется более десятка возможных сценариев [14].

Важным направлением в современных исследованиях коррозионных процессов является определение влияния коррозии на свойства материалов, применяемых для эксплуатации в морской среде. Результаты многих экспериментов показали, что без защитных покрытий металлических материалов процессы коррозии протекают более активно. Все это наглядно демонстрирует зависимость величины отклонения стандартных характеристик материалов как от качества покрытия, так и от вида используемого материала. В частности, экспериментально подтверждена лучшая устойчивость к коррозионному воздействию материалов из алюминия.

Таким образом, на современном этапе учеными уделяется большое внимание вопросам организации контроля за состоянием корпуса судна в процессе эксплуатации, в том числе с использованием информационных технологий и применением специальных автоматизированных комплексов и программных средств. Задачи организации защиты корпусов кораблей и судов от коррозии, а также вопросы восстановления корпусов, повышения их прочности и надежности после устранения коррозионных деформаций и разрушений также продолжают оставаться актуальными. С учетом востребованности флотом эффективных методов и способов защиты от коррозии и контроля за состоянием корпуса судна, разработки и исследования в этом направлении являются особенно актуальными.

Литература

1. *Hartt W.H.* Marine cathodic protection-historical trends and recent accomplishments. Conference Paper OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition. – Vol. 3. – 2000.
2. *Panayotova M., Garbatov Y., Soares C.G.* Corrosion of steels in marine environment, monitoring and standards. – Safety and Reliability of Industrial Products, systems and Structures. – Taylor and Francis Group, London, 2010. – P. 369–413.
3. Пат. 2222001, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Способ, предусматривающий использование электрохимического шума при коррозии / Йованчичевич В. / заявитель и патентообладатель Бэйкер Хьюз Инкорпорейтед (US). – № 2001119059/28; заявл. 12.09.1999. – Опубликовано 12.09.1999, бюллетень № 2.
4. Пат. RU № 2643709. Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической коррозии и электрокоррозии / О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина. – Опубл. 05.02.2018.
5. *Ivocevic S., Bauk S.* The use of information technology in the assessment of the corrosion damage on ship hull // 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT). – February 2018.
6. *Udosoh N.E., Awwal S.I.* Performance assessment of ship hull metal in seawater media // Journal of Engineering Research and Reports. – Vol. 15. – August 2020. – P. 50–56.
7. *Tezdogan T., Demirel Y.K.* An overview of marine corrosion protection with a focus on cathodic protection and coatings // Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike. – Vol. 65. – June 2014. – P. 49–59.
8. *Darchivio F., Cassanelli A., Simison S.* Cathodic protection of ship hulls by galvanic anodes: design evaluation // Nace International. Corrosion 2209: Conference and Expo. – January 2009. – P. 1–7.
9. *Mainier F.B., Perassolli V.* Ship hull corrosion caused by default and lack of maintenance on the impressed current cathodic protection // IOSR Journal of Engineering. – 2014. – Vol. 04. – P. 34–39.
10. *Fairclough C.* Avoiding Ship Hull Corrosion with ICCP and Simulation. 2015. Available from: <https://www.comsol.com>.
11. *Nistad B.* How to Simulate Impressed Current Cathodic Protection. 2019. Available from: <https://www.comsol.com>.
12. *Kurniawan A., Fitri S.P., Rahman M.* Experimental Study of Thermoelectric Generator as Electrical Source of Impressed Current Cathodic Protection for Ship Hull // International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. – June 2017. – Vol. 1 (3). – P. 143–148.
13. *Gong Ch., Frangopol D.* System reliability of corroded ship hull girders // Structure and Infrastructure Engineering. – December 2019. – Vol. 16. – P. 1–9.
14. *Chichi D., Garbatov Y.* Retrofitting analysis of tanker ship hull structure subjected to corrosion // Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike. – June 2019. – Vol. 70. – P. 87–109.

УДК 620.19:629.5.023

О.А. Белов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: boa-1@mail.ru*

ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ НЕСТАНДАРТНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СУДНА «ДАЛЬМОС»

Коррозия является основной причиной снижения прочности, надежности и безопасности эксплуатации морских судов. Поэтому обеспечение эффективной антикоррозионной защиты судна является важной эксплуатационной задачей. Одним из элементов реализации этой задачи является обеспечение контроля фактического состояния и работоспособности электрохимической защиты корпуса судна. Согласно требованиям руководящих документов этот контроль должен производиться с помощью хлорсеребряных электродов, которые являются наиболее точными электродами сравнения, применяемыми в системах контроля коррозионной защиты. Однако низкая надежность и высокая стоимость хлорсеребряных электродов требует разработки, обоснования и применения на судах более эффективных приборов контроля. Одним из вариантов замены хлорсеребряного электрода является угольный электрод, который при допустимой точности имеет значительно меньшую стоимость.

Ключевые слова: электрохимическая коррозия, электрохимическая защита, протекторная защита, защитный потенциал, хлорсеребряный электрод.

O.A. Belov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: boa-1@mail.ru*

ORGANIZATION AND RESULTS OF NON-STANDARD ELECTRODE CONTROL OF THE EFFICIENCY OF ANTI-CORROSION PROTECTION OF THE VESSEL "DALMOS"

Corrosion is the main reason for reducing the strength, reliability and safety of marine vessels. Therefore, ensuring effective anti-corrosion protection of the vessel is an important operational task. One of the elements of the implementation of this task is to ensure control of the actual state and operability of the electrochemical protection of the ship's hull. According to the requirements of the governing documents, this control should be carried out using silver chloride electrodes, which are the most accurate reference electrodes used in corrosion protection control systems. However, the low reliability and high cost of silver chloride electrodes require the development, justification and use of more efficient control devices on ships. One of the options for replacing the silver chloride electrode is a carbon electrode, which, with acceptable accuracy, has a much lower cost.

Key words: electrochemical corrosion, electrochemical protection, sacrificial protection, protective potential, silver chloride electrode.

В качестве объекта контрольных исследований антикоррозионной защиты использовалось рыбопромысловое судно «Дальмос» водоизмещением 8 730 тонн. Судно относится к типу плавзавод, и в период контрольных исследований большую часть времени находилось в режиме стоянки на якорю, периодически меняя свое место дислокации. Внешний осмотр показал, что судно «Дальмос» находится в хорошем состоянии. На нем установлена штатная протекторная электрохимическая защита. Лакокрасочное покрытие бортов в районе действующей ватерлинии видимых повреждений не имеет. Больших, визуально определяемых внешних коррозионных повреждений визуально также не обнаружено. Измерения на судне «Дальмос» проводились в течение

восьми месяцев в период с января по август 2021 г. включительно. Основным контролируемым параметром является защитный потенциал корпуса $V-$, мВ. Дополнительно проводились замеры защитного тока $I-$, mA. Исследования проводились по шести контрольным точкам согласно схеме, представленной на рис. 1 [1].

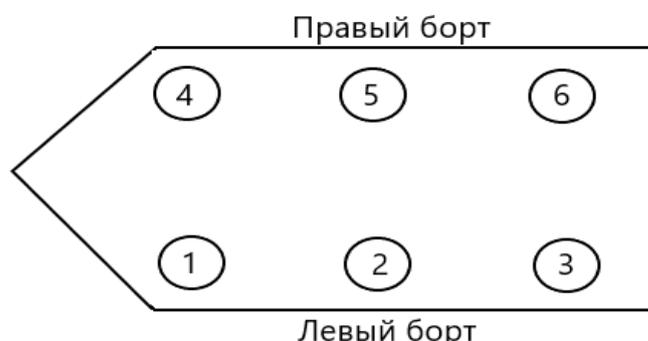


Рис. 1. Расположение контрольных точек замеров на судне

Все контрольные замеры в указанных точках проводились с использованием угольных электродов в соответствии с методикой, представленной в [2]. Также использовались ранее разработанные устройства для измерения защитного потенциала стальных корпусов судов и проверки правильности показаний электродов сравнения, описанные в [3, 4].

Основной целью исследования является определение возможности использования угольных электродов в качестве контрольных электродов сравнения вместо стандартных хлорсеребряных электродов. Задача исследования заключается в определении точности измерений, выполненных с помощью угольных электродов сравнения, а также их эффективности и надежности для использования в системах контроля судовой электрохимической защиты (ЭХЗ). Статистические исследования проводились согласно методике, использованной в аналогичном исследовании, описанном в [5]. Дополнительно в ходе проведения исследования решались вопросы организации использования нестандартных электродов в системах контроля ЭХЗ, а также определение технического состояния и работоспособности системы ЭХЗ судна «Дальмос».

Результаты проведенных за указанный период измерений приведены в таблице.

Результаты измерений контрольных параметров

Дата	Измеряемые параметры	№ контрольной точки					
		1	2	3	4	5	6
07.01.2021	$V-$, мВ	877	771	781	875	773	780
	$A-$, mA	19	30	22	26	17	22
10.01.2021	$V-$, мВ	868	771	781	875	773	779
	$A-$, mA	19	25	34	19	8	12
14.01.2021	$V-$, мВ	877	771	781	875	773	780
	$A-$, mA	19	30	22	26	17	22
21.01.2021	$V-$, мВ	877	766	779	877	773	772
	$A-$, mA	17	25	21	19	21	19
28.01.2021	$V-$, мВ	867	768	758	890	760	771
	$A-$, mA	17	26	15	9	22	22
07.02.2021	$V-$, мВ	881	793	761	888	760	780
	$A-$, mA	18	25	21	20	25	20
14.02.2021	$V-$, мВ	834	782	779	855	781	779
	$A-$, mA	14	30	22	18	17	15
21.02.2021	$V-$, мВ	864	779	766	860	759	780
	$A-$, mA	13	29	19	14	25	22
28.02.2021	$V-$, мВ	893	756	747	890	760	761
	$A-$, mA	12	13	21	20	23	12
07.03.2021	$V-$, мВ	893	798	770	888	798	767
	$A-$, mA	20	30	19	18	19	15
14.03.2021	$V-$, мВ	886	796	773	872	777	777
	$A-$, mA	20	27	18	19	18	16
21.03.2021	$V-$, мВ	881	797	773	866	800	777
	$A-$, mA	20	24	21	17	20	20

Дата	Измеряемые параметры	№ контрольной точки					
		1	2	3	4	5	6
28.03.2021	V-, mB	881	799	771	879	797	779
	A-, mA	19	26	13	18	22	17
07.04.2021	V-, mB	902	765	779	888	769	780
	A-, mA	15	27	19	18	25	7
14.04.2021	V-, mB	867	794	774	882	796	767
	A-, mA	15	19	16	20	23	16
21.04.2021	V-, mB	883	799	772	860	793	776
	A-, mA	15	20	16	20	19	22
28.04.2021	V-, mB	883	793	767	880	774	774
	A-, mA	10	24	21	19	16	22
07.05.2021	V-, mB	890	796	774	885	786	778
	A-, mA	19	30	18	19	25	21
14.05.2021	V-, mB	885	786	777	885	799	780
	A-, mA	18	22	18	19	18	14
21.05.2021	V-, mB	861	798	779	883	776	775
	A-, mA	18	19	20	15	19	18
28.05.2021	V-, mB	887	792	778	878	783	767
	A-, mA	20	22	21	17	20	16
07.06.2021	V-, mB	885	799	772	890	785	770
	A-, mA	17	26	8	14	21	17
14.06.2021	V-, mB	883	786	780	876	784	778
	A-, mA	10	17	17	17	18	16
21.06.2021	V-, mB	904	788	775	880	778	778
	A-, mA	13	23	12	17	18	13
28.06.2021	V-, mB	891	780	773	881	796	770
	A-, mA	19	26	15	8	23	20
07.07.2021	V-, mB	874	791	775	886	793	778
	A-, mA	19	27	20	17	24	15
14.07.2021	V-, mB	888	785	776	889	778	776
	A-, mA	19	29	21	19	23	18
21.07.2021	V-, mB	887	785	773	886	776	779
	A-, mA	17	25	20	17	21	21
28.07.2021	V-, mB	872	789	773	888	796	779
	A-, mA	18	28	18	18	23	20
07.08.2021	V-, mB	889	797	771	886	793	778
	A-, mA	16	27	16	19	22	21
14.08.2021	V-, mB	886	783	780	888	779	777
	A-, mA	19	18	22	20	24	19
21.08.2021	V-, mB	855	782	773	862	784	767
	A-, mA	17	12	20	18	18	22

Для снижения погрешности измерений в течение всего периода исследования использовался один стандартный мультиметр, и измерения выполнялись одним оператором [6]. Влияние других случайных факторов оценивалось внешним наблюдением и дополнительными измерениями. Полученные данные находятся в установленных пределах и позволяют объективно оценить состояние судовой ЭХЗ в соответствующих контрольных точках за период исследования.

Полученные результаты измерений указывают на то, что судно «Дальмос» имеет эффективную защиту от коррозии. Протекторная защита, установленная на судне, находится в работоспособном состоянии и отвечает требованиям [7, 8], так как значения находятся в интервале 750–900 мВ по постоянному напряжению. Данные значения являются суммой поправочного коэффициента измерительного прибора и усредненных измерений по контрольным точкам.

Для большей наглядности и отражения динамики процесса проводимых исследований на основании собранных данных составлены диаграммы защитного потенциала в контрольных точках. Динамика значений защитного потенциала по контрольным точкам представлена в диаграммах на рис. 2.

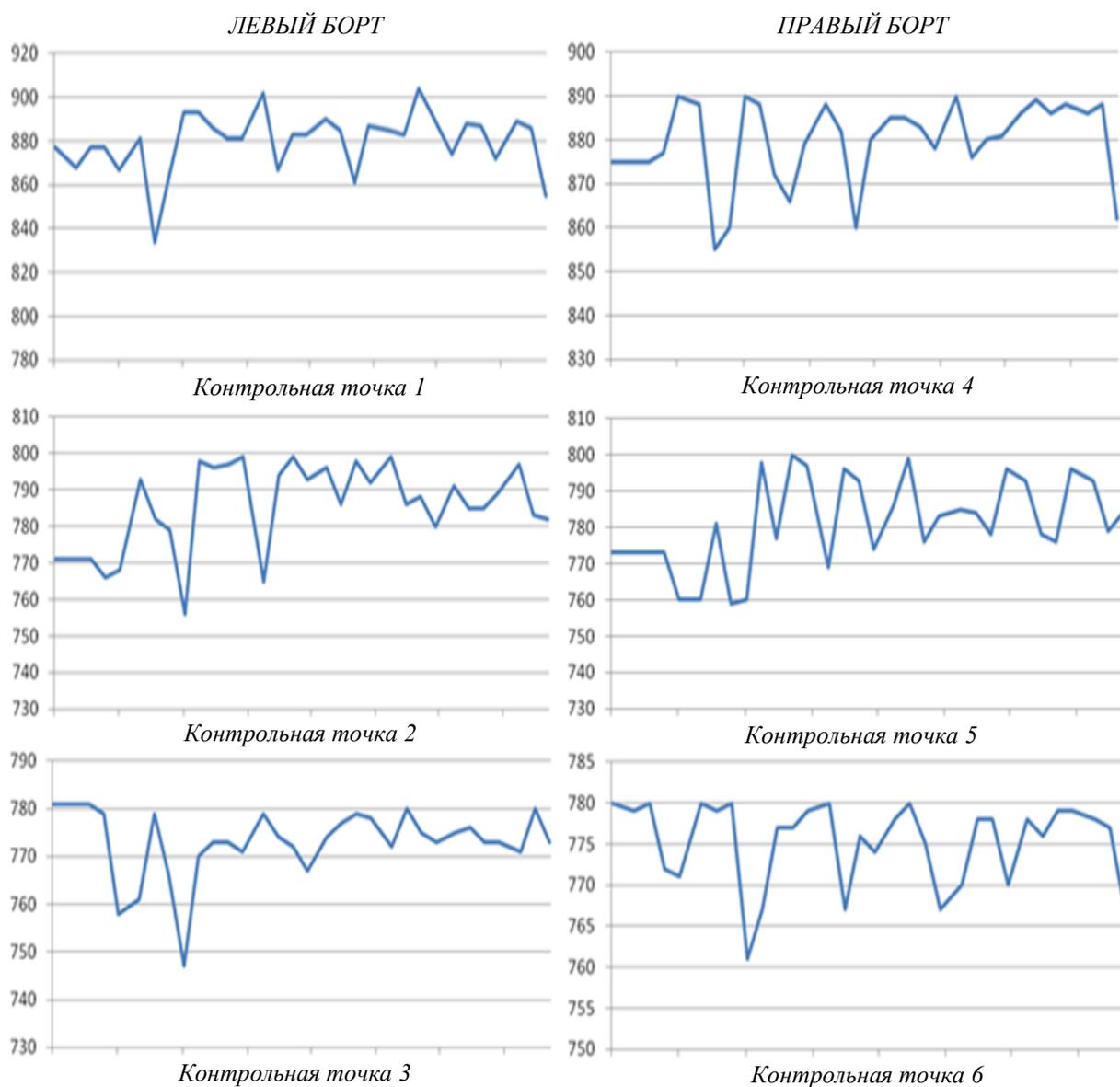


Рис. 2. Диаграммы защитного потенциала по контрольным точкам за период исследования

Анализ полученных диаграмм показывает идентичность динамики изменения защитного потенциала за указанный период по контрольным точкам левого и правого борта. Отклонение значений потенциала в интервалах измерения находится в пределах допустимой погрешности. Влияние случайных факторов в точке стоянки периодически оценивалось контрольными замерами V_{\sim} , mB и I_{\sim} , mA.

Снижение защитного потенциала в контрольных точках № 3 и 6, расположенных в кормовой части судна, связано с влиянием на электрохимические процессы в этой части корпуса гребных винтов. Опыт эксплуатации судов показывает, что именно в кормовой части судна имеют место наиболее интенсивные коррозионные процессы.

Совпадение результатов измерений с фактическим состоянием корпуса судна и статистическими данными по эксплуатации рыбопромысловых судов подтверждают адекватность данного метода контроля ЭХЗ. Кроме того, полученные значения характеризуются хорошим постоянством в течение всего периода проводимого исследования, что наглядно видно из диаграммы суммарных значений защитного потенциала, представленной на рис. 3.

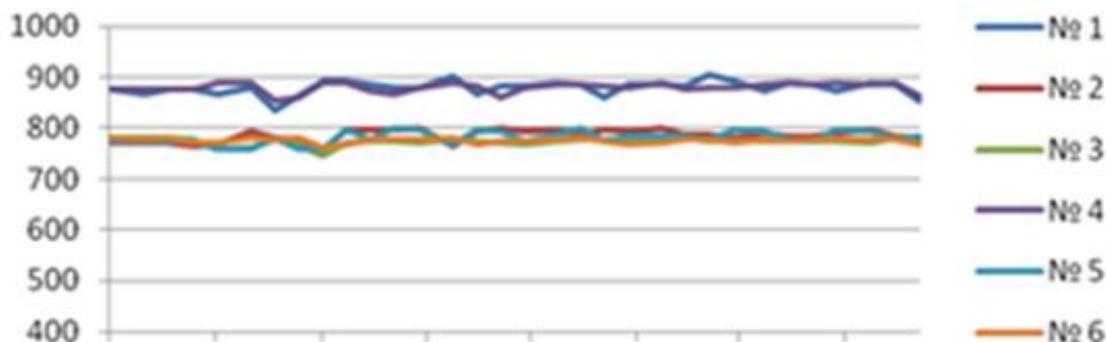


Рис. 3. Суммарные значения защитного потенциала за период исследования

Данная диаграмма позволяет сделать вывод о стабильности показаний измерений в течение времени эксплуатации ЭХЗ. Статистически разности потенциалов на всех шести точках различаются незначительно на всем протяжении измерений и соответствуют действительности.

Результаты исследования подтвердили возможности использования угольных электродов в качестве контрольных электродов сравнения вместо стандартных хлорсеребряных электродов. При этом точность измерений, выполненных с помощью угольных электродов сравнения, обеспечивает их эффективное использование в системах контроля судовой электрохимической защиты. Таким образом, использование угольных электродов обеспечивает высокую надежность и точность результатов измерений контрольных параметров для оценки эффективности работы ЭХЗ и защищенности корпуса судна от коррозии в период эксплуатации.

Полученные данные также позволяют сделать вывод об эффективной антикоррозионной защите судна «Дальмос», о высокой надежности корпусных конструкций, а также о качественно произведенном доковом ремонте в рамках восстановления комплексной антикоррозионной защиты данного судна.

Литература

1. 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. Коростыльёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск–Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.
2. Патент RU № 2643709 Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической коррозии и электрокоррозии / О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина. Оpubл. 28.04.2017.
3. Патент RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, С.П. Лысянский, В.В. Адельшина. Оpubл. 23.03.2017.
4. Патент 153280 Российская Федерация, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Д.В. Шунькин, А.А. Диденко, А.А. Луценко, Д.В. Коростыльёв, О.А. Белавина. Оpubл. 10.07.2015.
5. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Монография / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин. – Петропавловск–Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 109 с.
6. 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.
7. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное издательство, 2002. – 350 с.
8. ГОСТ 26501-85. Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 7 с.

УДК 597.555.5639.2.081.117.21(265.53)"2020-2021"

Ф.А. Бурлак¹, В.А. Грушинец¹, С.Ю. Шершенков¹, А.А. Смирнов^{2,3}

¹ *Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Магадан, 685000;*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140;*

³ *Северо-Восточный государственный университет,
Магадан, 685000
e-mail: andrsmir@mail.ru*

**ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИНТАЯ
ПРИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ТРАЛОВОМ ПРОМЫСЛЕ
В СЕВЕРО-ОХОТОМОРСКОЙ ПОДЗОНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ
В МАРТЕ – АПРЕЛЕ 2020–2021 ГГ.**

На основе материалов, собранных в марте – апреле 2020–2021 гг., рассматриваются основные биологические показатели минтая при траловом промысле в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря. Показано, что по результатам проведенных мониторинговых работ биологические показатели минтая были на уровне среднесрочных значений последних 10 лет, устойчивых негативных изменений в настоящее время не отмечено.

Ключевые слова: минтай, размер, масса, пол, доля самок.

Ph.A. Burlak¹, V.A. Grushinets¹, S.Y. Shershenkov¹, A.A. Smirnov^{2,3}

¹ *Magadan branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Magadan, 685000;*

² *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, 107140;*

³ *North-Eastern State University,
Magadan, 685000
e-mail: andrsmir@mail.ru*

**THE MAIN BIOLOGICAL INDICATORS OF POLLOCK DURING TRAWLING
IN THE NORTH OKHOTSK SEA SUBZONE OF THE SEA OF OKHOTSK
IN MARCH – APRIL 2020–2021**

Based on the materials collected in March-April 2020-2021, the main biological indicators of pollock during trawling in the North Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk are considered. It is shown that according to the results of the monitoring work, the biological indicators of pollock were at the level of the average long-term values of the last 10 years, stable negative changes have not been noted at present.

Key words: pollock, size, weight, sex, proportion of females.

Одним из основных объектов российского и мирового рыболовства является тихоокеанский минтай [1, 2], при этом значительная часть его запасов сосредоточена в Охотском море [3, 4]. В северной части Охотского моря обитает группировка североохотоморского минтая, крупнейшая в мире по величине биомассы запасов [5]. Следует отметить, что в пределах Северо-Охотоморской промысловой подзоны (далее – СО) отмечаются два устойчивых центра ее нереста в Притауйском и Ионо-Кашеваровском районах, и осуществляется ежегодный крупномасштабный специализированный траловый промысел на преднерестовых (январь – апрель) и нагульных (октябрь – декабрь) его скоплениях. Преобладающая доля рекомендованного годового изъятия минтая в Охотском море (более 80% ежегодно) вылавливается в период весенней путины

с января по апрель [6, 7], при этом в целом траловый промысел минтая обеспечивает до 60% от общей добычи водных биологических ресурсов Российской Федерации [8]. Так, в 2019–2021 гг. в СО с января по апрель было освоено 88,5–84,4% от обще годовых квот, составлявших более 380 тыс. т [9].

В условиях такой масштабной добычи особую актуальность имеет постоянный мониторинг за качественным и количественным состоянием минтая в промысловых уловах, характеризующий состояние группировки, для чего регулярно проводится сбор биологических и промыслово-статистических материалов в ходе его специализированной добычи.

Промысловая и гидрометеорологическая обстановка в СО в районах лова минтая в период исследовательских работ обоих лет была благоприятной – не было продолжительных циклонов, сильных порывистых ветров и длительной штормовой погоды, ледовая обстановка позволяла работать на акваториях основных преднерестовых скоплений минтая. В марте – апреле 2020 и 2021 гг. сбор биологических и промысловых данных в СО Охотского моря выполнялся с борта сходных крупнотоннажных судов типа БМРТ (далее – КТФ) первыми двумя авторами настоящего сообщения. Для общего анализа биостатистики были собраны и проанализированы 14 800 экз. минтая из 55 тралений, данные промысловой статистики обобщались по 160 тралениям. Траления проводились над глубинами от 120 до 650 м при горизонтах тралений от 90 до 320 м. В течение промысловых суток выполнялось от 1 до 4 тралений при средней скорости 3,6 узла, продолжительность тралений изменялась от 0,5 часа до 13,5 часа в зависимости от наличия и мощности скоплений минтая. Средний улов за траление составил 49 т в 2020 г. и 74,3 т в 2021 г.

Март. В первой декаде марта 2020 г. минтай в уловах КТФ в СО был представлен в большой степени пополнением и рекрутами, т. е. особями с длиной АС от 24,6 до 50,5 см (средняя длина **D** (здесь и далее используется длина по Смиту – АС) составила 36,3 см) и массой от 100 до 830 г, средняя масса **M** составила 314 г (табл. 1). В 2021 г. в уловах преобладала половозрелая крупная рыба (средняя длина составила 42,4 см, средняя масса – 470 г), при этом увеличились минимальные и максимальные размеры рыб в уловах.

Таблица 1

Основные биологические характеристики минтая в марте – апреле 2020–2021 гг. из траловых уловов КТФ в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря

Пол	Доля в уловах (%) подекадно	Длина АС, см (D, min-max) подекадно				Масса, г (M, min-max) подекадно			
		1.03	2-3.03	1.04	1.03	2-3.03	1.04		
Декады 2020 г.									
Самцы	42,7/54,5/51,9	39,8 29,4–50,5	39,4 23,8–51,1	38,4 30,9–52,1	352 146–830	496 40–1179	377 130–870		
Самки	57,3/45,5/48,1	33,4 24,6–49,2	43,6 34,6–60,2	43,6 34,3–59,3	286 100–540	599 41–1767	442 180–1095		
Оба пола	100	36,3 24,6–50,5	41,2 23,8–60,2	40,9 30,9–59,3	314 100–830	561 40–1767	417 130–1095		
Декады 2021 г.									
Самцы	38,5/46,6/ 48,9/42,6	41,3 34,1–50,9	40,7 31,2– 53,6	40,0 28,1– 49,5	38,1 27,1–49,5	429 250–660	407 175– 860	382 130– 675	326 115–655
Самки	61,5/53,4/ 51,1/57,4	43,2 33,8–56,9	42,8 25,5– 57,8	42,4 24,6– 57,3	40,1 26,6–58,9	496 225–1115	493 85– 1115	475 105– 1220	396 110–1120
Оба пола	100	42,4 33,8–56,9	41,8 25,5– 57,8	41,2 24,6– 57,3	39,2 26,6–58,9	470 225–1115	453 85– 1115	429 105– 1220	366 110–1120

Доля мелких рыб непромыслового размера с длиной тела (промысловая длина – AD) менее 35 см в 2020 г. была равной 60,7%, а в 2021 г. она снизилась до 5,4% [10]. Доля самок в 2020 г. составляла 42,7%, а в 2021 г. – увеличилась до 61,5%. При этом в 2020 г. в уловах преобладали особи на преднерестовой (39%, в основном самки) и нерестовой (34%, в основном молодые самцы) стадиях зрелости гонад, хотя в уловах также была высока доля неполовозрелых рыб, а годом позже основная часть рыбы в этот период только готовилась к массовому нересту (табл. 2).

Во второй декаде марта 2020 г. судно сделало в СО только одно траление, поэтому его данные в целях увеличения достоверности были объединены с материалами, собранными в третью декаду марта этого года. Данные, собранные в этот период годом позже, представлены в таблице 1. Там показано, что во второй декаде марта 2021 г. минтай в уловах тральщиков был представлен особями с длиной от 25,5 до 57,8 см (средняя длина – 41,8 см) и массой от 85 до 1 115 г (средняя масса – 453 г). Доля рыб меньше промыслового размера (AD менее 35 см), по сравнению с началом марта 2021 г., увеличилась и составила в среднем 12,6%. Доля самок в уловах во второй декаде марта 2021 г. составляла 53,4%. Соотношение стадий зрелости гонад сместилось в сторону преднерестовых и нерестовых рыб (табл. 2), при этом уже отмечалось до 2,2% нерестующих рыб.

Таблица 2

Соотношение стадий зрелости гонад минтая в марте – апреле 2020–2021 гг. из траловых уловов КТФ в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря, %

2020 г.						
Стадии зрелости гонад	II	III	IV	IV-V	V	VI
1-я декада марта	26,3	–	39,1	–	33,8	0,8
2–3-я декада марта	7,7	0,4	43,3	–	46,1	2,5
1-я декада апреля	2,8	0,2	–	18,0	68,5	10,5
2021 г.						
Стадии зрелости гонад	II	III	IV	IV-V	V	VI
1-я декада марта	6,6	23,4	69,8	0,1	0,1	–
2-я декада марта	3,6	20,1	71,0	3,1	2,2	–
3-я декада марта	5,0	6,6	71,4	7,0	9,3	0,7
1-я декада апреля	12,9	6,0	51,1	8,4	13,1	8,5

В конце второй – третьей декаде марта 2020 г. минтай в уловах был представлен также не только взрослыми половозрелыми рыбами (табл. 1), но и в существенных количествах рекрутами и пререкрутами, а именно особями с длиной от 23,8 до 60,2 см (средняя длина рыб составила 41,2 см) и массой от 85 до 1 665 г (средняя масса – 430 г). При этом доля мелких рыб промыслового размера (AD менее 35 см) в уловах существенно снизилась, по сравнению с первой декадой марта, и составила 21,5%. В 2021 г. доля молодых рыб в уловах, по сравнению с первой половиной марта, также несколько возросла: минтай в уловах был представлен особями с длиной от 24,6 до 57,3 см (средняя длина составила 41,2 см) и массой от 105 до 1 220 г (средняя масса – 429 г), при этом доля рыб меньше промыслового размера (по AD менее 35 см) составила в среднем 15,1%, а соотношение полов в уловах стало почти равным. По сравнению с 2020 г., размерно-массовый состав минтая в уловах выровнялся, при этом средняя масса рыб в уловах даже уменьшилась.

В третьей декаде марта 2020 г. в СО доля самок в траловых уловах снизилась и составила 45,5%. Соотношение стадий зрелости гонад в этот период характеризовалось существенным ростом количества готовых к нересту и нерестующих рыб. В уловах преобладали особи на IV (43%) и V (46%) стадиях зрелости гонад (табл. 2), также были отмечены первые отнерестившиеся рыбы (2,5%). В этот же период в 2021 г. также наблюдался процесс быстрой подготовки рыб к началу массового нереста при почти равном соотношении полов, однако в сравнении с предыдущим годом подавляющая часть рыб (IV стадия зрелости гонад – более 70%) находилась на преднерестовых стадиях, а рыб, находящихся в стадиях вымета икры и после, – 10%, что много меньше, чем в 2020 г.

Апрель. Специализированный траловый промысел минтая в СО, согласно действующим «Правилам рыболовства», ежегодно заканчивается с 10 апреля, при этом запрет такого рыболовства в соседних восточноохотоморских промысловых подрайонах уже действует. Поэтому апрельская его добыча в СО происходит очень интенсивно, с максимальным количеством тральщиков и с наибольшим количеством суточных тралений и уловов каждого судна.

В первой декаде апреля 2020 г. минтай в траловых уловах СО был представлен особями с длиной от 30,9 до 59,3 см (средняя длина – 40,9 см) и массой от 130 до 1 095 г, а средняя масса при колебаниях от 130 до 1 095 г уменьшилась и составила 417 г (табл. 1). При этом доля самых

мелких рыб непромыслового размера (AD менее 35 см) в уловах, по сравнению с третьей декадой марта, даже несколько снизилась и была на уровне 20,3%. Доля самок составляла 48,1%. В уловах доминировали нерестящиеся особи на V (68%) стадии зрелости гонад (табл. 1 и 2), количество отнерестовавших рыб превысило 10%.

В этот же период в 2021 г. минтай в уловах был представлен особями с длиной от 26,6 до 58,9 см (средняя – 39,2 см) и массой от 110 до 1 120 г (средняя – 366 г). Наблюдалась наибольшая доля молоди минтая в уловах за сезон лова в СО. Доля рыб размерами меньше промысловой длины (AD – 35 см) была максимальной за период наблюдений и составила 31,7% в среднем. Доля самок в уловах составляла 57,4%, при этом соотношение стадий зрелости гонад (табл. 2) увеличилось в пользу преднерестовых особей. Количество рыб на IV стадии зрелости снизилось до 51,1%, доля особей на V стадии зрелости выросло до 13,1%, также появились первые отнерестившиеся рыбы (8,5%).

Таким образом, за весь период наблюдений 2020 г. длина минтая в уловах изменялась от 23,8 до 60,2 см, в среднем составляя 39,5 см, а общая масса – от 40 до 1 179 г (средняя масса рыб с расчетом по полам составила 425 г). Средние размерно-массовые показатели в марте последовательно возрастали, но в апреле несколько снизились. В марте – апреле 2021 г. в траловых уловах присутствовали особи минтая с длиной тела от 24,6 до 58,9 см (в среднем – 41,1 см) и соответствующей индивидуальной массой от 85 до 1 220 г (в среднем – 430 г). Доля самок в 2020 г. в среднем составила 45,4%, возрастая по декадам от марта к апрелю. Доля мелких рыб непромыслового размера с длиной тела AD менее 35 см снижалась и в среднем составила 34,2%. В 2021 г. доля самок в уловах составила в среднем 56%. Доля пополнения (рыб с длиной AD менее 35 см) в уловах составила в среднем 16,5%, при этом в марте она была существенно (на 21%) меньше, чем в апреле. Количество нерестовых и отнерестившихся особей от марта к апрелю возрастало, однако темпы созревания в 2020 г. были существенно выше.

При траловом промысле минтая в СО в 2020 г. уловы за одно траление на судах, где собирался материал для настоящего сообщения, составляли от 20 до 80 т (или от 4,6 до 40 т за час траления), составив в среднем 49 т. В 2021 г. уловы за одно траление изменялись от 19,7 до 190 т, составив в среднем 77,8 т.

При сравнении динамики основных биологических показателей минтая в уловах за два анализируемых года можно сделать несколько выводов. Во-первых, следует отметить, что все особенности развития ситуации с приловами молоди и неполовозрелого минтая в оба этих года определялись темпами созревания и вхождения в нерестовый и, соответственно, в промысловый запас одного относительно урожайного поколения (2017 г. рождения). В 2020 г. это поколение еще не созрело, но уже частично вошло в промысел, определив относительно высокие приловы молоди. В 2021 г. рыбы, его составляющие, уже почти полностью были готовы к первому нересту, одновременно увеличившись в размерах за прошедший год жизни. Однако следующее поколение 2018 г. рождения в уловах отмечалось слабо, возможно, в силу меньшей урожайности. Во-вторых, важную роль в изменчивости размерно-возрастного состава минтая в уловах промысловых судов играет расположение мест и периодов добычи по отношению к центрам нереста минтая и скорости его созревания в конкретные годы, когда определяются время и интенсивность формирования его устойчивых преднерестовых скоплений.

В целом по результатам проведенных мониторинговых работ биологические показатели минтая в СО были на уровне среднеголетних значений последних лет, устойчивых негативных изменений в настоящее время не отмечено.

Учитывая широкомасштабный промысел минтая, большое ежегодное антропогенное воздействие на жизнедеятельность его популяций, необходимо продолжать и расширять мониторинг его биологических показателей и промыслово-статистических характеристик работы флота, осуществляющего специализированный вылов (добычу) минтая в дальневосточных морях.

Литература

1. Булатов О.А. К вопросу о методологии прогнозирования запасов и стратегии промысла минтая // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 157. – С. 45–70.
2. Балыкин П.А., Карпенко В.И. Динамика российских уловов минтая в дальневосточных морях в XXI веке // Материалы XII Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их

современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – Т. 1. – С. 91–94.

3. Кузнецов В.В., Котенев Б.Н., Кузнецова Е.Н. Популяционная структура запаса минтая *Theragra chalcogramma* северной части Охотского моря и вопросы его промыслового использования // Вопросы рыболовства. – 2008. – Т. 9, № 1 (33). – С. 110–127.

4. Булатов О.А. Промысел и запасы минтая *Theragra chalcogramma*: возможна ли «турбулентность»? // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 4. – С. 350–390.

5. Зверькова Л.М. Минтай: сегодня и завтра // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 5. – С. 102–107.

6. Варкентин А.И., Коломейцев В.В. Некоторые итоги охотоморской минтаевой путины в 2018 г. // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 40–51.

7. Особенности промысла минтая (*Theragra chalcogramma*) в январе – апреле 2019 г. в северной части Охотского моря / А.А. Смирнов, Ю.В. Омельченко, Ю.А. Елатинцева, Ю.К. Семенов, А.А. Ткаченко // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 59–67.

8. Майсс А.А. Анализ устойчивости тралового промысла минтая в дальневосточных морях Российской Федерации // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2013. – Т. 30. – С. 80–90.

9. Охотоморский минтай – 2022 (Путинный прогноз). – Владивосток, 2021. – 70 с.

10. Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. Основные биологические и промысловые показатели минтая при траловом промысле в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в марте-апреле 2021 г. // Восьмая междунар. науч. конф. молодых ученых НАСЭЕ, Санкт-Петербург. – 2021. – С. 12–16.

УДК 629.584:656.61.052

А.Д. Змеев, А.О. Рогожников, Д.П. Ястребов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: artem.klas10@gmail.com*

РАЗРАБОТКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОДВОДНОГО ДРОНА МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Водная биосфера Камчатского края является поистине необычайной, поэтому необходимо вести постоянный мониторинг за ее общим состоянием. Постоянный мониторинг за водной средой является достаточно сложной задачей, а без специализированной техники эту задачу вообще невозможно решить. Разрабатываемый подводный дрон с модульной конструкцией может поспособствовать решению этой проблемы, поскольку использование данного дрона упростит проведение постоянного контроля водной среды.

Ключевые слова: водная биосфера, постоянный мониторинг, техническая функциональность, подводный дрон, модульность конструкции.

A.D. Zmeev, A.O. Rogozhnikov, D.P. Yastrebov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: artem.klas10@gmail.com*

DEVELOPMENT AND ORGANIZATION OF TESTING OF UNDERWATER DRONE OF MODULAR DESIGN

The aquatic biosphere of Kamchatka Krai is truly extraordinary, so it is necessary to constantly monitor its general condition. Constant monitoring of the aquatic environment is quite a difficult task, and without specialized equipment this task cannot be solved at all. The underwater drone being developed with a modular design can contribute to solving this problem, since the use of this drone will simplify the constant monitoring of the aquatic environment.

Key words: aquatic biosphere, constant monitoring, technical functionality, underwater drone, modularity of construction.

Общая экология любого региона включает в себя различные составляющие, одной из которых является биосфера. В Камчатском крае главной составляющей экологического аспекта региона является именно водная биосфера. Полуостров Камчатка омывается Беринговым и Охотским морями, а также Тихим океаном, следовательно, от биологических состояний этих вод и зависит по большей части экология всего региона. Помимо этого, от благосостояния водной среды зависит и экономика Камчатского края, поскольку большую роль в этом направлении играет рыбодобывающий комплекс и транспортные суда [1]. В статье приведено обоснование необходимости постоянного мониторинга за водной средой. В рамках системы мониторинга будет происходить оценка, контроль и общий анализ водных ресурсов.

Массовое развитие растительных и животных организмов на поверхности судов и морских гидротехнических сооружений при их длительной эксплуатации наносит им значительный вред. К одним из наиболее негативных эффектов биообрастания относятся ускорение коррозии материалов и увеличение гидродинамической нагрузки на такие объекты [2, 3]. Поэтому защите корпусов судов, свай, причальных сооружений и других металлоконструкций в водной среде от воздействия видов-обрастателей уделяется все большее внимание [4].

Однако обеспечить постоянство мониторинга без использования специализированных технических систем практически невозможно. Поэтому разработка и внедрение в производство подводного дрона модульной конструкции является актуальной задачей [5].

Подводные дроны появились сравнительно недавно и уже четко заняли свою экономическую нишу. На рынке присутствует большое разнообразие данной техники, начиная от подводных дронов, которые предназначены для подводной съемки, и заканчивая дронами, которые являются серьезным инструментом для исследования Мирового океана. В связи с назначением и функционалом данная подводная техника имеет и разную стоимость. Как правило, подводные дроны комплектуются несколькими электродвигателями, в них предусмотрена система подводного ориентирования, имеется встроенная видеокамера и прожектор.

В основном подводные дроны используются экспедициями для исследования морских глубин, пещер и иных геологических подводных образований. Данные подводные машины погружаются на большие глубины, следовательно, должен быть большой запас прочности. Помимо исследования, привлекательность таким подводным аппаратам придает еще один вариант использования – подводная охота и рыбалка. Вместе с этим подводный дрон можно использовать и в военных целях. Здесь дроны могут быть использованы для обезвреживания морских мин, патрулирования стоянки военных кораблей, также для исследовательских и спасательных целей при затоплении кораблей и иных объектов, представляющих ценность для военных [5].

На данный момент на кафедре «Энергетические установки и электрооборудование судов» в КамчатГТУ активно разрабатывается подводный дрон с модульной конструкцией.

Отличительной особенностью разрабатываемого дрона является модульность конструкции, то есть возможность подсоединять различные модули для разного рода целей и задач. Разрабатываемая модульная конструкция позволит минимизировать затраты на дорогостоящее оборудование для подводного дрона, по сравнению с аналогами и конкурентами, которые в свою очередь не имеют сменных модулей и возможность модернизации. Проектируются и разрабатываются следующие сменные модули: механическая клешня, инженерная лопатка и техническая пробирка. Совместно автором и его командой разработана и адаптирована математическая модель под возможности контролера, который используется в устройстве управления дроном. В научно-техническом кружке рабочей командой уже разработан и собран макет подводного дрона. На рис. 1 представлена 3D-модель и собранный макет подводного дрона.



Рис. 1. Визуализация подводного дрона (справа) и макет подводного дрона (слева)

Корпус макета подводного дрона изготовлен из нержавеющей стали. Планируется покраска корпуса в ярко-оранжевый цвет, чтоб дрон был хорошо заметен в мутной воде. Данный корпус, показанный на рис. 1, способен выдержать нагрузки на глубине порядка 150 м, и в дальнейшем этот показатель будет увеличен. Важную роль в любой подводной машине играют установленные на ней двигатели. Рабочий макет комплектуется четырьмя компактными электродвигателями. За счет этих электродвигателей дрон движется в воде с максимальной скоростью 1,5 м/с и передвигается очень тихо. Благодаря такому расположению гребных винтов дрон является достаточно маневренным, что позволяет останавливать и разворачивать его в считанные секунды.

Крепления для электродвигателей распечатаны на 3D-принтере. На борту макета установлен блок микроконтроллеров и камера, способная записывать в полной темноте. Масса всего макета не превышает 6 кг. Управление дроном производится специальной станцией, которая входит в состав оборудования. Станция включает в себя сам джойстик управления, соответствующую электронику и ЖК дисплей, на который передается изображение с камеры. Также полученный материал можно записывать на внешнюю карту памяти.

Научная команда в период 02.02.2022 г. по 08.02.2022 г. провела испытания макета подводного дрона в условиях стационарного бассейна (рис. 2). В ходе испытаний макет подводного дрона показал высокие ходовые качества, маневренность. Также успешно пройдено испытание на герметичность корпуса дрона и работоспособность бортовой камеры. Результаты испытаний были опубликованы на сайте КамчатГТУ. В ходе дальнейших испытаний планируется дальнейшая доработка конструкции дрона, направленная на повышение его остойчивости, путем проведения балансировки.

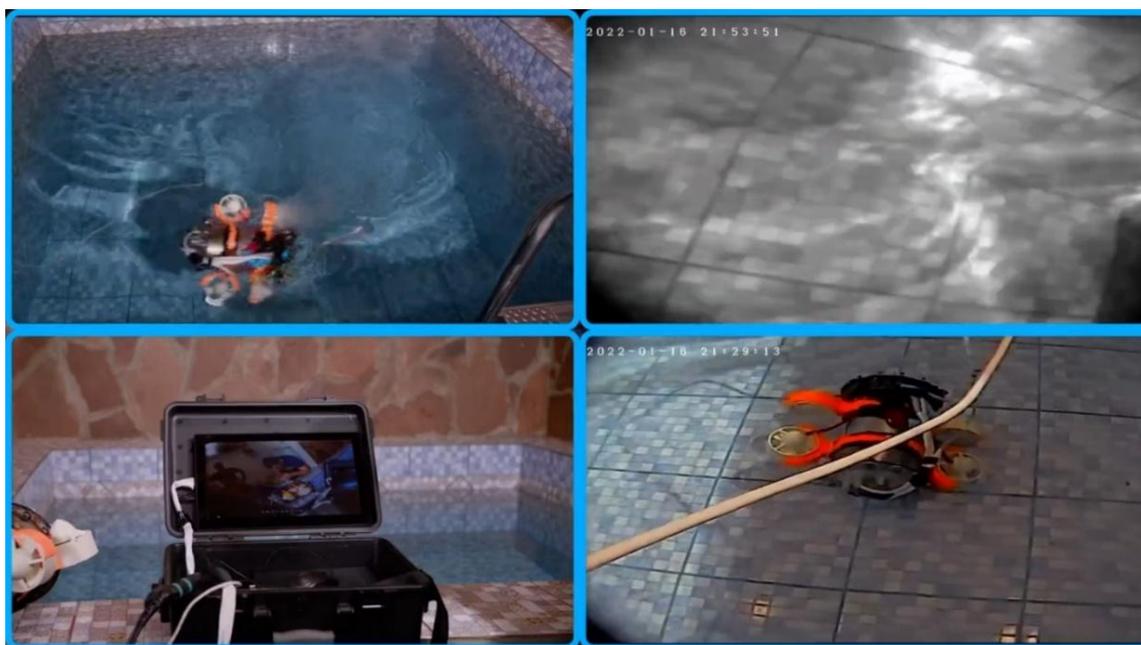


Рис. 2. Испытания подводного дрона

Для Камчатского края подводный дрон с модульной конструкцией является незаменимым решением проблемы постоянного мониторинга. Именно за счет модульной конструкции дрон является универсальным, то есть его можно использовать в научной, промышленной и даже военной деятельности. Для научных исследований подводный дрон можно использовать с разными сменными модулями, к примеру, технической пробиркой можно брать пробы воды и разнообразные микроорганизмы. Получив данный материал, можно проводить соответствующие анализы, расчеты и прогнозы изменений стояния водной среды и популяций микроорганизмов. Эти данные можно использовать и в промышленной деятельности для оптимизации работы рыбопромышленного комплекса. Что касается механической клешни, то здесь большой спектр выполнения задач. Подводный дрон с установленной механической клешней может набирать различные морские растения, которые можно в дальнейшем использовать в медицинских целях. На рис. 3 представлены спроектированные 3D-модели технической пробирки и механической клешни.

С помощью инженерной лопатки, пробирки и механической клешни, которые представлены на рис. 3, можно собирать образцы грунта и уже дальше работать с этими образцами в своих целях. Использование подводного дрона позволит поддерживать популяцию определенных гидробионтов, поскольку контролировать популяции с помощью подводного дрона будет значительно проще. Разрабатываемый подводный дрон также может использоваться в системе автоматизированного контроля защиты корпусов судов [6–8]. К тому же подводным дроном можно проводить осмотр акваторий, различных промышленных объектов.



Рис. 3. Визуализация технической пробируки (слева) и механической клешни (справа)

Подводный дрон с модульной конструкцией в Камчатском крае позволит реализовать постоянный мониторинг и достаточно упростить эту задачу. Использование подводного дрона с модульной конструкцией отвечает всем основным целям мониторинга:

1. Постоянное наблюдение за состоянием водной биосферы и ее изменениями, причем не только антропогенными или связанными с загрязнением вод, но и естественными;
2. Сбор, обработка и хранение полученных данных;
3. Анализ, расчет и прогноз изменений состояния водной среды;
4. Передача результатов наблюдений, их анализ и прогноз.

Подводный дрон с модульной конструкцией позволит сохранить всю необычайность и красоту водной биосферы Камчатского края, поскольку с его использованием появляется возможность вести постоянный мониторинг. Ведение постоянного контроля водной биосферы положительно повлияет на общую экологию всего региона.

Использование подводного дрона с модульной конструкцией принесет огромную пользу для окружающей среды, так как значительно улучшится состояние водной биосферы, благодаря постоянному мониторингу. Не стоит забывать, что вести постоянный мониторинг с использованием подводного дрона будет значительно легче и практичнее. Использование подводного дрона с модульной конструкцией позволит сохранить всю многообразность и необычайность водной биосферы Камчатского края.

Литература

1. О государственной программе Камчатского края «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края»: Постановление Правительства Камчатского края в ред. № 566-П от 22.12.2021. – 2013. – 18 с.
2. Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.
3. Комплексный подход к защите от морского обрастания и коррозии / В.А. Карпов, Ю.Л. Ковальчук, О.П. Полтаруха, И.Н. Ильин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 155 с.
4. Research strategies to develop environmentally friendly marine antifouling coatings / Y. Gu, L. Yu, J. Mou, D. Wu, M. Xu, P. Zhou, Y. Ren // Mar. Drugs. – 2020. – Vol. 18 (7). – P. 371. DOI: 10.3390/md18070371.
5. Змеев А.Д., Рогожников А.О. Перспектива использования подводных дронов для оценки технического состояния антикоррозийной защиты судна // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Четвертой междунар. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 25–26 октября 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ. – С. 109–112.
6. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3 (118). – С. 115–120.

7. Оперативный контроль состояния антикоррозионной защиты как фактор безопасности технической эксплуатации морских судов / *О.А. Белов, А.О. Шуваева, С.А. Клементьев, А.В. Федин* // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2020. – № 1 (29). – С. 152–159.

8. Разработка автоматизированной системы контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов / *О.А. Белов, Д.П. Ястребов, А.О. Рогожников, В.А. Швецов, С.А. Зайцев, Б.В. Тарабанов* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 82–85.

УДК 639.2/3

С.А. Кравцов, С.Н. Решетов

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

**АНАЛИЗ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫХ ПРОБЛЕМ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
В КОНТЕКСТЕ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

В статье рассматриваются основные административно-правовые проблемы рыбохозяйственного комплекса Камчатского края. Акцент анализа делается на аспекте сохранения водных биологических ресурсов. Генерируются предложения по внесению изменений в существующие нормативные правовые акты вопросов по сохранению водных биологических ресурсов с целью обеспечения целесообразного рыболовства и увеличения запасов рыбной продукции.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, рыболовство, сохранение водных биоресурсов, стратегия развития, экология.

S.A. Kravtsov, S.N. Reshetov

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

**ANALYSIS OF ADMINISTRATIVE AND LEGAL PROBLEMS OF FISHERY COMPLEX
IN THE CONTEXT OF CONSERVATION OF WATER BIORESOURCES
OF THE KAMCHATKA REGION**

The article deals with the main administrative and legal problems of the fishery complex of the Kamchatka Territory. The emphasis of the analysis is on the aspect of conservation of aquatic biological resources. Proposals are being generated to amend the existing regulatory legal acts on the conservation of aquatic biological resources in order to ensure expedient fishing and increase stocks of fish products.

Key words: fishery complex, fisheries, conservation of aquatic biological resources, development strategy, ecology.

Применение, охрана и воспроизводство водных ресурсов является одним из важнейших направлений государственной политики, определенной в «Стратегии развития рыбохозяйственной отрасли на период до 2030 года». Данное направление включает ряд конкретных задач:

- рациональное применение водных ресурсов с учетом рыболовного промысла;
- искусственное воспроизводство водных ресурсов, а также развитие генофондных коллекций и маточных стад ценных видов водных ресурсов;
- сохранение водных ресурсов и обеспечение их защиты в рамках непосредственного контроля и надзора за водными ресурсами [1].

Для совершенствования применения, охраны и воспроизводства водных ресурсов главным значением выступает нормативно-правовая база регулирования и рационального использования водных биологических ресурсов.

Рыбохозяйственная отрасль в социально-экономическом положении Камчатского края имеет ключевое значение. Связано это с тем, что до 1950-х годов у рыбопромышленного комплекса края были большие трудности, обусловленные медленным развитием, небольшой долей хозяйственной освоенности территории и небольшими исследованными запасами биологических ресурсов. Создание новейших районов рыбохозяйственного промысла в Беринговом море позволило

повысить вылов на 70%, что, соответственно, увеличило промыслы в Камчатском регионе в несколько раз. В середине 1950-х годов рыбохозяйственная отрасль Камчатского края считалась самой развитой отраслью региона, что предопределило его моноотраслевой характер. В настоящее время на рыболовный промысел Камчатского края приходится более 90% ВВП.

В настоящее время рыбохозяйственный комплекс Камчатского края занимает важнейшее место в рыбном хозяйстве Дальнего Востока и Российской Федерации в целом, поскольку его удельная доля в рыболовном промысле по Дальнему Востоку составляет 45%, по РФ – 31,0%.

В соответствии с имеющимися сведениями Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, в 2021 г. тихоокеанских лососей в Камчатском крае было выловлено в объеме 439,3 тыс. т. На сегодняшний день, по данным государственной регистрации, в Камчатском крае более 800 организаций реализуют свою деятельность по вылову и/или переработке биологических ресурсов водной среды в бесперебойном режиме в течение всего года или сезонно. Некоторый объем рыбной продукции экспортируется в дальнезарубежные государства. Республика Корея, Китай, Япония – это те страны, которые являются главными потребителями рыбной продукции Камчатского края.

При этом отрасли рыбного хозяйства присущи некоторые важные проблемы, к которым относятся:

- дефицит современных рыбопромысловых судов;
- преобладание сырьевой модели развития;
- недостаточный уровень переработки;
- низкий уровень берегового и перерабатывающего механизма;
- незначительный объем аквакультуры;
- низкий процент дополнительной сопровождающей продукции (мука, корм, водоросли и пр.) [2].

Для данной отрасли Камчатского края характерно снижение экономических параметров. Причинами данного обстоятельства служат в первую очередь последствия масштабного распространения пандемии Covid-19, из-за которых занимающиеся рыбным хозяйством организации подверглись серьезным сложностям. Среди самых актуальных и важных проблем можно выделить:

- снижение спроса и цены на рыбную продукцию, в результате чего сократилась и прибыль;
- финансовые потери по причине простоев на границах;
- приостановление практического воплощения инвестиционных проектов;
- сокращение объемов экспортируемой продукции;
- отсутствие возможности привлечения сезонных работников из других регионов;
- дополнительные издержки, касающиеся реализации мер по борьбе с распространением коронавирусной инфекции.

Важно указать на тот факт, что вместе с явными достижениями отрасли рыбного хозяйства Камчатского края ей присуща низкая динамика совершенствования и прогресса в сопоставлении с рядом стран, а также многообразные экологические проблемы. Специфика рыбного хозяйства определяет комплексный межотраслевой характер регламентирования отношений в указанной сфере.

Для отрасли рыбного хозяйства основой является рыболовство. Определение данного понятия представлено в п. 9 ст. 1 Федерального закона от 20 декабря 2004 года № 166-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». В соответствии с этим законом, рыболовство – «деятельность по вылову биологических ресурсов водной среды, а также приемке, обработке, перегрузке, перевозке, складированию и выгрузке этих ресурсов, включая производство рыбной и прочей продукции и водных биологических ресурсов» [3].

Реализация деятельности по рыболовству сопряжена с некоторыми отрицательными факторами. Речь идет, например, о негативном воздействии на состояние рыболовства и резервов важных видов водных биоресурсов, возрастание размера противозаконного промысла этих ресурсов и запрещенного экспорта рыбной продукции. Огромные масштабы противозаконного промысла характерны для дальневосточного бассейна. Добыча водных биоресурсов осуществляется браконьерами в промышленных масштабах. Тысячи противозаконных действий в отношении рыболовства фиксируются правоохранительными органами, однако до судебного разбирательства доходят лишь сотни, и совсем незначительное число подвергается вынесению реальных приговоров.

Существует реальная потребность в принятии на законодательном уровне совокупности мер по сохранению водных биологических ресурсов с целью обеспечения целесообразного рыболовства и увеличения запасов рыбной продукции. Данные меры должны быть направлены на поддержание биоресурсов водной среды и их восстановление до такого объема, который будет способствовать стабильному вылову водных биологических ресурсов и сохранению их разнообразности.

Комплексный подход выступает в качестве фундамента для определения данного понятия. Сохранение, основываясь на указанном подходе, включает в себя действия, направленные на защиту, воспроизводство и применение водных биоресурсов. Требования к охране биоресурсов в правовых нормах присутствует лишь в общих чертах.

Вместе с тем требуется решение рассматриваемых проблем также в нормативных актах относительно государственной политики в сфере рыболовства и совершенствования рыбного хозяйства. Эта документация включает в себя цели, задачи, главные ориентиры развития законодательства в области применения, поддержания и защиты биологических ресурсов водной среды. Важно акцентировать внимание на том, что для данной категории отношений отсутствует интегративный фундаментальный документ, который определяет государственную политику, ориентированную на совершенствование рыболовства, целесообразное применение и защиту биологических ресурсов гидросферы. Таким образом, существует необходимость разработки документа, подобного нормативным актам относительно иных природных ресурсов.

Формирование и воплощение в реальность основ рыбохозяйственной государственной политики, в которую входит применение, воспроизводство и сохранение водных биологических ресурсов, должны проводиться по определенным правилам. Следует рассмотреть их более подробно:

1. Подтвержденное наукой соотношение между экологическими, экономическими и социальными интересами человека, страны и социума. Если говорить о социальных потребностях, то следует сохранить рыбные места, предназначенные для рыболовства, расселения и территорий; создавать рабочие места, всячески поддерживать промысел, экотуризм, который лежит в основе рыболовства.

2. Защита, реализация и рациональное пользование рыбными ресурсами, которые являются одними из требований развитого государства и общества.

3. Выставление приоритетов в области сохранения природных ресурсов и экологических систем, в которые входят все мировые пресные, морские и искусственные водоемы.

4. Презумпция опасности экологического характера в сфере, созданной экономической и производственной деятельности.

5. Потребность в оценивании планируемого влияния на окружающую экологию в ходе принятия каких-либо решений о возведении сооружений рыбохозяйственного характера, производств для переработки сырья, проведения различного рода деятельности в рыбохозяйственной отрасли.

6. Запрет на проведение рыболовства и переработки продукта, если эти процессы могут отрицательно повлиять на экологию, спровоцировать деградацию природных систем, истребление организмов на генетическом уровне, которые живут в водных источниках. Кроме того, нельзя допустить исчезновения природных ресурсов и какого-либо отрицательного преобразования водной среды.

7. Контроль того, чтобы рыбохозяйственная отрасль соответствовала всем правилам безопасности экологии.

8. Привлечение жителей региона к рассмотрению вопросов, которые касаются их прав на использование водных источников.

9. Возмещение всего объема вреда, который был причинен неправильным использованием рыбохозяйственной деятельности.

10. Поддержание сотрудничества с другими странами в ходе решения мировых проблем относительно рыбной промышленности.

11. Соответствие международным требованиям в области ловли рыбы и осуществления охраны биологических ресурсов.

Стоит взять во внимание основные моменты, от которых зависит формирование системы рыболовства, обеспечение охраны ресурсов в ходе их использования. Разработанной стратегией 2030,

которая является долгосрочной, были определены меры по созданию продовольственной безопасности. Направления в сфере экологии являются ограниченными разработками по снижению отрицательного влияния на окружающую среду. Цели в отношении правильного распределения природных источников не до конца поставлены и не касаются сохранения и охраны биологических ресурсов.

В процессах зарождения и сохранения потенциала в области науки, а также вкладов в экономическую сферу, участвует отраслевая наука, которая играет важную роль в процессе инновационных введений. Наблюдается сокращение объемов отраслевых исследований, прослеживается нехватка новой научно-потенциальной базы. Недостаточно внимания уделяется научному обеспечению аквакультуры. Основные направления деятельности и результаты работы подведомственных Федеральному агентству по рыболовству научно-исследовательских рыбохозяйственных институтов выведены из сферы полноценной общественной экспертизы.

Следует также отметить тот факт, что в Камчатском крае ведется работа по разработке «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края до 2035 года», инициированная губернатором Камчатского края. Разработка стратегии длится с 2020 г.

В процессе совершенствования законодательства и разработки «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края» на современном этапе также необходимо учитывать новые реалии, связанные с реакцией развитых стран мира на военную операцию на Украине и следующие за ней пакеты санкций и ограничений. Данные события перечеркивают сложившуюся систему связей, взаимодействия с торговыми партнерами, покупателями рыбной продукции, сотрудничества в ходе решения мировых проблем относительно рыбной промышленности, научными учреждениями, в том числе и по линии воспроизводства и охраны водных биологических ресурсов.

Можно отметить, что и все дальнейшие решения о международном сотрудничестве в области воспроизводства и сохранения водных биологических ресурсов должны приниматься в исключительных интересах России. Также России придется предпринимать в дальнейшем дополнительные меры по защите своих водных биоресурсов от посягательств извне в контексте действующих международных санкций и ограничений, которые недобросовестные международные партнеры могут истолковать как слабость нашей страны и как зеленый свет для активизации браконьерства водных биологических ресурсов.

Литература

1. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации № 2798-р от 26 ноября 2019 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Жаворонкова Н.Г., Выпханова Г.В. Актуальные проблемы совершенствования государственной политики и законодательства в сфере использования и охраны водных биологических ресурсов // Актуальные проблемы российского права. – 2017. – № 12 (85). – С. 187–193.
3. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федер. закон Рос. Федерации от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 нояб. 2004 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 8 декабря 2004 г. // Рос. газ. – 2004. – 23 декабря.

УДК 639.2.081

А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, К.В. Коновалова, Е.Е. Львова

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

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАНАТНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ПЛЕТЕННЫХ ШНУРОВ

Рассмотрены физико-механические свойства синтетических капроновых ниток, веревок и плетеных капроновых шнуров, из которых изготовлены большинство траловых систем. Предложен расчет физико-механических свойств синтетических канатно-веревочных изделий и шнуров на основании заданных параметров при возможной статической и динамической нагрузке. На основании алгоритма расчета физико-механических свойств ниток, веревок и плетеных капроновых шнуров от действующей нагрузки в продольном сечении, связывающих конструктивные, геометрические и силовые их характеристики. Исходя из данных таблицы, можно сделать следующие вывод: метод расчета физико-механических свойств капроновых ниток и веревок при условии неопределенности дает ошибку в расчете относительного удлинения δ_ϵ не более 4,3%.

Ключевые слова: траловая система, математическое моделирование, канатно-веревочное изделие, расчет, плетеный шнур.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev, P.V. Nasenkov, K.V. Konovalova, E.E. Lvova

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

ALGORITHM FOR CALCULATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SYNTHETIC NYLON THREADS, ROPES AND BRAIDED NYLON CORDS

The physical and mechanical properties of synthetic nylon threads, ropes and braided nylon cords, from which most trawl systems are made, are considered. Calculation of physical-mechanical properties of synthetic rope-rope products and cords on the basis of given parameters under possible static and dynamic loading is proposed. Based on the algorithm for calculating the physical and mechanical properties of threads, ropes and braided nylon cords from the acting load in the longitudinal section, linking their structural, geometric and power characteristics. Based on the data in the table, the following conclusion can be drawn: the method for calculating the physical and mechanical properties of nylon threads and ropes, under the condition of uncertainty, gives an error in calculating the relative elongation δ_ϵ of no more than 4.3%.

Key words: trawl system, mathematical modeling, rope and rope product, calculation, braided cord.

Расчет физико-механических свойств синтетических крученых канатно-веревочных изделий (далее КВИ), а также плетеных шнуров (далее ПШ) является неотъемлемой частью проектирования траловых комплексов. Обоснование диаметра и разрывной нагрузки КВИ и ПШ необходимо выполнить при создании технико-рабочего проекта трала. Это обусловлено прочностью канатов, канатных связей, веревок и ниток делей, из которых создана траловая конструкция. Важное значение имеет жизненный цикл изделия, те орудия рыболовства, изготовленного из КВИ и ПШ.

В существующих методиках обоснования диаметра и разрывной нагрузки КВИ и ПШ траловых конструкций принимается во внимание гидродинамическое сопротивление, распределенное по поясам канатно-сетной части трала, при этом не учитывается ни шворка, ни съячейка, а также форма траловой оболочки в поперечном сечении [1], что сказывается при обосновании прочностных характеристиках канатов, и дели. Задают повышенный коэффициент прочности n КВИ

и ПШ, а это отражается на стоимости траловой конструкции. На рис. 1 изображена канатно-сетная часть разноглубинного трала и поперечные сечения вдоль его оболочки. Поперечные сечения, как правило, делают в местах соединения канатных связей и съема сетных пластин. Гидродинамическое сопротивление рассчитывается по поясам с помощью алгоритма [2]. При этом расчет ведется в статике с учетом постоянства среднего взвешенного угла атаки траловой оболочки, что является ошибочным, так как алгоритм расчета гидродинамического сопротивления канатно-сетной оболочки получен для целого трала, а не его участков, и в этом случае неизвестны длины образующих поясов и их форма. Неточное определение углов ориентации КВИ и ПШ, а также неучет съема и шворки, конечно же, без влияния динамических нагрузок приводят к ошибочным расчетам сил натяжения в КВИ и ПШ, и таким образом коэффициент запаса прочности n снова повышают.

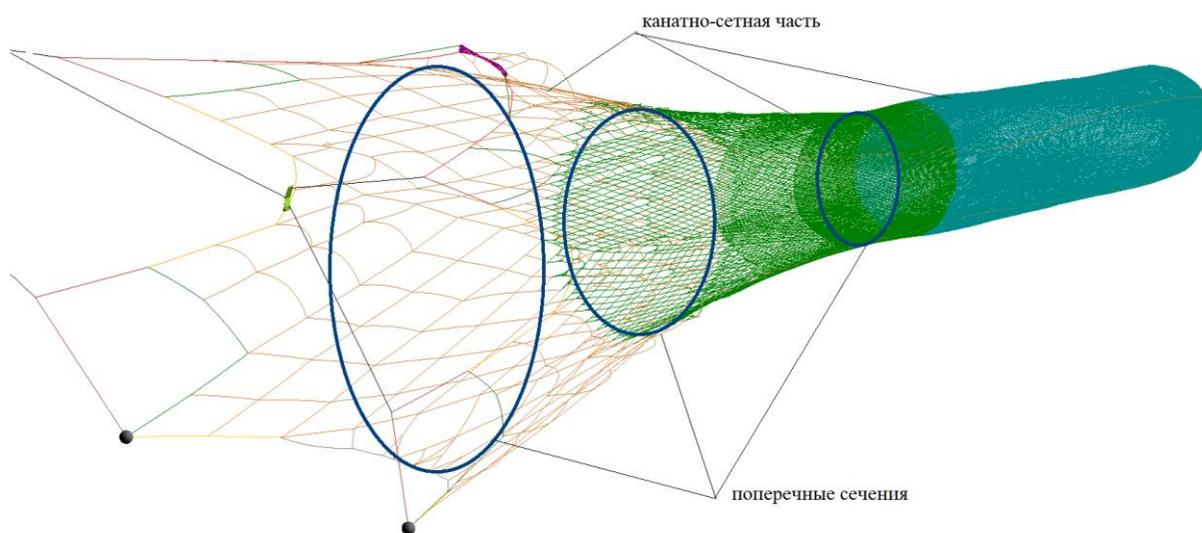


Рис. 1. Канатно-сетная часть разноглубинного трала

Рассмотрим задачу расчета физико-механических свойств капроновых изделий (каната, веревки или нитки) на основании заданных параметров при возможной статической и динамической нагрузке. Рассмотрим задачу расчета физико-механических свойств плетеного шнура деля тралового мешка на основании заданных параметров при возможной статической и динамической нагрузке.

Так как КВИ и ПШ имеют в сечении условную окружность, то примем, что ось OZ совпадает при вращении КВИ и ПШ [2]. Запишем уравнения, характеризующие физико-механические свойства для идеально гибких КВИ и ПШ, связывающие конструктивные, геометрические и силовые их характеристики при условии постоянства их объема $V = \text{const}$ [2].

$$\left. \begin{aligned} ke &= \alpha \\ e &= \alpha^2 \\ \chi &= \mu\alpha \\ ek^2 &= 1 \\ \alpha k &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности, $k = f(\epsilon, \lambda)$:

ϵ – относительная продольная деформация,

λ – конструктивное удлинение (конструктивный параметр);

e – отношение модулей упругости;

α – безразмерное сужение, $\alpha = f(\epsilon, \lambda)$;

χ – безразмерная компенсационная сила;

μ – коэффициент Пуассона.

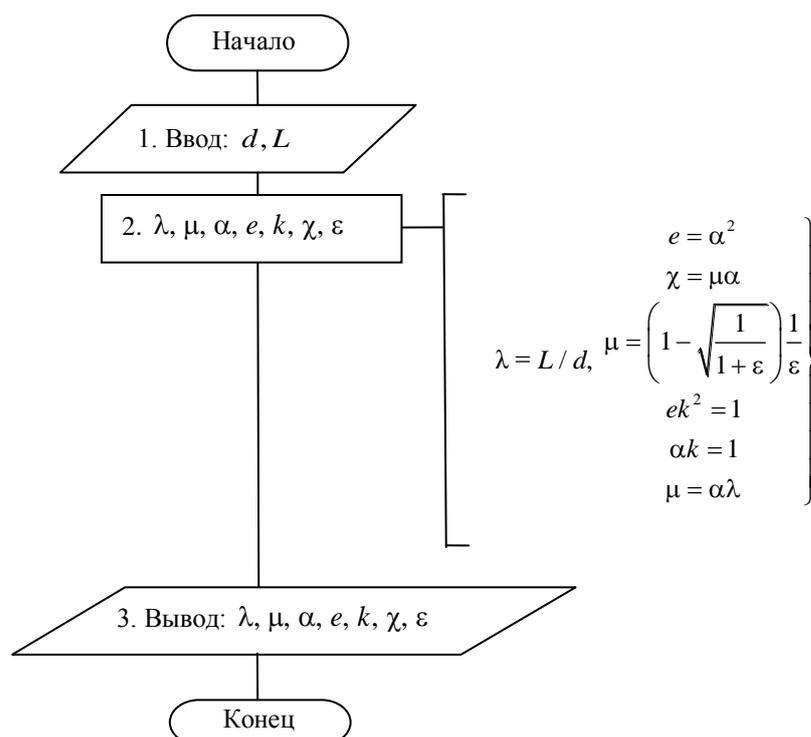


Рис. 2. Алгоритм расчета физико-механических свойств КВИ и ПШ (условие неопределенности)

В алгоритме (рис. 2) приводятся следующие параметры КВИ и ПШ: d – диаметр; L – длина. Приведем расчет капроновых ниток и веревок на основании заданных экспериментальных характеристик при возможной статической и динамической нагрузке (таблица). Воспользуемся алгоритмом, приведенном на рис. 2, используя экспериментальные данные [3].

Заданные и расчетные физико-механические свойства капроновых ниток и веревок (условие неопределенности)

№ п/п	Заданные характеристики			Экспериментальные и расчетные характеристики								
	d , мм	L , м	T , Н	Экспериментальные характеристики			Расчетные характеристики					
				λ	ϵ , %	μ	α $\times 10^{-3}$	e $\times 10^{-5}$	k	χ $\times 10^{-3}$	ϵ_p , %	δ_ϵ
1	0,45	0,1	9,80	222,2	7	0,72	2,2	50	447	1,1	7	0,0
2			19,61		11	1,27	2,2	49,8	447	1,1	11	0,0
3			29,41		13	1,31	2,2	49,6	449	1,1	13	0,0
4	0,56		19,61	178,6	4	3,32	2,7	73,9	368	1,3	4	0,0
5			36,22		9	2,07	2,6	68,8	381	1,2	9	0,0
6			58,83		12	1,98	2,6	66,4	388	1,2	11,6	3,3
7	0,85		19,61	117,6	6	2,93	4,0	1,6	246	1,9	6	0,0
8			58,83		11	1,92	3,9	1,5	254	1,8	11	0,0
9			117,67		14	1,75	3,8	1,5	259	1,8	14	0,0
10	1,1		39,22	90,9	4	1,97	5,3	2,8	187	2,5	4	0,0
11			58,83		5	1,94	5,3	2,8	188	2,5	5	0,0
12			117,67		7	1,88	5,2	2,7	191	2,4	7,3	4,3

Примечание. T – натяжение КВИ.

Исходя из данных таблицы, можно сделать следующие вывод: метод расчета физико-механических свойств капроновых ниток и веревок при условии неопределенности дает ошибку в расчете относительного удлинения δ_ϵ не более 4,3%.

В статье приводятся алгоритм расчета физико-механических свойств КВИ и ПШ при условии неопределенности (не заданы параметры), на основании которого будет разработано программное обеспечение для предсказательного моделирования физико-механических свойств КВИ и ПШ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Производительность сил траловой системы: Постановка задачи // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 55–65.
2. Производительность сил траловой системы – III: математическое моделирование (часть I) / А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, К.В. Коновалова, А.А. Быков, Ю.С. Пивоварова. – Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 63–72.
3. Насенков П.В., Недоступ А.А., Долин Г.М. Экспериментальные исследования коэффициента Пуассона нитевидных рыболовных материалов // Известия КГТУ. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – № 62. – С. 26–34.

УДК 639.2.081

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

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

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТРАЛМАСТЕРОВ И СУДОВОДИТЕЛЕЙ

Цифровизация технологических процессов в рыбохозяйственном комплексе Российской Федерации затрагивает все больше областей: это добыча гидробионтов, логистика, аквакультура, обработка водных биоресурсов и др. В статье рассмотрено программное обеспечение для тралмастеров и судоводителей, созданное с целью повышения производительности труда. Программа для ЭВМ «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала» разработана ФГБОУ ВО «КГТУ». Компьютерная программа для расчета характеристик сетных траловых конструкций включает в себя расчет и проектирование сетных разноглубинных тралов. Программное обеспечение внедрено в учебный процесс подготовки промрыбаков ряда колледжей и вузов Росрыболовства. Созданная программа отслеживает основные ошибки обучающихся, проектировщиков тралов, а также тралмастеров и капитанов рыболовных судов, операторов, допущенные ими в процессе тарировки трала, и моделирует возможные ситуации, не зависящие от ввода параметров. Программа позволяет учащимся и эксплуатационникам приобрести навыки в механике и проектировании тралов, управлении такими сложными инженерными и формоизменяемыми конструкциями, как разноглубинные тралы, а также заменяет дорогостоящие программные комплексы.

Ключевые слова: программа, расчет, тралмастер, разноглубинный трал, настройка трала.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev

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

SOFTWARE FOR TRALMASTERS AND NAVIGATORS

The digitalization of technological processes in the fishery complex of the Russian Federation affects more and more areas, such as the extraction of hydrobionts, logistics, aquaculture, processing of aquatic biological resources, etc. The article considers software for trawlmasters and navigators, created to increase labor productivity. The computer program «Calculation of structural, technological and power characteristics of a midwater trawl» was developed by Kaliningrad State Technical University. A computer program for calculating the characteristics of trawl structures includes the calculation and design of midwater trawls. The software has been introduced into the educational process of training industrial fishermen of a number of colleges and universities of the Federal Agency for Fishery. The created program tracks the main mistakes of students, trawl designers, as well as trawlmasters and captains of fishing vessels, operators, made by them in the process of calibrating the trawl and simulates possible situations that do not depend on the input of parameters. The program allows students and operators to acquire skills in the mechanics and design of trawls, the management of such complex engineering and shape-changing structures as midwater trawls, and also replaces expensive software systems.

Key words: program, calculation, trawlmaster, midwater trawl, trawl setting.

На промысле гидробионтов тралами возникают операционные задачи, связанные с оперативным определением конструктивных, геометрических и силовых характеристик сетных разноглубинных траловых конструкций. Нереально иметь на борту судна такие программные продукты, как Mathcad, AutoCAD и др., необходимые для расчета и настройки параметров траловых систем, а также для обоснования их ремонта. Нужны программные продукты, которые просты в использовании, адекватны, экономичны и др. На промысле главными задачами по эксплуатации траловых конструкций являются:

- настройка трала (для максимальной уловистости трала);
- настройка траловых досок;
- настройка гидродинамического щитка и оснастки верхней подборы;
- настройка оснастки нижней подборы и грузов-углубителей;
- обоснование скорости траления;
- тяговые характеристики судна и др.

Работа выполнена в рамках разработки тренажерного комплекса тралового лова [1]. Остановимся на конструктивных, геометрических и силовых характеристиках сетных разноглубинных траловых конструкций. К таким характеристикам относятся: циклы кройки сетных пластин, масса сетных пластин, размеры сетных пластин, гидродинамическая сила сопротивления ваеров, кабелей, оснастки и сетной части траловой конструкции.

Расчет вышеуказанных характеристик необходим добытчикам гидробионтов, тралмастерам и помощникам капитанов по добыче, а также проектировщикам траловых конструкций. Выполнение расчетных операций является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки специалистов среднего и высшего звена – промыскаков и судоводителей.

При расчете и проектировании траловых конструкций для рыболовных судов и составлении математического обеспечения траления траловых конструкций необходимо учитывать их формоизменяемость как объекта эксплуатации [2]:

- сложный характер гидродинамических процессов, протекающих на многочисленных элементах траловых конструкций (канатных связей, сетных пластин, деталей оснастки);
- сложные технологические процессы при изготовлении сетных пластин;
- наличие жестких ограничений на прочностные характеристики сетематериалов;
- наличие большого числа параметров, многие из которых оказывают влияние на агрегатное сопротивление траловой системы.

Программное обеспечение «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала» написано на языке C++ в среде разработки программного обеспечения Embarcadero RAD Studio [3] и предназначено для выполнения в операционной системе Microsoft Windows. Программа представляет собой выполняемый EXE файл, запускаемый в операционной системе. Элементы интерфейса программы являются стандартными для системы Windows и не требуют от пользователя дополнительных навыков и знаний. В компьютерной программе «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала» предусмотрен расчет:

- технологических операций (приемов) по расчету циклов кройки сетных пластин;
- длины верхней подборы;
- полупериметра устья трала;
- массы сетных пластин;
- массы трала;
- гидродинамического сопротивления ваера;
- гидродинамического сопротивления траловой доски;
- гидродинамического сопротивления оснастки верхней подборы;
- агрегатного сопротивления траловой системы.

Предусмотрена обработка реакции системы на возможные типичные ошибки оператора, такие как:

- произведен неверный ввод параметра;
- произведен нетехнологический цикл кройки сетных пластин;
- агрегатное сопротивление завышено.

При запуске программы открывается главное окно ПО и первая вкладка программы «Конструкция» (рис. 1). Основную часть окна занимает изображение входных параметров и фона – сетного разноглубинного трала. В данной вкладке вносятся входные параметры траловой конструкции: шаг ячеи, диаметр ниток (веревки), количество ячеи сетных пластин, количество пластей, посадочный коэффициент по гужу трала, масса одного кв. метра фиктивной площади сетных пластин. На данной вкладке также выводятся выходные конструктивные и технологические характеристики тралового комплекса: геометрические размеры сетных пластин, масса сетных пластин, технологические параметры сетных пластин – циклы кройки, а также номер трала.

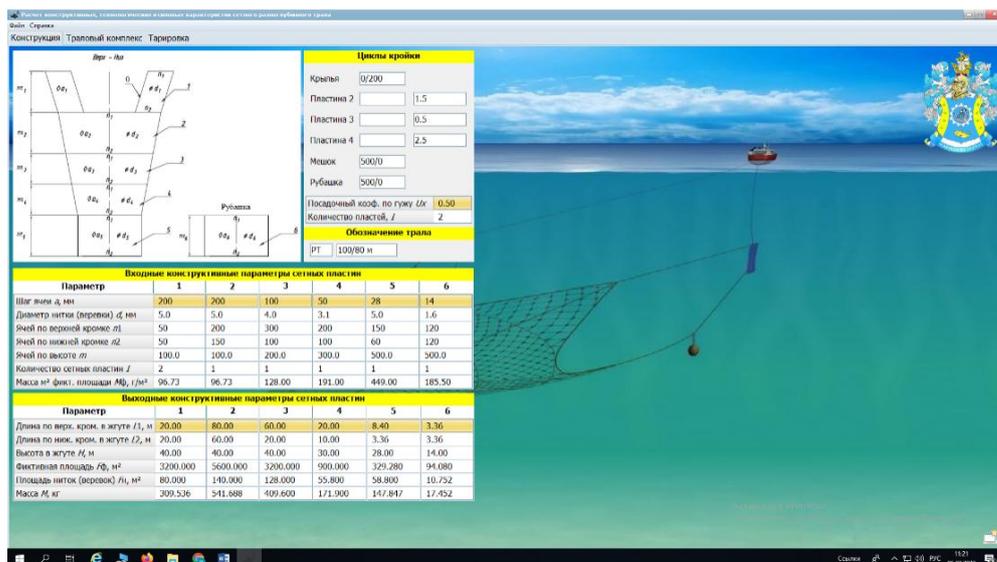


Рис. 1. Страница «Конструкция»

Во вкладке «Траловый комплекс» вносятся входные параметры тралового комплекса: количество и диаметр кухтылей оснастки верхней подборы, площадь и толщина щита траловой доски, калибр и длина цепи оснастки нижней подборы, диаметр и длина вытравленного ваера. Также на данной вкладке выводятся выходные конструктивные и геометрические характеристики тралового комплекса: длина верхней подборы, полупериметр устья трала по гужу, площадь устья трала, площадь фиктивная и площадь ниток сетной части трала. На данной вкладке также выводятся выходные силовые характеристики тралового комплекса: масса сетной части трала, гидродинамический коэффициент сопротивления траловой оболочки, силы сопротивления оснастки верхней подборы, ваеров, траловой оболочки, траловых досок, а также агрегатное сопротивление тралового комплекса. На данной вкладке выводятся массы оснастки тралового комплекса, а также вес в воде (рис. 2).

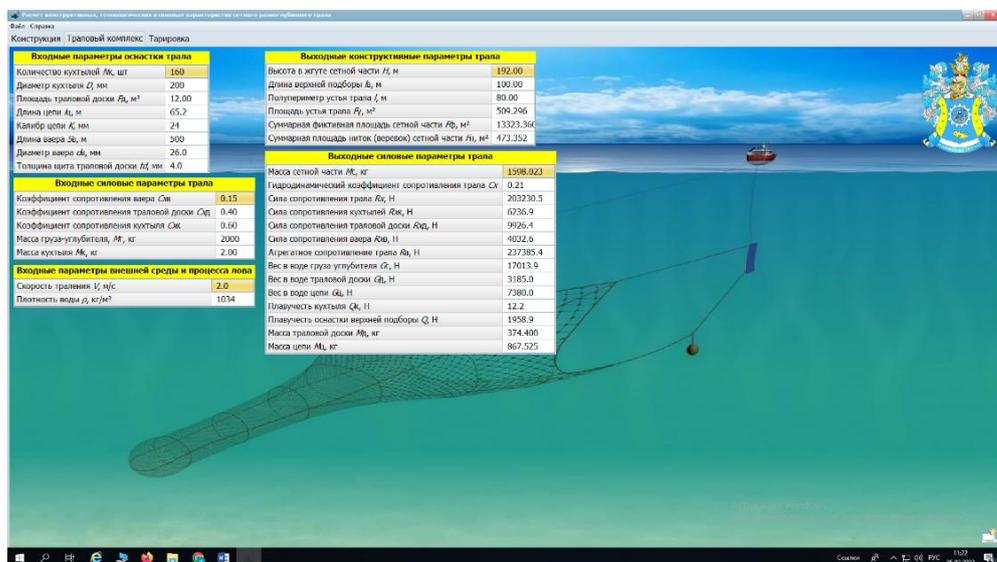


Рис. 2. Страница «Траловая система»

На вкладке «Тарировка» выводятся выходные силовые характеристики тралового комплекса: агрегатное сопротивление в зависимости от скорости траления рыболовного судна, располагаемая тяга которого выбирается из базы данных компьютерной программы. В левой верхней части на данной вкладке расположены графики зависимостей горизонта хода верхней подборы трала по вертикали, а также расстояние хода траловой доски по горизонту (рис. 3).

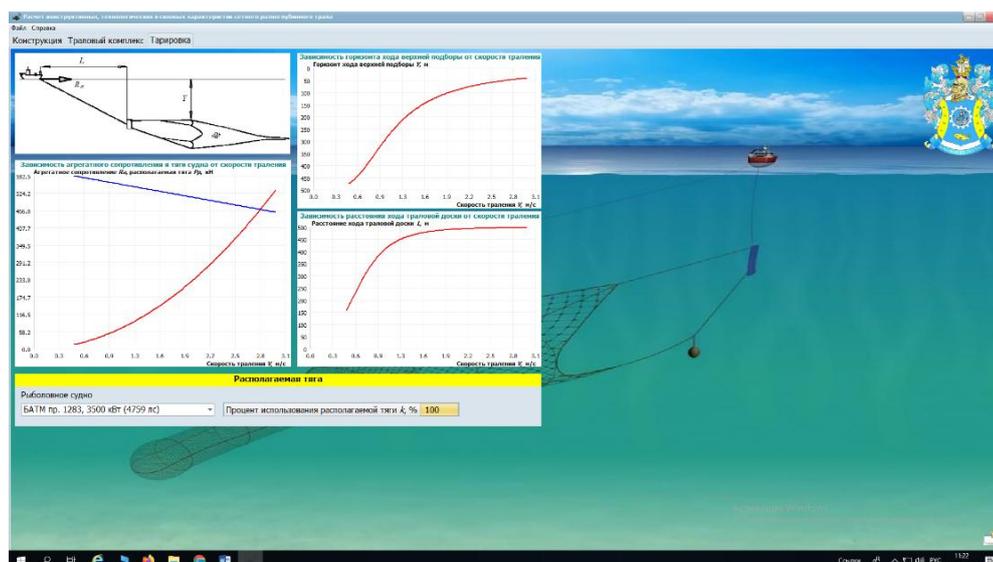


Рис. 3. Страница «Тарировка»

Пользовательское меню главного окна позволяет управлять ПО, вызывать окна индикации параметров математической модели и окна настройки траловой конструкции. Запуск ПО «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала» невозможен без ввода параметров сетных пластин трала, характеристик деталей оснастки, плотности воды, скорости траления. Поэтому при первом запуске программы эти окна автоматически открываются поверх главного окна. Окно ввода параметров траловой конструкции используется для ввода геометрических и физических параметров трала.

ПО «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала» распространяется всем желающим бесплатно через сайт <https://digitechlab.ru/>. Можно на карте увидеть число установок данного ПО (рис. 4).

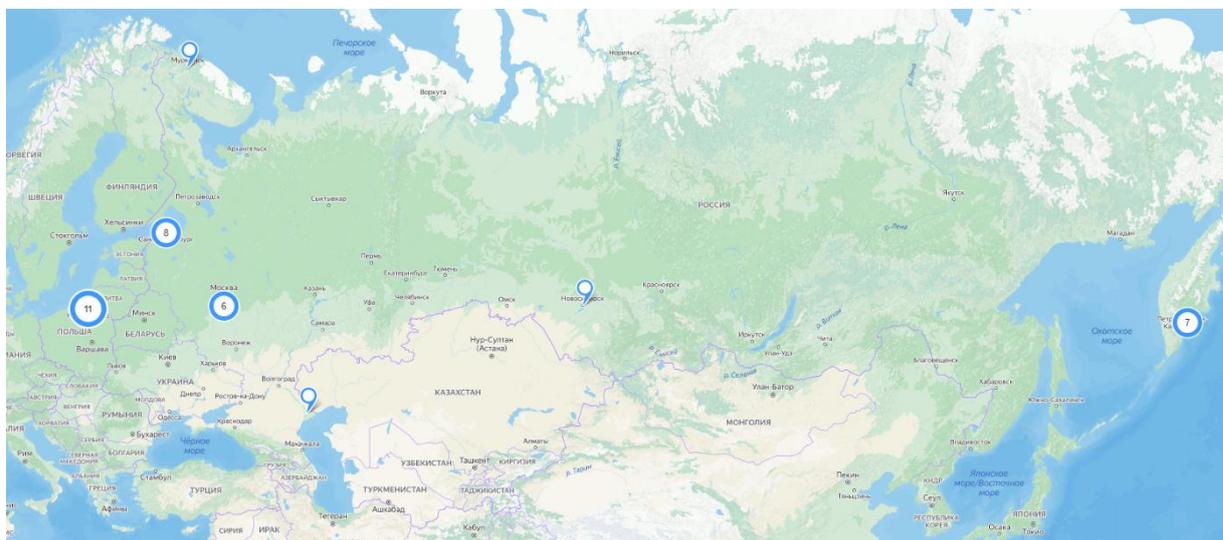


Рис. 4. Карта установок ПО «Расчет конструктивных, технологических и силовых характеристик сетного разноглубинного трала»

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

Литература

1. 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. – Т. 2, № 4 (38). – С. 177–185.
2. Недоступ А.А., Ражев А.О. Производительность сил траловой системы: Постановка задачи // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 55–65.
3. Cornelius D. Fearless Cross-Platform Development with Delphi. Packt. – 2021. – 544 p.

УДК 597.556.35:639.2.081.117.22(265.52)"2018-2021"

Р.Т. Овчеренко

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: madimarova.r.m@kamniro.ru

СНЮРРЕВОДНЫЙ ПРОМЫСЕЛ КАМБАЛ У ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ В 2018–2021 ГГ.

На основании статистических материалов, собранных в 2018–2021 гг. на шельфе юго-восточной Камчатки, проанализирована информация по вылову камбал на снюрреводном промысле. Выявлено незначительное снижение их освоения, сократились промысловые показатели двух типов судов, осуществляющих основную добычу. Снюрревод по-прежнему занимает лидирующую позицию на промысле камбал. Интенсивность промысла в рассмотренные годы была достаточно высокой на всей акватории Петропавловско-Командорской подзоны, однако наибольшие уловы в основном приходились на Авачинский и Кроноцкий заливы.

Ключевые слова: Pleuronectidae, дальневосточные камбалы, тихоокеанские воды Камчатки, промысел, снюрревод.

R.T. Ovcharenko

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: madimarova.r.m@kamniro.ru

DANISH SEINE FISHING OF FLOUNDERS OFF SOUTHEASTERN KAMCHATKA IN 2018–2021

Based on statistical materials collected in 2018–2021 on the shelf of southeastern Kamchatka, information on the catch of flounders in the danish seine fishery was analyzed. A slight decrease in their development has been revealed, the fishing performance of two types of vessels that carry out the main production has decreased. Danish seine is still a leader in the flounder fishery. The intensity of fishing in the considered years was quite high throughout the water area of the Petropavlovsk-Komandorskaya subzone, however, the largest catches were mainly in the Avachinsky and Kronotsky gulfs.

Key words: Pleuronectidae, round-nosed flounder, Pacific waters of Kamchatka, fishery, Danish seine.

На протяжении нескольких десятилетий шельф юго-восточной Камчатки является районом промысла донных и придонных видов рыб (минтай, треска и др.) мало- и среднетоннажными судами. Одними из основных объектов промысла здесь являются камбалы семейства Pleuronectidae. По итогам донных траловых съемок 2016–2020 гг. средняя биомасса всех камбал в этом районе составила 17,6% от общей биомассы всех рыб [1].

В настоящее время опубликован ряд работ, касающихся промысла камбал в тихоокеанских водах Камчатки [2–8]. Вместе с тем за последние несколько лет информации, касающейся этого вопроса в исследуемом районе, нет.

Таким образом, целью данной работы является характеристика промысла камбал в тихоокеанских водах Камчатки в 2018–2021 гг., что позволит восполнить информационный недостаток актуальными данными.

Материалом для исследования послужили данные промысловой статистики по камбалам за рассматриваемый период, которые получены из оперативной отчетности предприятий отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [9]. Для построения карт распределения уловов использовали программу «ArcView 3.3». Промысел камбал в Петропавловско-Командорской подзоне является многовидовым, поэтому в данной работе вылов будет рассмотрен общий для всех видов семейства Pleuronectidae. Воды юго-восточной Камчатки, относящиеся к Петропавловско-Командорской рыбопромысловой подзоне, формально были разделены на четыре статистических района: юго-восточная оконечность Камчатки (от м. Лопатка до м. Поворотного), Авачинский, Кроноцкий и Камчатский заливы.

С 2018 по 2021 гг. вылов камбал в тихоокеанских водах Камчатки изменялся от 9,0 до 10,5 тыс. т, составляя в среднем 9,7 тыс. т (рис. 1). Общий допустимый улов (ОДУ) после незначительного снижения в 2019 г. начал расти. Освоение выделенного ресурсного обеспечения с 2018 г. увеличилось и в 2020 г. достигло максимума (95,6%), затем снова сократилось почти на 10,0%.

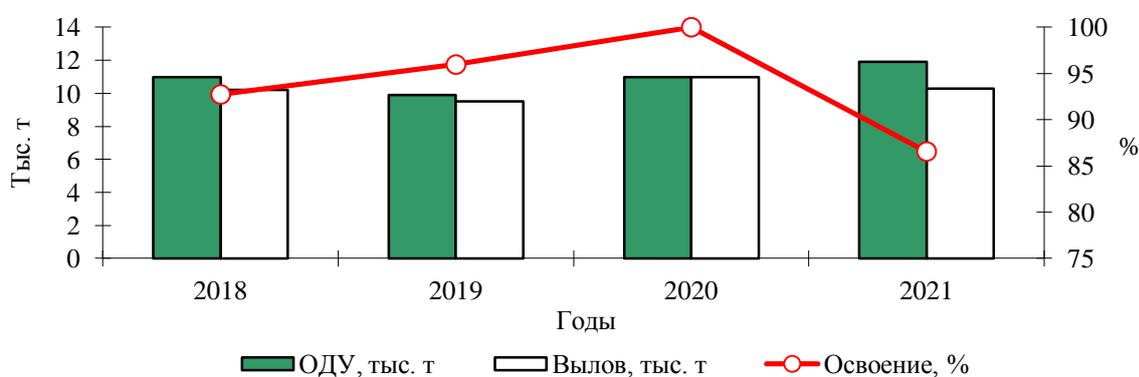


Рис. 1. ОДУ, вылов, освоение камбал у юго-востока Камчатки в 2018–2021 гг.

До начала 1950-х годов в тихоокеанских водах Камчатки камбал добывали в качестве прилова при промысле лососей и сельди ставными неводами. К середине 1950-х годов получил развитие их специализированный промысел снюрреводами. С тех пор этим орудием лова рыбодобывающие предприятия осуществляют основной вылов камбал [10]. Как показано на рис. 2, добыча камбал снюрреводами составляет более 90,0%. Лишь незначительную долю (менее 6,0%) годовых уловов в исследуемый период обеспечивает флот, оснащенный донным тралом.

В настоящее время снюрревод остается основным орудием лова камбал, т. к. отличается от других высокой эффективностью на промысле разреженных скоплений донных и придонных видов рыб, который осуществляется преимущественно мало- и среднетоннажным флотом (судами типа РС и СТР) [11].

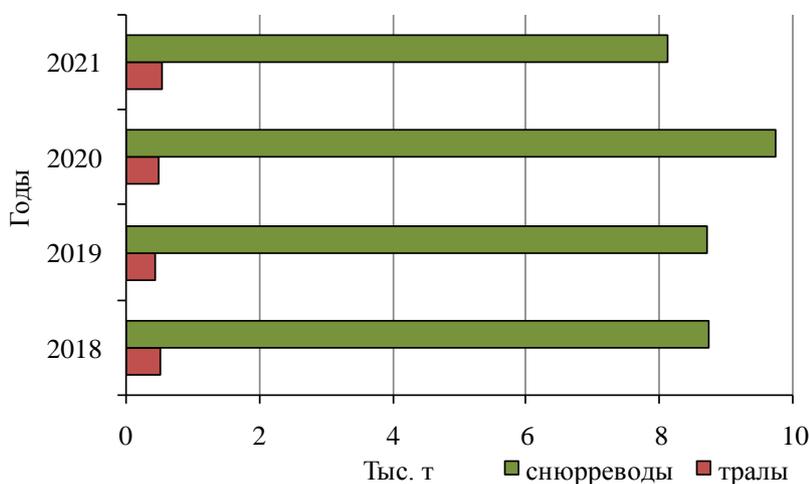


Рис. 2. Вылов камбал снюрреводом и тралом в 2018–2021 гг.

Одним из основных показателей, определяющих состояние запасов облавливаемых популяций морских рыб, является улов на единицу усилия судов, обеспечивающих основной вылов [8]. У судов типа СТР-420 средний улов на судосутки был минимальным в 2021 г., а максимальным – в 2019 г., тогда как уловы на замет на протяжении исследуемых лет оставались примерно на одном уровне (таблица). У судов типа РС-300 как уловы на судосутки, так и на замет, до 2020 г. возрастали, но к 2021 г. незначительно снизились. Отметим, что суда среднетоннажного флота (например, типа СТР-420) дают более четкое представление о промысле камбал, в отличие от маломерного, т. к. не имеют сезонных ограничений и могут осуществлять добычу весь год.

Динамика уловов на единицу усилия (т/судосутки) при ведении снюрреводного промысла камбал основных типов судов

Годы	СТР-420		РС-300	
	Улов на судосутки	Улов на замет	Улов на судосутки	Улов на замет
2018	7,8	2,5	2,8	0,9
2019	9,7	2,8	3,9	1,3
2020	9,1	2,8	4,0	1,4
2021	7,3	2,7	3,4	1,1

В рассмотренные годы у юго-востока Камчатки интенсивность промысла камбал изменялась по статистическим районам. В 2018 г. высокие уловы (90,0 т за судосутки) камбал отмечались от м. Лопатки до м. Поворотного и незначительные зафиксированы в Кроноцком заливе (рис. 3). В остальных районах добывают камбал в небольших количествах.

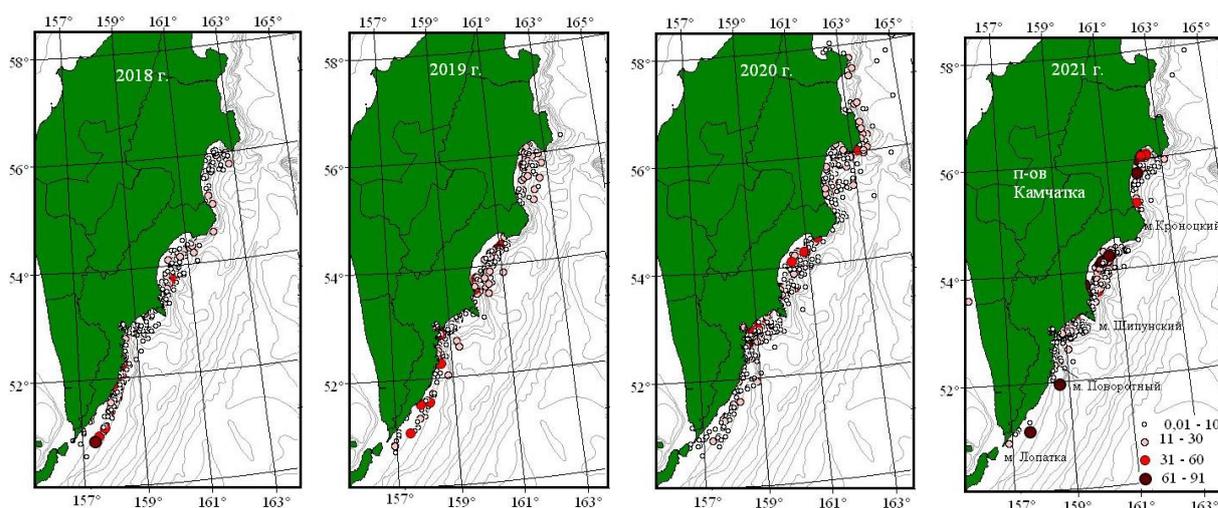


Рис. 3. Распределение уловов (т/судосутки) камбал на снюрреводном промысле у юго-восточной Камчатки

В 2019–2020 гг. рыбопромысловый флот сместился к северу – в Авачинский и Кроноцкий заливы, где уловы доходили до 60,0 т за судосутки. В 2021 г. картина распределения промысловых уловов изменилась. Наиболее эффективно добывали камбал на всей акватории Кроноцкого и Камчатского заливов, а также у юго-восточной оконечности Камчатки.

Хотелось бы подчеркнуть, что значимость каждого промыслового участка не является постоянной, а подвержена колебаниям. Объясняется это, по нашему мнению, причинами организационного характера при ведении промысла и соответствующим распределением флота [8]. Также существенное значение имеет изменение состояния запасов камбал. Как известно [2, 10], для них характерно образование локальных скоплений на ограниченных участках. Вследствие промыслового изъятия запасы каждого отдельного скопления могут варьировать.

В ходе проведенных исследований было установлено, что ОДУ, его освоение и вылов камбал у юго-востока Камчатки остаются на достаточно высоком уровне. Снюрревод является доминирующим орудием лова при добыче камбал в рассматриваемом районе. Уловы на единицу усилия у двух типов судов уменьшились. Распределение уловов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2018–2021 гг., вероятно, связано с возможностью круглогодичного лова камбал, в отличие от других районов, а также распределением рыб на акватории заливов.

Литература

1. Овчеренко Р.Т., Курбанов Ю.К. Распределение и экология желтопёрой *Limanda aspera* и сахалинской *L. sakhalinensis* камбал (Pleuronectidae) в тихоокеанских водах Камчатки в летний период 2016–2020 гг. // Вопросы ихтиологии. – 2022. – Т. 62, вып. 1. – С. 89–98.
2. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 1953. – Т. 40. – 288 с.
3. Полутов В.И. Видовое соотношение промысловых камбал у восточного побережья Камчатки: Рукопись. – Петропавловск-Камчатский: КоТИНРО, 1981. – С. 32.
4. Золотов А.О., Буслов А.В. Обзор современного промысла камбал (Pleuronectidae) прикамчатских вод и некоторые аспекты их лова снюрреводами // Вопросы рыболовства. – 2005. – Т. 6, № 3(23). – С. 499–517.
5. Золотов А.О., Захаров Д.В. Камбалы тихоокеанского побережья Камчатки: запасы и промысел // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 44–47.
6. Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 244 с.
7. Терентьев Д.А. Комплексный прогноз ОДУ морских рыб в Петропавловско-Командорской подзоне на основе среднелетних данных по структуре уловов на различных видах промысла и вылова в 2019 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2021. – Вып. 61. – С. 5–17.
8. Овчеренко Р.Т. Обзор промысла камбал семейства Pleuronectidae в тихоокеанских водах Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2019. – Вып. 52. – С. 79–88.
9. Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.
10. Фадеев Н.С. Биология и промысел тихоокеанских камбал. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 98 с.
11. Снюрреводный лов / М.Н. Коваленко, Е.П. Широков, К.М. Малых, А.В. Сошин, А.А. Адамов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – 167 с.

УДК 51:582.272(571.66)

О.В. Перервенко^{1,2}, Х.М. Меджидова², Н.В. Курбанова², Т.А. Клочкова¹

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
² Военно-морской клинический госпиталь,
Петропавловск-Камчатский, 683015
e-mail: perervenko2014@gmail.com

**ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИММУНИТЕТА МИГРАНТОВ
КАМЧАТСКОГО КРАЯ И ЕГО *IN VITRO* КОРРЕКЦИИ
С ПОМОЩЬЮ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**

Изложены материалы, касающиеся применения продуктов из бурых водорослей, оказывающих влияние на иммунную систему населения Камчатского края.

Ключевые слова: бурые водоросли, мигранты, иммунная система, адаптация, нейтрофилы, фагоциты.

O.V. Perervenko^{1,2}, H.M. Medgydova², N.V. Kurbanova², T.A. Klochkova¹

¹ Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
² Military Marine Clinical Hospital,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683015
e-mail: perervenko2014@gmail.com

**STUDY OF THE ADAPTIVE IMMUNITY CHANGES
IN THE MIGRANT POPULATION IN KAMCHATKA PENINSULA
AND ITS CORRECTION *IN VITRO* BY APPLICATION OF THE BROWN ALGAE**

The information materials about products made from the brown algae are provided. These products may potentially have an impact on correction of the immune system of Kamchatka's local people.

Key words: brown seaweed, migrants, immune system, adaptation, neutrophils, phagocytes.

Происходящее в настоящее время изменение экономической ситуации мирового хозяйства может привести в Тихоокеанский регион острые геополитические проблемы, в особенности в северную часть Тихого океана.

Единственным морским портом России в Тихом океане, имеющим прямой выход в океанские акватории, является г. Петропавловск-Камчатский. И это имеет значение для размещения военно-морских сил стратегического назначения. Этим обстоятельством определяется важнейшая для России значимость территории Камчатского края в настоящее время и в обозримом будущем, а также повышенное внимание Правительства РФ и Камчатского края к демографическим проблемам региона и вопросам сохранения и укрепления здоровья жителей Камчатки [1–4].

После 90-х годов прошлого столетия Камчатка стала открытым для населения страны и ближнего зарубежья регионом. В связи с разнонаправленными миграционными потоками фиксируется постоянное обновление населения. Прибывающие сюда мигранты, особенно из южных районов, попадают в гипокомфортные условия проживания, обусловленные суровой природно-климатической обстановкой.

Многочисленные исследования показывают, что организм человека, проживающего в одной местности постоянно, хорошо адаптирован к ее условиям. Ее значительное изменение вызывает стресс и сбой в работе иммунной системы. Это показано в целом ряде работ, авторы которых изучали разные группы населения в разных регионах страны [5–8].

Значительную группу мигрантов в Камчатском крае составляют военнослужащие срочной службы. Их здоровье – гарантия боеспособности вооруженных сил на северо-востоке России. Поэтому понимание особенностей адаптивных изменений работы иммунной системы у лиц, проживавших ранее в регионах, отличающихся в разной степени по условиям проживания от Камчатки, необходимо для создания обстановки, способствующей сохранению их здоровья.

Взаимодействие человека с окружающей средой на Камчатке характеризуется уровнем напряженности. На здоровье жителей Камчатки оказывают влияние сейсмическая и солнечная активность. Основным климатообразующим процессом на Камчатке является атмосферная циркуляция, определяющая свойственные для территории значительные термобарические контрасты, а также активная циклоническая деятельность, особенно в осенне-зимний период. Высокая пестрота широтных и меридиональных изменений климата Камчатки, проявляющаяся умеренно-холодной и очень долгой зимой и коротким летом, также оказывают влияние на состояние здоровья жителей региона [9]. Недостаток тепла, солнечной радиации, перепады давления, частые ветры и циклоны являются причиной стрессового воздействия на здоровье населения Камчатского региона, понижают иммунитет, общую сопротивляемость организма к заболеваниям, понижают его адаптационные способности, угнетают его психо-эмоциональное состояние, формируя развитие у человека метеотропных реакций. Проведение мероприятий по сохранению и укреплению здоровья населения является обоснованным [10].

В современной биологии и медицине активно изучаются биологически активные соединения, получаемые из морских бурых водорослей, и их терапевтическое использование при различных заболеваниях [11, 12].

С целью изучения влияния бурых водорослей на показатели иммунной системы жителей Камчатского края были исследованы иммуномодулирующие свойства камчатских гидробионтов, таких как *Alaria esculenta*, *Arthrothamnus bifidus*, *Fucus distichus*, *Laminaria longipes* и *Saccharina bongardiana*, полученных из термального сырья.

При воздействии негативных факторов окружающей среды происходит напряженное функционирование защитных систем организма, приводящее к срыву адаптации, на фоне которого наблюдается резкий подъем уровня заболеваемости разных категорий камчатского населения. Иммунный ответ на присутствие патогена происходит в широкомасштабной кооперации при взаимодействии наследственной и адаптивной ветвей иммунитета.

Факторы естественной резистентности, обеспечиваемые лейкоцитами, включаются в защиту немедленно после преодоления возбудителем наружных оболочек и его внедрения во внутреннюю среду организма. Их действие продолжается в течение всего периода борьбы организма с инфекцией, но наиболее эффективно они работают в первые четыре часа после внедрения микроорганизмов, являясь практически единственными защитниками организма. Другие механизмы иммунной защиты проявляются позже. Реакция нейтрофильных лейкоцитов отражает не только прямое взаимодействие с микробными агентами, но и активацию гуморальных механизмов иммунитета [13–15].

В исследованиях 2018–2020 гг. опосредованно принимали участие здоровые мигранты, прибывшие из других регионов Российской Федерации, с обязательной фиксацией места убытия. Общее количество прошедших обследование – 143 человека, от 32 до 37 респондентов в каждой подгруппе, сформированной по географическому признаку: Европа, Урал, Сибирь, Дальний Восток. Каждому участнику в день прибытия выполнялся клинический анализ крови с обязательным определением доли и абсолютного содержания популяций лейкоцитов с комплексом иммунологических исследований. Для оценки профиля неспецифической резистентности провели определение качественных показателей работы нейтрофильных лейкоцитов с помощью микроскопа Olympus BX53, оснащенного фотокамерой Olympus DP73 с программным обеспечением Cell Sens Standart (Olympus, Japan). При подсчете препаратов определяли фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН, %), среднее число микробных частиц в одном фагоците (ФЧ, ед.), абсолютный фагоцитарный показатель (АФП) и сумму фагоцитоза (СФ, ед.). По гуморальному профилю определили уровни основных иммуноглобулинов А, М, G (изготовитель DiaSys Diagnostics Systems, Germany). Таким образом, забор крови отражал относительно нормальное состояние организма обследуемых.

На представленном ниже рис. 1 видно, что все прибывшие на Камчатку из разных регионов лица имеют более высокие, чем в контрольной группе, значения скорости оседания эрит-

роцитов (СОЭ). Особенно отличающимся оно было у сибиряков. Показатели белой крови свидетельствовали о нейтрофильном сдвиге влево, особенно хорошо выраженном у лиц из европейской части страны. Количество эозинофилов и базофилов у мигрантов с Урала и Сибири фиксировали в сторону повышения.

Это, без сомнения, указывало на напряжение гомеостаза у всех подгрупп мигрантов. Остальные показатели на момент прибытия были у них близки к камчатской норме (таблица).

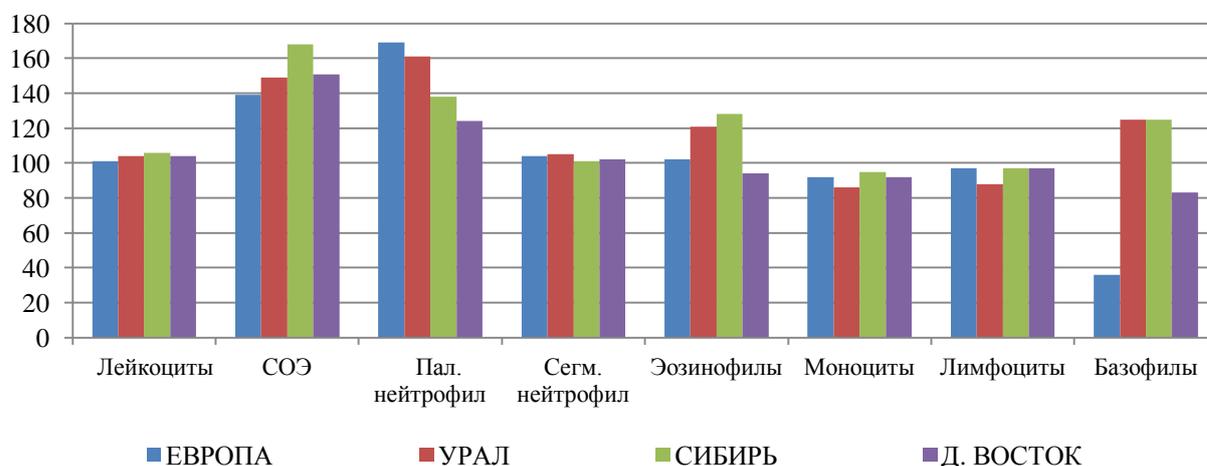


Рис. 1. Сравнение лейкоцитарной формулы у мигрантов, прибывших из разных мест на Камчатку (в день прибытия), где за 100% приняты данные у постоянно проживающих лиц

Действие экстрактов из морских водорослей на фагоцитоз нейтрофильных фагоцитов подробно описано в ряде научных работ [14–18]. От лейкоцитарных нейтрофилов зависит устойчивость организма к вирусным, бактериальным, грибковым и паразитарным болезням.

Сравнительный анализ иммунных показателей у мигрантов в первый день прибытия под влиянием 1% растворов камчатских водорослей

Показатель	Ед. изм.	Контроль	<i>Alaria esculenta</i>	<i>Arthrothamnus bifidus</i>	<i>Fucus distichus</i>	<i>Laminaria longipes</i>	<i>Saccharina bongardiana</i>
ФАН	%	69,7 ± 6,15	74,2 ± 6,25	43,5 ± 3,98	63,5 ± 5,1	48,3 ± 4,3	62,5 ± 5,92
ФЧ	ед.	5,9 ± 0,46	7,05 ± 0,31	4,15 ± 0,3	5,98 ± 0,5	4,7 ± 0,34	6,3 ± 0,37
АФП	ед.	186,3 ± 9,8	201,8 ± 11,8	168,7 ± 11,5	179,5 ± 15,3	171,2 ± 12,8	190,8 ± 16,2
СФ	ед.	94,1 ± 7,8	112,6 ± 9,05	79,2 ± 5,76	91,1 ± 7,3	88,3 ± 8,04	97 ± 7,45
Ig A	г/л	1,67 ± 0,07	1,38 ± 0,08	1,82 ± 0,1	1,29 ± 0,1	1,81 ± 0,1	1,71 ± 0,09
Ig M	г/л	1,06 ± 0,07	1,0 ± 0,09	1,06 ± 0,09	1,06 ± 0,09	1,03 ± 0,1	1,23 ± 0,1
Ig G	г/л	10,12 ± 0,22	9,96 ± 0,83	10,34 ± 1,05	10,36 ± 0,76	11,01 ± 0,99	10,73 ± 1,08

В ходе проведенных нами исследований было получено, что препараты из водорослей модулируют фагоцитарную активность нейтрофильных лейкоцитов. В малых концентрациях тинктуры *Alaria esculenta*, *Fucus distichus*, *Saccharina bongardiana* (табл., рис. 2, б, г, е) способны повышать функциональную активность фагоцитирующих клеток и их фагоцитарное число, т. е. оказывать стимулирующее действие. При влиянии растворов *Arthrothamnus bifidus*, *Laminaria longipes* количество микробных клеток внутри фагоцитов ниже контрольных значений. Большинство микробных частиц определяется на достаточном расстоянии от нейтрофилов, расположенных в центральной части соответствующего фото (табл., рис. 2, в, д); возможно развитие сценария по типу формирования нейтрофильных ловушек [19, 20].

Уровни основных классов иммуноглобулинов у прибывших в первый день мигрантов находятся на уровнях контрольных значений.

Изучение таких показателей фагоцитарной активности, как ФАН и ФЧ и АФП и СФ, у подгрупп мигрантов, сформированных по географическому признаку из разных регионов РФ, показывает, что фагоцитарная активность у представителей всех подгрупп в день прибытия близка к контрольным значениям, а влияние водных растворов *Alaria esculenta*, *Fucus distichus*, *Saccharina bongardiana* оказывает стимулирующее действие, что говорит о необходимости

проведения иммунокоррекционных мероприятий, позволяющих снизить адаптационное напряжение и активировать деятельность нейтрофилов и других компонентов крови, отвечающих за эффективную работу иммунной системы.

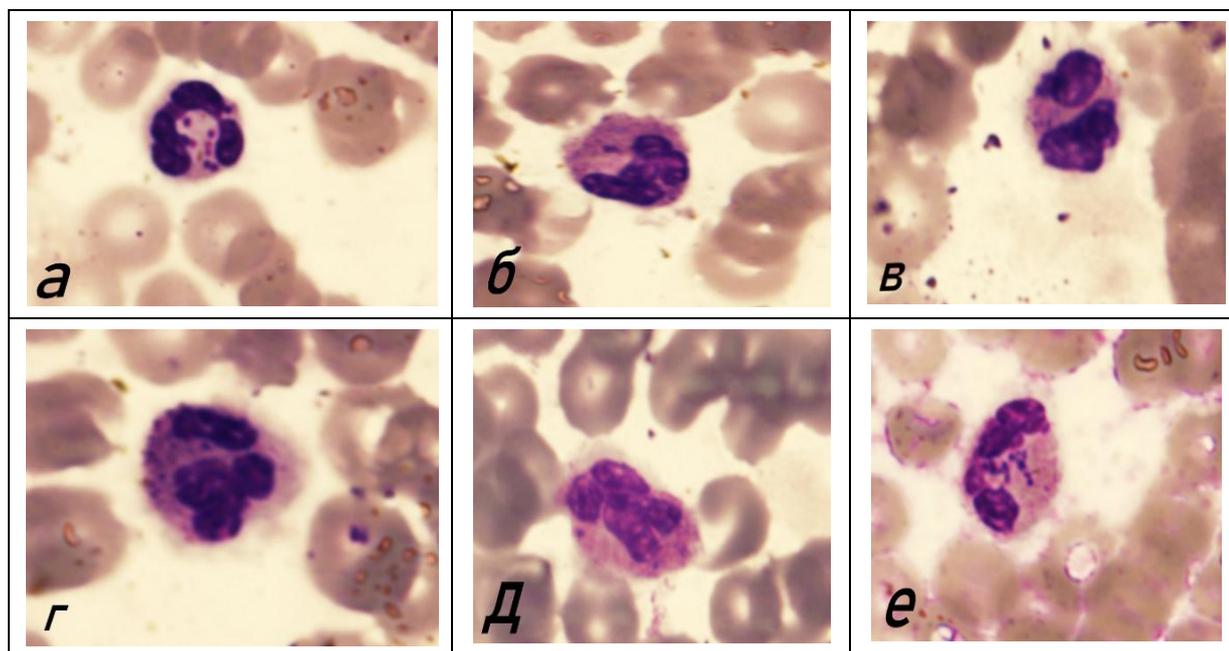


Рис. 2. Нейтрофилы одного пациента после обработки изотоническим раствором (а); 1%-ными водорослевыми *Alaria esculenta* (б), *Arthrothamnus bifidus* (в), *Fucus distichus* (г), *Laminaria longipes* (д), *Saccharina bongardiana* (е) и суточной культурой *Staphylococcus aureus*

Полученные результаты могут быть использованы для коррекции работы иммунной системы с целью профилактики воспалительных заболеваний.

Литература

1. Постановление Правительства РФ «О создании территории опережающего социально-экономического развития «Камчатка» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 23.12.2016 № 1461, от 31.08.2017 N 1051) от 28 августа 2015 г. № 899.
2. Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года от 28 декабря 2009 г. № 2094-р.
3. Национальная программа социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2030 года от 28 сентября 2020 г. № 2464-р.
4. Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2030 года. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – 356 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://strategy2030.kamgov.ru/>
5. *Потапов В.Н.* Иммунологические аспекты фенотипической адаптации человека в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока: Автореф. дис. ... д-ра мед.наук. 14.00.17 и 14.00.36. – Томск, 1998. – 50 с.
6. *Сорокина Е.П.* Изменение лабораторных показателей иммунологической реактивности в процессе адаптации у населения Крайнего Северо-Востока России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 14.00.46. – М., 2005. – 26 с.
7. *Мурузюк Н.Н.* Физиологические параметры иммунного статуса пришлого населения трудоспособного возраста г. Надыма Ямало-Ненецкого автономного округа [Электронный ресурс]: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.13. – М.: РГБ, 2005. – 26 с.
8. *Рахманов Р.С.* К проблеме оценки риска здоровью населения в природно-климатических условиях Камчатки // ЗН и СО. – 2014. – № 3 (252). С. 7–9.
9. *Клочков А.А.* Экологическая обстановка, качество жизни и некоторые показатели общественного здоровья камчатского населения: Автореф. дис. ... канд мед. наук 03.00.16. – Магадан, 2007. – 25 с.

10. Зеренков П.А. Гигиеническое обоснование мероприятий по сохранению и укреплению здоровья призывной молодежи и военнослужащих Тихоокеанского флота: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Владивосток, 2009. – 25 с.

11. Биологическая активность фукоиданов из бурых водорослей и перспективы их применения в медицине / Т.А. Кузнецова, Н.М. Шевченко, Т.Н. Звягинцева, Н.Н. Беседнова // Антибиотики и химиотерапия. – 2004. – № 49 (5). – С. 24–30.

12. Эффективность иммунокоррекции экологически зависимых иммунодефицитов препаратами водорослевого происхождения / Л.К. Добродеева, Д.В. Незговоров, К.Г. Добродеев, О.С. Бубнова // Современные проблемы аллергологии, иммунологии и иммунофармакологии: Материалы 5-го конгресса с междунар. участием. – М., 2003. – Том II. – С. 142.

13. Адаптивные изменения в работе иммунной системы у жителей Камчатки и изучение возможности иммунокоррекции с использованием морской бурой водоросли *F. distichus* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 244 с.

14. Kolanjinathan K., Stella D. Antibacterial activity of marine macroalgae against human pathogens // Recent Research in Science and Technology. – 2009. – Vol.1, iss. 1. – P. 20–22.

15. Запорожец Т.С. Клеточные и молекулярные механизмы иммуномодулирующего действия биополимеров морских гидробионтов: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Владивосток, 2006.

16. Кузнецова Т.А. Коррекция иммунитета и гемостаза биополимерами из морских гидробионтов: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009.

17. Сульфатированные полисахариды водорослей – модификаторы функции врожденного иммунитета при бактериальных, вирусных и паразитарных инфекциях / Н.Н. Беседнова, Т.С. Запорожец, И.Д. Макаренкова и др. // Успехи современной биологии. – 2011. – Т. 131, № 5. – С. 503–517.

18. Antimicrobial and biochemical properties of selected edible brown and red marine macroalgae / A.A. Hazzani, A.I. Shehata, N.M.S. Moubayed, H.J. Houry // J. Pure Appl. Microbiol. – 2014. – № 8. – P. 1275–1282.

19. Матосова Е.В., Андрюков Б.Г. Морфофункциональная характеристика защитных механизмов при бактериальных инфекциях и их вклад в патогенез провоспалительных реакций // Гематология и трансфузиология. – 2017. – 62 (4). – С. 223–229.

20. Матосова Е.В., Андрюков Б.Г. Антимикробные механизмы нейтрофилов как перспективные мишени для фармакологической модуляции неспецифической защиты организма // Журн. микробиол. – 2018. – № 3. – С. 96–105.

УДК 639.2.081.7

И.Г. Проценко, А.В. Бондаренко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский
e-mail: ip1954@list.ru*

КОМПЬЮТЕРНАЯ КАРТОГРАФИЯ РЫБОЛОВНЫХ УЧАСТКОВ КАМЧАТКИ

В статье дано описание проекта картографического модуля информационной рыбопромысловой системы СВТУ ФАР, разрабатываемого для отображения на электронной карте конфигурации и границ рыболовных участков Камчатского края.

Ключевые слова: информационная система организации и регулирования рыболовства, водные биологические ресурсы, электронная картография.

I.G. Protsenko, A.V. Bondarenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky
e-mail: ip1954@list.ru*

COMPUTER CARTOGRAPHY OF FISHING AREAS OF KAMCHATKA

The article describes the project of the cartographic module of the information fishing system in North-Eastern Territorial Administration of the Federal Agency for Fishery, developed to display on an electronic map the configuration and boundaries of fishing sites of Kamchatka Krai.

Key words: information system for the organization and regulation of fishing, aquatic biological resources, electronic cartography.

Информационная система организации и регулирования рыболовства (ИСОР), функционирующая в Северо-Восточном территориальном управлении Федерального управления по рыболовству (СВТУ ФАР), предназначена для мониторинга промысла водных биоресурсов (ВБР) на основе непрерывного наблюдения и контроля за деятельностью рыболовных судов и рыболовных участков [1–3]. Решение данной задачи обеспечивается путем наблюдения за выловом и получения на этой основе косвенных показателей состояния водных биоресурсов, которые позволяют оперативно отслеживать реализацию установленных квот вылова, интенсивность промысла и его влияние на состояние рыбных запасов.

Информационная система организации и регулирования рыболовства. Остановимся на возможностях ИСОР. Система обеспечивает информационную поддержку решения следующих взаимосвязанных задач:

- формирование и актуализация данных квот вылова;
- подготовка, формирование и выписка разрешений на добычу ВБР;
- формирование изменений к выданным разрешениям на добычу ВБР;
- сбор и обработка промысловой отчетности о вылове на рыболовных участках и промысловых судах;
- анализ промысловой отчетности, выработка мер и мероприятий по регулированию промысла;
- защита и хранение промысловой информации.

При создании ИСОР получили развитие технологии обработки и анализа информации на базе современных инструментальных средств, в том числе ресурсов электронной картографии [3]. Сегодня большая часть географической информации обрабатывается программами на смартфонах и персональных компьютерах в рамках геоинформационных систем (ГИС).

ГИС используется в различных отраслях: нефтяной (рассчитать оптимальное количество и расположение скважин, основываясь на результатах бурения, а также укажет оптимальный путь трубопровода), транспортными службами (в любой момент можно узнать, где находятся грузовики, состояние дорожного покрытия, информацию о пробках на дорогах), в кадастровой оценке как на суше, так и на водной поверхности. В рыбной отрасли подобная система разработана и внедрена в отраслевой системе мониторинга (ОСМ) [1].

Очевидно, что картография полезна при решении проблемы рационального использования ВБР. На карте можно отображать ареал обитания рыб, количество, информацию о вылове по каждому месту (району) добычи. Появляется возможность наблюдать, анализировать, таким образом осуществлять мониторинг рыболовных судов, рыболовных участков, состояния ВБР, промысловой обстановки в целом.

В Камчатском крае информационная поддержка управления и контроля за ВБР осуществляется с использованием ИСОП. Модернизации ИСОП и повышение ее гибкости за счет внедрения картографического модуля является актуальной задачей. И среди первых задач – отображение на карте границ и области рыболовных участков, а также отчетные и аналитические данные о результатах промысла на них.

Необходимо ли данное решение для ИСОП, которая по большей части предназначена для формирования аналитических документов на основе промысловой информации?

Прежде всего:

- карты позволят решать проблему рационального использования ВБР с точки зрения пространственного анализа;
- можно определять распределение промысловых видов, особенности промысловых районов;
- оперативно получать ценную информацию, необходимую для принятия взвешенных решений.

Таким образом, цель данной статьи – проектирование модели картографического модуля – задача довольно трудоемкая, т. к. предстоит работа с геоданными, в зависимости от выбора растровой или векторной моделью данных, оцифровкой объектов, трансформацией координат и т. д. [4].

Модель данных и картография. Перед тем как определить требования к модулю, необходимо упомянуть, что программа будет написана с использованием API-Яндекс.Карты. Такое решение было принято как по причине достаточно широкого функционала библиотеки API, так и из-за привычного интерфейса для российского пользователя.

Итак, определим некоторые требования.

Каждый рыболовный участок, представляющий собой картографический объект на карте, состоит из набора (как правило из одного, но может быть и из нескольких) геообъектов (это может быть *точка, линия* или *область*) и его маркера.

В случае рыбопромыслового участка маркер будет нести в себе номер участка, тип участка в зависимости от разрешенного на нем вида промысла, название, признак отличия морского участка от речного.

Информация о рыболовном участке хранится в базе данных ИСОП в нескольких полях:

1. *lat* – широта центра круга, описывающего рыболовный участок (представлена в десятичном формате до 6 знаков после точки, например 53.702341).
2. *lon* – долгота центра круга, описывающего рыболовный участок (представлена в десятичном формате до 6 знаков после точки, например 152.660012).
3. *map* – строка с геообъектами, отделенными друг от друга при помощи символа «;»; в начале строки находится радиус (в метрах) – это радиус круга, который описывает весь (его границы) рыболовный участок, его центр в точке (*lat, lon*), отделен от геообъектов «;».

Строка с геообъектами, хранящаяся в базе данных ИСОП, типизирована согласно следующим правилам:

- в начале строки находится радиус (в метрах) – это радиус окружности, которая описывает весь (его границы) рыболовный участок;
- каждый геообъект отделен от другого при помощи символа «;»;
- геообъект имеет параметры: *тип* (точка, линия или область), *название*, *координата точки* (широта, долгота для геообъекта типа точка) или *набор координат точек* для линии или области;

- параметры геообъекта в строке отделяются друг от друга запятой;
- тип геообъекта (0 – круг, 1 – линия, 2 – полигон);
- название геообъекта (0 – круг, 1 – линия, 2 – полигон) – текст;
- широта и долгота представлены в виде десятичных координат до 6 знаков после точки.

Например, поле *map* – строка с координатами рыболовного участка – будет иметь следующий вид:

2,берег реки Вуокса,60.825275,29.267208,60.824256,29.265114,60.824317,29.264783,...

База данных ИСОП содержит таблицу *гри* (рыбопромысловые участки), связанную с другими справочными таблицами [4]. При решении геоинформационной задачи таблицу *гри* необходимо модернизировать так, чтобы она включала в себя параметры геообъектов.

Построим геоинформационную часть ER-модели базы данных ИСОП.

Для начала отдельно разберем сущность «РПУ», и какие она имеет атрибуты для определения связей с другими таблицами, из которых сможем получить необходимую информацию в качестве сведений (рис. 1).

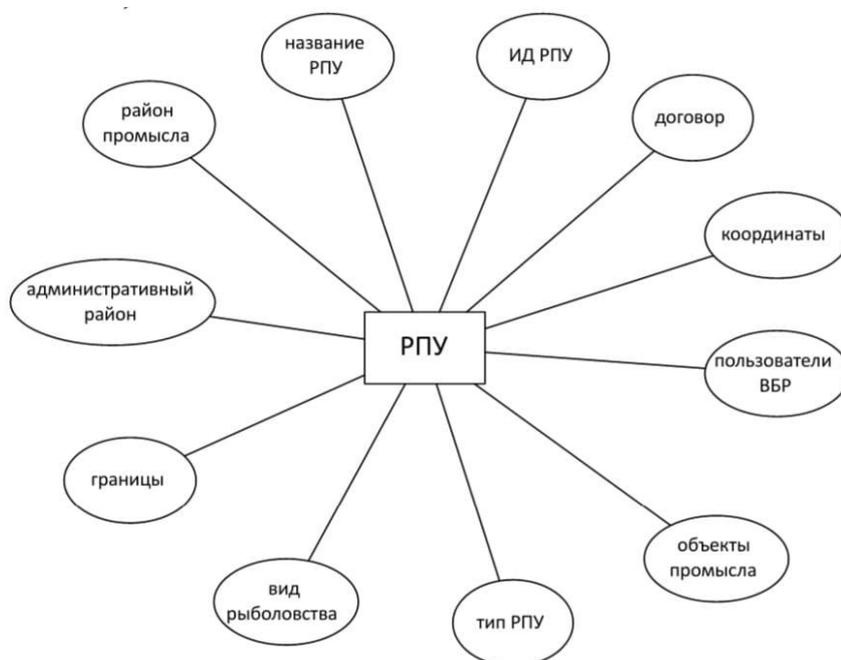


Рис. 1. Атрибуты сущности «РПУ»

Таким образом, проанализировав атрибуты, обозначились другие сущности, такие как: «Административный район», «Район промысла», «Вид рыболовства», «Пользователь ВБР». ER-модель в нотации Питера Чена показана на рис. 2.

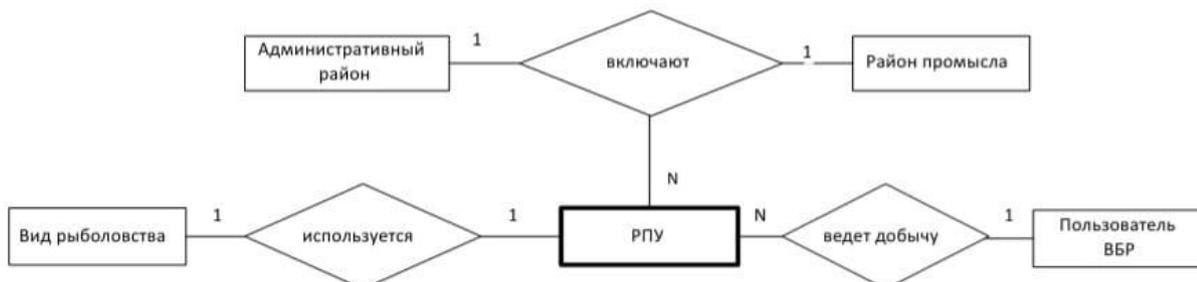


Рис. 2. Модель «сущность – связь»

Сущности «Административный район» и «Регион промысла» могут иметь на своей территории много промысловых участков (связь «один-ко-многим»). Пользователь может вести добычу на нескольких участках (связь «один-ко-многим»). На РПУ осуществляется определенный вид рыболовства или все виды, но в рамках БД, это однозначный выбор, поэтому связь «один-к-одному». Таким образом, через сущность «РПУ» пользователь может получить краткие сведения о любом геообъекте на карте.

Программная реализация. Вариант реализации картографического блока приведен на рис. 3 и 4. Идентифицируя рыболовный участок, получаем список геообъектов, входящих в него с описанием их типа и названия. Дополнительно можно указать границу области, которая примыкает к данному геообъекту. Затем можно получить выпадающий список (см. рис. 3) с координатами геообъекта и эти координаты откорректировать. Радиус круга, описанного вокруг рыболовного участка (картографического объекта), т. е. вокруг всех геообъектов, входящих в рыболовный участок, и координаты центра круга рассчитываются автоматически при сохранении данных.

Водный объект	р. Вуокса		на карте						
Вид деятельности	условия водопользов	№	Тип	R(m)	Объект	№	координаты		
Согласуемый объект	для проведения аукциона реки Вуокса		о	область	10	Река Вуокса	0	60°49'30.99"N 029°16'01.95"E	
ОТВЕТСТВЕННЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ							Е.И.Евграфова	1	60°49'27.32"N 029°15'54.41"E
Результат	согласовано	№ исх.(ответ)	07-11/4355	дата исх.	15.05.2019		2	60°49'27.54"N 029°15'53.22"E	
Начало действия согласования	15.05.2019	окончание	15.05.2020				3	60°49'27.59"N 029°15'52.04"E	
							4	60°49'27.71"N 029°15'50.18"E	
							5	60°49'27.78"N 029°15'48.23"E	

Рис. 3. Просмотр, корректировка геоданных картографических объектов

На рис. 4 приведен вариант отображения рыболовных участков. Получить информацию о рыболовном участке можно нажатием на маркер.



Рис. 4. Вариант отображения рыболовных участков на карте.

В результате разработки геоинформационного модуля ИСОП получаем:

1. Методическое решение пространственного анализа данных в системе мониторинга рыболовства.

2. Использование современных методов оценки запаса, определения акваторий, перспективных для промысла, локализаций загрязнителей, прогнозов развития ситуаций на промысловых акваториях.

3. ГИС-компонент ИСОПР для рыбохозяйственных исследований, комплексного анализа, мониторинга, построения карт распределения и оценки запасов ВБР.

Литература

1. Мониторинг рыболовства 2005. Инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам / Под общ. ред. д.т.н. И.Г. Проценко. – Петропавловск-Камчатский: ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга», 2005. – 264 с.

2. *Проценко И.Г.* Информационная система мониторинга рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2001. – Спец. выпуск. – С. 3–18.

3. Геоинформационные системы, электронная картография [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-299191.html>

4. ПКТ ЭПЖ [Электронный ресурс]: официальный сайт. – URL: <https://fishingarea.ru>.

УДК 639.2.081.7

И.Г. Проценко, А.А. Иванова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский
e-mail: ip1954@list.ru*

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПОНЕНТ ИС «СОГЛАСОВАНИЕ»

В статье дано описание проекта геоинформационного компонента информационной системы «Согласование», созданного для отображения на электронной карте конфигурации и границ объектов согласования хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: геоинформационная система «Согласование», объекты согласования хозяйственной деятельности, электронная картография.

I.G. Protsenko, A.A. Ivanova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky
e-mail: ip1954@list.ru*

GEOINFORMATION COMPONENT OF THE INFORMATION SYSTEM "SOGLASOVANIE"

The article describes the project of the geoinformation component of the information system "Soglasovanie", created to display on an electronic map the configuration and boundaries of the objects of coordination of economic activity.

Key words: geoinformation system "Soglasovanie", objects of coordination of economic activity, electronic cartography.

Все большую актуальность в наше время приобретает тема сохранения экологии, сохранение баланса между природой в ее первозданном виде и результатом деятельности человека. В Камчатском крае много заповедников и природных памятников, и этот факт требует должного обращения с природой. Так как работа Территориальных управлений (ТУ) ФАР в целом и процедура согласования в частности непосредственно связаны с воздействием человека на природные ресурсы, необходимо как можно тщательней подойти к вопросу эффективной работы в этом направлении. Очевидна необходимость модификации и развития системы контроля и регулирования хозяйственной деятельности предприятий, исходя из заявлений СМИ о пагубном антропогенном воздействии на экологию Камчатки омывающих ее вод [1]. Современные учреждения все чаще прибегают к использованию автоматизированных и полуавтоматизированных информационных систем в вопросах документооборота, где осуществляется как хранение и передача данных, так и их обработка. Увеличение скорости обработки данных, а также сокращение недочетов в работе с информацией – это одни из основных факторов принятия решения разработать геоинформационный компонент информационной системы «Согласование», вследствие чего комфортный доступ к полному объему данных значительно увеличит процент эргономичности системы [2].

Информационная система «Согласование». Возможность ведения физическим или юридическим лицом (заявителем) какой-либо хозяйственной деятельности на территории вблизи водоемов и непосредственно водной территории регламентирована Постановлением Правительства РФ от 30 апреля 2013 года № 384 «О согласовании Федеральным агентством по рыболовству строительства и реконструкции объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществления иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания». Заявителю необходимо провести оценку причиненного экологии ущерба его планируемой деятельностью. Документальный результат оценки

направляется в ТУ ФАР вместе с заявкой на согласование [3]. Пакет заявителя регистрируется в системе документооборота, после чего направляется в отдел согласования. Заявка содержит основные данные объекта согласования, такие как сведения о масштабе и расположении территории, запрашиваемой заявителем, характер хозяйственной деятельности, заявка на согласование и ОВОС, которые фиксируются сотрудником отдела согласования (исполнителем). Фиксируется дата начала осуществления экспертизы проведенной оценки, уполномоченная организация и предполагаемая дата (по закону не позднее 30 суток с момента передачи пакета документов на экспертизу) предоставления отчетной документации экспертов.

По истечении тридцати дней заявителю сообщаются сведения, содержащие вердикт по степени согласования (согласовано, отказано в согласовании, заявка отозвана), сформированный на основании отчета эксперта. Согласование считается действительным после заключения договора между заявителем и ТУ ФАР. Предоставив дополнительную информацию, заявитель принимает сроки действия согласования и размер установленного экспертами ущерба. После чего подаются заявка на воспроизводство ВБР и заявка на предоставление услуг по закупке молоди (рис. 1).

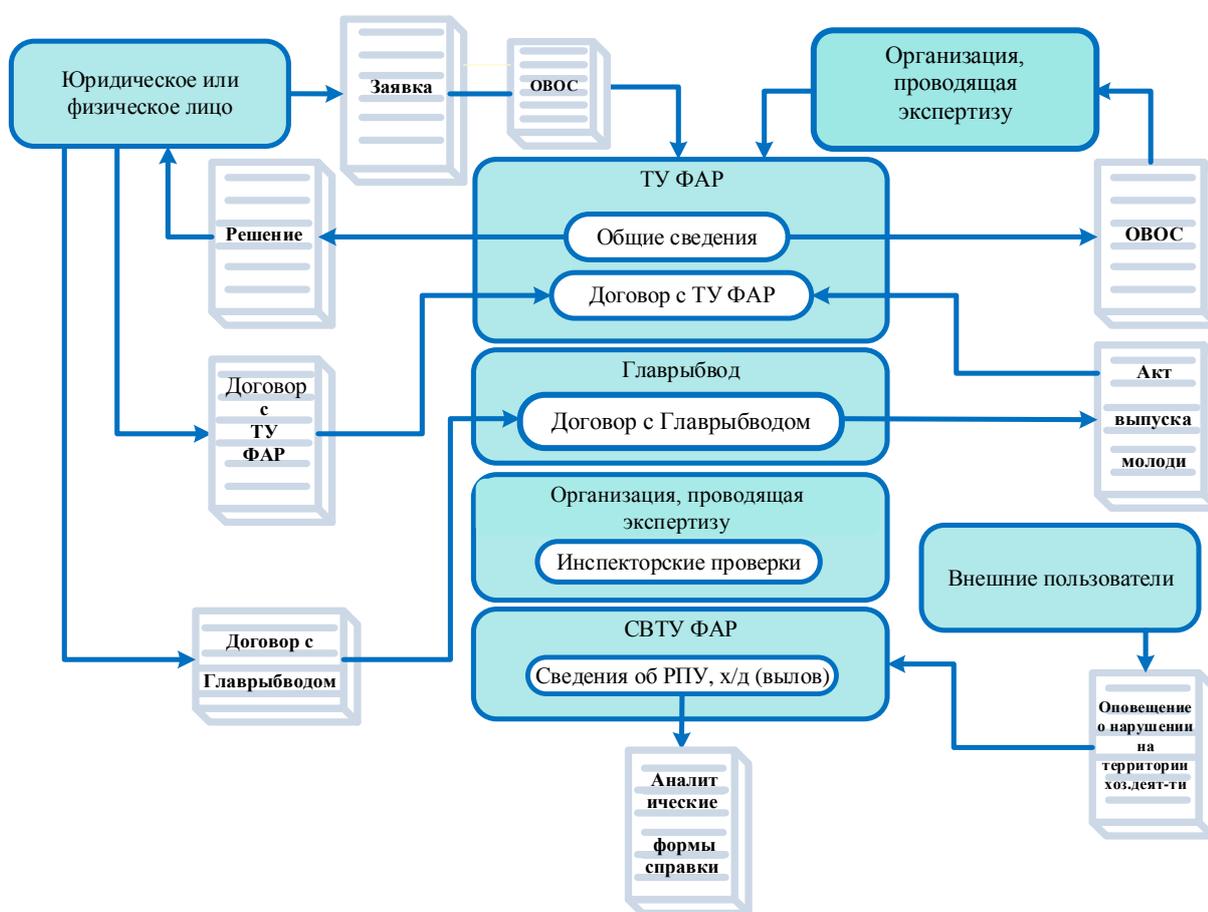


Рис. 1. Схема информационных потоков в ИС «Согласование»

Контроль деятельности заявителя производится в течение всего срока действия согласования для обеспечения соблюдения условий договора с ТУ ФАР. Соответствующие инспекционные органы проводят периодические проверки выделенной территории, результат каждой проверки фиксируется в отчете, по результатам данного отчета выявляются нарушения, и деятельность облагается штрафом или прекращается по решению соответствующей структуры согласования. Строгий регламент действий на всех этапах согласования гарантирует законность и соответствие экологическим нормам деятельности заявителя, а также минимизирует возможность возникновения нарушений в системе документооборота.

Геоинформационный компонент информационной системы «Согласование» (ГИС-С) обеспечивает визуальное сопутствие каждого этапа согласования. Ответственный исполнитель взаимодействует с системой через карточку согласования, которая состоит из условных формирований,

заполняемых последовательно в соответствии с этапами согласования. Шапка карточки содержит поля с данными заявки и закрепленные файлы со сканами заявки и ОВОС, следующее формирование заполняется данными экспертизы: результат, сроки, отчет и другие материалы экспертизы, включая данные эксперта. На основании предыдущих разделов исполнитель заполняет поле с результатом согласования. А после принятия заявителем решения о продолжении согласования к форме прикрепляются сканы заключенных с подразделениями договоров, которые содержат условия контроля воспроизводства. Подвал карточки заполняется данными инспекторских проверок.

Каждая карточка имеет свой индивидуальный номер и, помимо заполняемых разделов, содержит прикрепленные электронные версии всех бумажных документов. Преимущество модульной организации карточки согласования – возможность системно отслеживать своевременность заполнения данными тех или иных параметров, что значительно облегчает навигацию пользователя при работе с информацией. Грамотно сформированный алгоритм поиска минимизирует пользовательскую необходимость дополнительных уточнений.

Ранее в рамках Молодежного инновационного конкурса в Камчатском крае организаторы и участники могли ознакомиться с данным функционалом системы на вступительных этапах разработки [3], однако модуль постоянно совершенствуется, чтобы соответствовать изменяющимся требованиям информационных систем, а также эффективно функционировать в сложившейся экологической обстановке. Актуальность позволяет результативно дорабатывать, увеличивать функционал приложения и распространять его на более широкий круг пользователей.

ГИС и картография. Ученым уже более ста лет известно, что при запоминании и восприятии изображений и текста действуют разные правила. Визуальная информация запоминается и воспроизводится быстрее. Этот феномен называется эффект превосходства образа. Когда человек смотрит на картину, его мозг сразу видит образ и распознает его, но при чтении текста восприятие информации также происходит через образы, только чтобы образ сформировался, необходимо прочитать и осмыслить каждое написанное слово. Из этого следует, что одно из основных преимуществ геоинформационных систем (ГИС) – это удобное визуальное для пользователя отображение пространственных данных. Данные в геоинформационных системах хранятся в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе их географического положения. Этот гибкий подход и возможность геоинформационных систем работать как с векторными, так и с растровыми моделями данных эффективен при решении любых задач, касающихся пространственной информации. Картографирование данных в трехмерном пространстве упрощает построение запросов в системе и их последующий анализ пользователем, а также интеграцию данных внутри организации.

Обезличенность результата согласования хозяйственной деятельности закрепляет выделенную территорию за документами, подтверждающими согласование. Однако ГИС-С может обеспечить наглядность как результата, так и процесса в реальном времени, благодаря возможности Яндекс API (Application Programming Interface), позволяющей взаимодействовать с картами Яндекс, в том числе создавать географические объекты. Новые эффективные инструменты разработки позволяют перейти на более высокий уровень в указанной предметной области [4].

Данная возможность позволяет производить поиск и работу с карточками согласования, опираясь на их расположение на карте, что значительно ускоряет процессы, даже с наличием у карточек индивидуального номера. Координаты запрашиваемой территории преобразуются системой в изображение на карте. Изображения объектов, расположенных на карте, доступны всем пользователям системы, включая облака с данными согласования, расположенные в верхней точке объекта. Облака содержат номер, степень согласованности, данные заявителя и другую информацию по согласованию и позволяют не нагружать систему избыточным поисковым процессом. Работа с объектами карты построена в динамическом формате, это дает возможность создавать их, удалять и корректировать, а также регулировать конфигурацию и тип объекта.

Большим преимуществом геокомпонента системы является внешний модуль, который предоставляет возможность контроля запрашиваемой территории не только непосредственным субъектам согласования, но и сторонним организациям и лицам. Псевдооткрытый модуль системы станет доступным для всех жителей края, граждан, не задействованных в процедуре согласования как со стороны заявителя, так и со стороны государства, однако активно ведущую деятельность по сохранению экологии. Доступной станет возможность проводить инспекционную работу. Общественный

контроль выделенной заявителю территории и возможность граждан сообщать о нарушениях в ТУ ФАР напрямую позволят сократить количество инцидентов несанкционированной хозяйственной деятельности. Для такого внешнего пользователя все объекты будут представлены с возможностью чтения, чтобы избежать непреднамеренного несанкционированного изменения карточки согласования. А также облака, закрепленные за объектами для данных пользователей, исключают информацию о хозяйствующем субъекте (его личных данных). Необходимость в предоставлении конфиденциальной информации отпадает в связи с тем, что все обращения граждан получает и рассматривает Федеральное агентство по рыболовству, и уже после рассмотрения принимается решение о наложении штрафных санкций на хозяйствующее лицо.

Подводя промежуточный итог, можно отметить значительные положительные изменения в работе федерального агентства после расширения ИС «Согласование» геомодулем. Опираясь на данные статистики, можно сделать вывод, что взаимодействие между подразделениями, организующими работу над согласованием, перешло на совершенно новый дистанционный уровень, нарушение регламента исполнения процедур свелось к минимуму, а действия заявителя на природоохранной территории попали в зону повышенного контроля общественности. Качественные изменения произошли также и в вопросах возмещения ущерба, выявления отклонений в работе органов инспекции, своевременного продления согласования и т. п.

Переход от информационной системы к геоинформационной позволил перенести информацию на картографическую основу и сформировал новый уровень анализа информации в представленной предметной области.

На рис. 2 приведен пример реализации геоинформационного компонента для ИС «Согласование» на Северо-Западном бассейне.

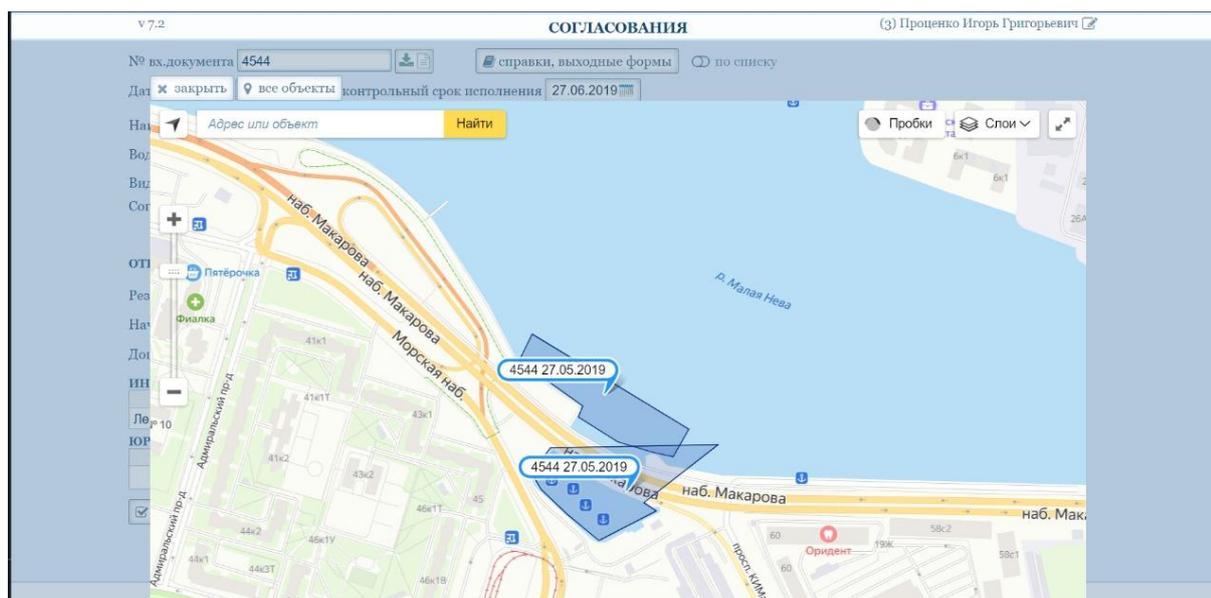


Рис. 2. Схема информационных потоков в ИС «Согласование»

В дальнейшем планируется произвести переход системы на практически полный дистанционный уровень. Добиться этого эффекта позволит организация процесса обращения субъекта хозяйственной деятельности и передачи им пакета документов с использованием интернет-ресурсов, а именно соответствующего раздела web-приложения. Разработка этого направления системы потребует должного правового обеспечения в вопросах открытого и служебного доступа к системе.

Литература

1. Мониторинг рыболовства 2005. Инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам / Под общ. ред. д.т.н. И.Г. Проценко. – Петропавловск-Камчатский: ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга», 2005. – 264 с.

2. Проценко И.Г. Создание информационной системы согласования рыбохозяйственной деятельности // Московский экономический журнал. – 2019. – № 8 (QJE.SU). Эл. № ФС77-62150. ISSN 2413-046X. РИНЦ. ВАК.

3. Постановление Правительства РФ от 30.04.2013 г. № 384 «О согласовании Федеральным агентством по рыболовству строительства и реконструкции объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществления иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания».

4. Геоинформационные системы, электронная картография [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-299191.html>.

УДК 62-5:621.65

А.Е. Пулатов, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gombahomba2@gmail.com*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМ ВОДООТЛИВНЫМ НАСОСОМ

В данной статье рассматривается проблема откачки воды из судов во время затопления. На сегодняшний день автоматизация водоотлива воды из пробоины актуальна, поскольку суда продолжают тонуть из-за несвоевременного реагирования на затопления судна в местах пробоин. В данной статье рассказывается об одном из способов откачки воды.

Ключевые слова: водоотливной насос, судно, автоматизация.

A.E. Pulatov, S.Yu. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gombahomba2@gmail.com*

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR THE SHIP'S DEWATERING PUMP

This article deals with the problem of pumping water from ships during flooding. Today, the automation of water drainage from a hole is relevant, since ships continue to sink due to an untimely response to the ship's flooding in the places of holes. This article describes one of the methods for pumping water.

Key words: sump pump, ship, automation.

С появлением кораблей возникла и проблема затопления трюмов при повреждении борта судна или других его частей, что может приводить к затоплению и гибели корабля. И в настоящее время эта проблема актуальна: сотни кораблей тонут из-за пробития борта корабля, и сотни людей гибнут. Есть ли способ уменьшить количество смертей среди моряков?

В данный момент суда оснащены водонепроницаемыми дверьми, которые плотно закрывают при повреждении борта корабля. Но такой способ не дает полной безопасности экипажа. При значительном пробитии корабля он не способен дойти до дока. Будь то пассажирский, рыболовный или грузовой корабль. Ремонт судна не всегда возможен на ходу из-за штормов или сильного пробития корпуса.

Возможен ли способ увеличить шанс судна добраться до дока?

Для циркуляции воды используют насосы. Они способны за короткий промежуток времени откачивать большой объем воды. Но какие насосы будут больше всего эффективны? Рассмотрим все преимущества и недостатки существующих видов водоотливных насосов.

Роторный насос (рис. 1). Принцип его работы в поступлении воды в область ее всасывания, откуда она поступает в ротор (элемент, осуществляющий свою работу путем выталкивания воды), откуда движется в область нагнетания [1–3].

Плюсы: высокий КПД, самовсасывание воды, перекачивание воды любой температуры, низкий уровень шума, отсутствие вибрации.

Минусы: вода должна быть без твердых веществ, что невозможно в море (ракушки, камни, песок), дорогостоящий ремонт.

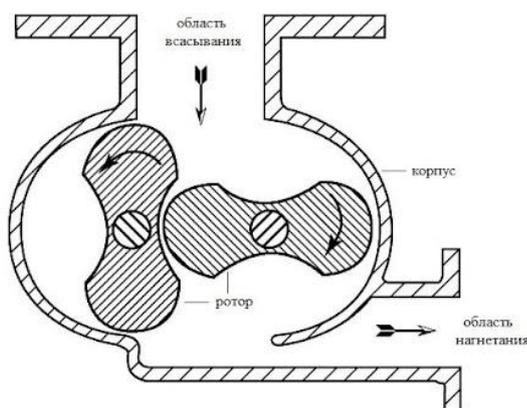


Рис. 1. Схема роторного насоса

Поршневой насос (рис. 2). Принцип работы: вода попадает в нижний клапан, кривошип идет по траектории цилиндрического вала, который приводит в действие поршень, прикрепленный к шатуну. Поршень толкает воду в верхний клапан, откуда выходит вода.

Плюсы: высокая прочность, простота.

Минусы: низкая производительность, т. к. вода поступает неравномерно.

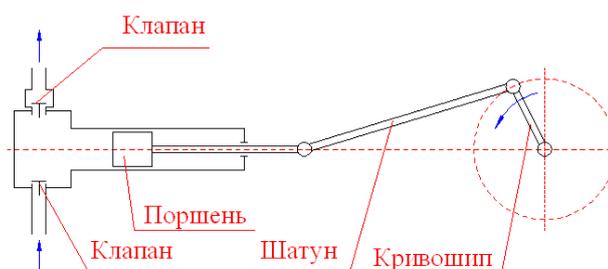


Рис. 2. Поршневой насос

Мембранный насос (рис. 3). Принцип работы: мембрана выгибается, увеличивая объем камеры, создавая вакуум, куда всасывается вода через всасывающий патрубок. Когда камера заполнена водой, мембрана резко возвращается в исходную позицию, выталкивая воду через выходной патрубок.

Плюсы: может работать с любой средой, высокая универсальность.

Минусы: износ мембраны, неравномерность подачи воды.

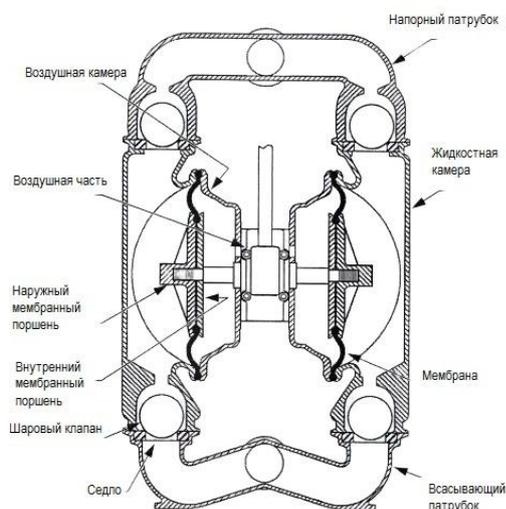
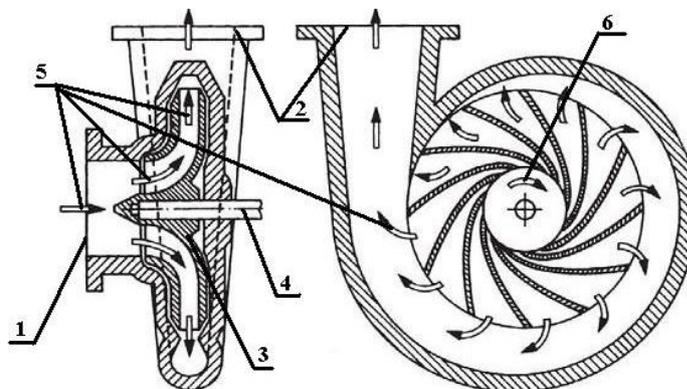


Рис. 3. Мембранный насос

Центробежный насос (рис. 4). Принцип работы: вода попадает во всасывающий патрубок, откуда она идет в работающую камеру, после чего попадает на лопасти, которые начинают движение вместе с водой. Центробежная сила перемещает воду к стенкам, создавая давление, которое выбрасывает воду через напорный патрубок насоса [4].

Плюсы: высокий КПД, простота.

Минусы: вода должна быть без твердых веществ, что невозможно в море (ракушки, камни, песок).



- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Всасывающий патрубок насоса. | 5. Направление движения жидкости в рабочей камере насоса. |
| 2. Напорный патрубок насоса. | 6. Направление вращения вала. |
| 3. Рабочее колесо насоса. | |
| 4. Вал. | |

Рис. 4. Центробежный насос

На рис. 5 представлена модель водооткачивающего насоса, который начинает свою работу при достижении водой уровня датчика воды. Если уровень воды доходит до определенного уровня датчика, то срабатывает звуковой сигнал (в этой схеме взят пьезодинамик), который сообщает, что уровень воды достиг критического уровня. Также есть три светодиода, которые дают информацию о затоплении того или иного места пробития. Зеленый датчик показывает, что уровень воды не дошел до датчика или воды вовсе нет. Желтый показывает, что вода дошла до датчика, ее уровень в месте пробития не критический, но следует предпринимать действия для избегания большего затопления корабля. Красный показывает, что уровень воды критический и следует покинуть судно.

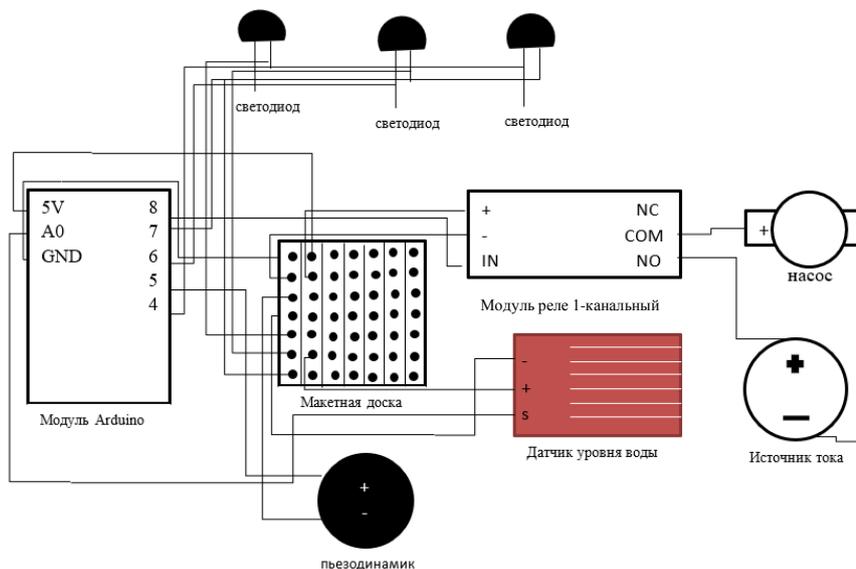


Рис. 5. Схема водоотливного насоса

Из вышесказанного можно предположить, что водоотливной насос поможет экипажам кораблей выжить или, по крайней мере, сократить жертвы среди людей в море. Также наиболее эффективными будут роторные и центробежные насосы, но при попадании твердых тел механизм может прийти в негодность. Однако поршневой насос является наиболее надежным.

Литература

1. Техника. Эксперт [Электронный ресурс] / Обзор основных типов насосов – URL: <https://tehnika.expert/dlya-sada/nasos/vidy-i-ih-klassifikaciya.html#i-10> (дата обращения: 16.12.2021).
2. *Лобачев П.В.* Насосы и насосные станции. Издание 3-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2012. – 320 с.
3. *Черкасский В.М.* Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергия, 2009. – 416 с.
4. *Лямаев Б.Ф.* Гидроструйные насосы и установки. – М., 2012. – 127 с.

УДК 597.54:639.2

А.А. Смирнов^{1,2}, О.В. Прикоки³

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

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

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

ВОЗРАСТНЫЕ И РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕРЕСТОВОЙ ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОМЫСЛА

Показаны возрастные и размерно-весовые показатели нерестовой гижигинско-камчатской сельди Охотского моря в 2002–2011 гг. в период незначительного годового изъятия в сравнении с 2013–2021 гг., когда вылов был больше. Значительных негативных изменений в биологической структуре популяции сельди в настоящее время не отмечено.

Ключевые слова: сельдь, возраст, вес тела, длина тела.

A.A. Smirnov^{1,2}, O.V. Prikoki³

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

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

³ *Magadan branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Magadan, 685000
e-mail: andrsmir@mail.ru*

AGE AND SIZE-WEIGHT INDICATORS OF SPAWNING GIZHIGIN-KAMCHATKA HERRING AT DIFFERENT LEVELS OF FISHING INTENSITY

The age and size-weight indicators of spawning Gizhigin-Kamchatka herring of the Sea of Okhotsk in 2002-2011, during the period of insignificant annual withdrawal, in comparison with 2013-2021, when the catch was greater, are shown. Significant negative changes in the biological structure of the herring population have not been noted at present.

Key words: herring, age, body weight, body length.

Гижигинско-камчатская сельдь населяет восточную часть Охотского моря, ее основные нерестилища находятся на побережье зал. Шелихова и по берегам западной Камчатки [1–3].

Промышленное освоение началось в первой половине 1920-х годов. Максимум годового вылова (161 тыс. т) был в 1958 г. [4].

Затем уловы снижались, и с 1974 г., учитывая переловы и снижение численности, на промысел этой сельди был введен запрет. После восстановления запасов, с 1988 г. был вновь разрешен промышленный лов в нагульный период, а с 2002 г. – и промысел нерестовой сельди [4]. Годовое освоение при этом было незначительным, составляя 5–6% от рекомендованных объемов [5]. Среднегодовой вылов в нерестовый период в 2002–2006 гг. составлял 4,2 тыс. т [6], в 2007–2011 гг. этот показатель снизился до 0,3 тыс. т.

Ввиду роста запасов гижигинско-камчатской сельди и ежегодного незначительного освоения, МагаданНИРО было подготовлено обоснование о возможности изменения режима

эксплуатации этого объекта промысла [7]. Росрыболовством обоснование было одобрено, и с 2012 г. добыча этой сельди стала проходить в режиме РВ, т. е. по заявительному принципу, что привело к значительному ежегодному росту вылова [8].

В 2012 г. изъятие выросло в семь раз, в сравнении с 2011 г. было выловлено 45% выделенных для промысла объемов. В дальнейшем рекомендованные объемы вылавливались полностью [9], при этом основное изъятие (более 90%) происходит в преднерестовый период, в марте – апреле. С 2020 г. гижигинско-камчатскую сельдь вернули в список ОДУ, когда квоты на вылов распределяются на длительный срок. Это не повлияло на эффективное освоение рекомендованных для вылова объемов (в 2020 г. оно составило 91%, в 2021 г. – 93%).

Для настоящей работы проанализировано более 125 тыс. особей сельди, собранных авторами и сотрудниками МагаданНИРО в нерестовый период (май – июнь) 2002–2021 гг. из уловов ставных, кошельковых неводов и сетей, осуществлявших промышленный лов и изъятие по квотам контрольного лова нерестовой сельди в Гижигинской губе зал. Шелихова.

Для того чтобы оценить возможные изменения возрастных и размерно-весовых показателей гижигинско-камчатской сельди в нерестовый период в годы масштабного промысла, мы сравнили данные за 2002–2011 гг., когда вылов был мал, и материалы 2013–2021 гг. – в период интенсивной эксплуатации.

В 2002–2011 гг. длина тела по Смитту половозрелой сельди изменялась от 17,6 до 36,5 см, в среднем составляя 27,9 см. Масса тела варьировала от 41 до 620 г, составляя в среднем 229 г. Рыбы имели возраст от 3 до 16 лет, в среднем – 8,1 года.

В 2013–2021 гг. возраст и масса тела колебались в тех же пределах, размах колебаний длины тела был больше: от 17,6 до 37,5 см. Средние показатели за этот период возросли и были равными 28,6 см, 266 г и 8,4 года соответственно (табл. 1–3).

Таблица 1

Возрастной состав нерестовой гижигинско-камчатской сельди в годы с различной интенсивностью промысла, %

Годы	Возраст, лет														Среднее значение, лет
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2002–2011	0,5	6,1	7,4	9,8	11,1	16	20	17,7	7,9	2,3	0,8	0,2	0,1	0,1	8,1
2013–2021	1,8	4	6,3	12,2	12,8	15,1	15,8	14,4	10,4	5,1	1,6	0,3	0,1	0,1	8,4

Таблица 2

Вариационные ряды длины тела по Смитту нерестовой гижигинско-камчатской сельди в годы с различной интенсивностью промысла, %

Годы	Длина тела АС, см																		Среднее значение, см		
	17,6–18,5	18,6–19,5	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	36,6–37,5
2002–2011	0,1	0,1	0,4	1,1	2,2	3	4,7	6,5	9,5	12,8	16,3	17,4	14,3	7,2	2,7	1	0,5	0,1	0,1	–	27,9
2013–2021	0,1	0,1	0,1	0,4	0,9	1,4	3,5	6,1	9,2	12,3	15,1	14,9	14,6	11,3	6,8	2,3	0,6	0,1	0,1	0,1	28,6

Таблица 3

Вариационные ряды массы тела нерестовой гижигинско-камчатской сельди в годы с различной интенсивностью промысла, %

Годы	Масса рыбы, г														Среднее значение, лет
	41–80	81–120	121–160	161–200	201–240	241–280	281–320	321–360	361–400	401–440	441–480	481–520	521–620		
2002–2011	0,7	4,5	11,9	18,6	19,6	21	14	6,4	2,1	0,6	0,3	0,2	0,1	229	
2013–2021	0,3	1,5	3,3	8,3	17,4	27,8	24,5	11,4	4,1	1	0,2	0,1	0,1	266	

Установлено [1], что значительная эксплуатация популяции рыб приводит к снижению средней длины тела и возраста особей, уменьшению числа рыб старшего возраста и росту количества молодых особей.

В 2002–2011 гг. доля рыб в возрасте 3–5 лет была равной 14%, в 2013–2021 гг. она понизилась до 12%. Доля старшевозрастных рыб незначительно убавилась: с 49 до 48%. Средний возраст увеличился с 8,1 до 8,4 лет (табл. 1).

Количество рыб, имеющих длину тела до 25,5 см по Смитту, сократилось с 18 до 13%, а рыб большого размера (более 29,5 см по Смитту) – поднялось с 26 до 36% (табл. 2).

Количество мелких особей (до 160 г) в период значительного вылова понизилось с 17 до 5%, доля рыб со средней массой тела (161–280 г) также несколько уменьшилась: с 59 до 54%, а крупных рыб – значительно увеличилась: с 24 до 41% (табл. 3).

Таким образом, наблюдаются изменения возраста, размера и веса тела зрелой гижигинско-камчатской сельди в 2013–2021 гг., в период интенсивного лова, в сравнении с 2002–2011 гг., когда промысел был незначителен. Однако значительных негативных изменений в биологической структуре популяции гижигинско-камчатской сельди в настоящее время не отмечено.

В ближайшие годы масштабный лов гижигинско-камчатской сельди будет продолжаться, поэтому необходимо продолжить мониторинг биологических показателей этой сельди как индикатора состояния популяции.

Литература

1. *Науменко Н.И.* Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока // Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
2. *Правоторова Е.П.* Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями ее численности и изменением ареала нагула // Изв. ТИНРО. – 1965. – Т. 59. – С. 102–128.
3. *Смирнов А.А.* Гижигинско-камчатская сельдь. – Магадан: МагаданНИРО, 2009. – 149 с.
4. *Смирнов А.А., Трофимов И.К.* Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2010. – № 3. – С. 99–102.
5. *Смирнов А.А.* Изменения биологических показателей гижигинско-камчатской сельди в периоды с различной интенсивностью освоения запаса // Материалы XXII междунар. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. – С. 225–228.
6. *Смирнов А.А.* Биологические показатели, состояние запасов и промышленное освоение нерестовой гижигинско-камчатской сельди в 2002–2006 гг. // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2009. – Вып. 3. – С. 268–279.
7. *Смирнов А.А.* История промысла и современный ресурсный потенциал гижигинско-камчатской сельди // Материалы Второй всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2011. – С. 209–211.
8. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2021 г. в северной части Охотского моря / *А.А. Смирнов, Ю.В. Омельченко, Ю.К. Семенов, Ю.А. Ела-тинцева* // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 38–43.
9. Состояние половозрелой части популяции гижигинско-камчатской сельди после 8 лет возобновления масштабного промысла / *А.А. Смирнов, Ю.К. Семенов, Ю.В. Омельченко, Ю.А. Ела-тинцева, В.В. Горбачев, А.А. Ткаченко* // Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2020. – С. 69–71.

УДК 597.554:591.543.43(265.52)

**А.Н. Строганов¹, А.А. Смирнов^{2,3}, Д.И. Лаврентьев⁴,
Е.В. Пономарева¹, А.В. Семенова¹, И.М. Полушкина¹**

¹ *Московский государственный университет,
Москва, 119234;*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140;*

³ *Северо-Восточный государственный университет,
Магадан, 685000;*

⁴ *АО «Колхоз им. Бекерева»,
Петропавловск-Камчатский, 683031
e-mail: andrei_str@mail.ru*

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТА В ЗАЛИВЕ АНАПКА (КАРАГИНСКИЙ РАЙОН, КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

На основе материалов по тихоокеанской сельди, собранных в мае 2001 г. на нерестилище в прибрежье зал. Анапка близ поселка Ильпырского (Карагинский р-н, Камчатский край), рассматриваются ее морфо-биологические и генетические характеристики. Полная длина сельди изменялась от 320 до 405 мм, среднее значение – 363 мм. Масса тела колебалась от 276 до 608 г, средний показатель – 447 г. По средним значениям не выявлено достоверных отличий между ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготностью.

Ключевые слова: сельдь, длина, масса тела, микросателлитные локусы.

**A.N. Stroganov¹, A.A. Smirnov^{2,3}, D.I. Lavrentiev⁴,
E.V. Ponomareva¹, A.V. Semenova¹, I.M. Polushkina¹**

¹ *Moscow State University,
Moscow, 119234;*

² *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, 107140;*

³ *North-Eastern State University,
Magadan, 685000;*

⁴ *JSC “Bekerev Collective farm”,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031
e-mail: andrei_str@mail.ru*

MORPHOBIOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS OF PACIFIC HERRING DURING SPAWNING IN ANAPKA BAY (KARAGINSKY DISTRICT, KAMCHATKA KRAI)

Based on materials on Pacific herring collected in May 2001 at a spawning ground in the coastal waters of the Gulf of Anapka near the settlement of Ilpyrsky (Karaginsky district, Kamchatka Krai), its morpho-biological and genetic characteristics are considered. The total length of the herring varied from 320 to 405 mm, the average value was 363 mm. Body weight ranged from 276 to 608 g, the average was 447 g. There were no significant differences between the expected and observed heterozygosity according to the average values.

Key words: herring, length, body mass, microsatellite loci.

В Беринговом море выделяют несколько стад тихоокеанской сельди: корфо-карагинское, восточно-берингоморское, анадырское. Если в структуре восточно-берингоморского стада выделяют до девяти в определенной степени репродуктивно самостоятельных группировок [1], то уровень подразделенности сельди, обитающей вдоль азиатского побережья Берингова моря, различными исследователями оценивается неоднозначно.

Ряд ученых [2–4] считают, что корфо-карагинская сельдь является единой популяцией. Другие [5–9] предполагают, что при высокой численности берингоморских сельдей в период нагула они могут образовывать смешанные скопления с гижигинско-камчатской, восточно-берингоморской, анадырской группировками.

Известно, что комплексные исследования сельди на нерестилищах в нерестовый период – один из перспективных методов выявления особенностей формирования популяционной структуры.

В начале мая 2021 г. была получена выборка тихоокеанской сельди на нерестилище в прибрежье зал. Анапка близ поселка Ильпырского. Сельдь в замороженном виде была доставлена на кафедру ихтиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова для определения биологических, морфометрических, генетических характеристик. Были определены длина и масса тела, возраст, пол, стадии зрелости половых продуктов, упитанность (по Фультону).

В ходе морфометрических исследований анализировали меристические (число лучей в спинном, брюшном, анальном плавниках) и пластические (длина тела всей рыбы, длина тела до конца чешуйного покрова, диаметр глаза, длина рыла, длина головы, высота головы, межглазничное расстояние, длина верхнечелюстной кости, наибольшая и наименьшая высота тела, антедорсальное и антеанальное расстояние). Промеры проводились по схеме И.Ф. Правдина с точностью до 1 мм, пластические признаки были выражены в индексах (отношение к длине тела до конца чешуйного покрова, отношение к длине головы) [10, 11].

Для создания сравнительной базы, позволяющей выявить различия на межвидовом и внутривидовом уровнях, проводили исследование полиморфизма митохондриальной и ядерной ДНК.

По результатам проведенного анализа, проба сельди из зал. Анапка показывает высокую степень сходства изучаемых показателей между особями сельди данной выборки: полная длина сельди составила 363 мм (минимум – 320 мм, максимум – 405 мм, коэффициент вариации 5%, средняя длина без хвостового плавника была равной 318 мм, при колебаниях от 277 до 352 мм (коэффициент вариации 5%), средняя масса тела изменялась от 276 до 608 г, средний показатель – 447 г, коэффициент вариации 16%.

Выявленные показатели соответствуют опубликованным значениям для тихоокеанской сельди из Берингова и Охотского морей [12].

Доля самок в выборке составила 38%.

По степени зрелости гонад в выборке сельди из зал. Анапка отмечена значительная степень единообразия: все особи, как самцы, так и самки, находились на стадиях зрелости IV–V и V с абсолютным преобладанием V (95%). Этим анализируемая выборка отличается от описаний из литературы, где в пробах тихоокеанской сельди с нерестилищ отмечали в некотором количестве присутствие незрелых особей, которые не могут принимать участие в нересте [13].

Коэффициент упитанности по Фультону является значимым показателем, который демонстрирует результативность воспроизводства у тихоокеанской сельди.

Для анализируемой нами выборки сельди из зал. Анапка отмечены высокие значения коэффициента упитанности: от 0,011 до 0,016 при среднем – 0,013, коэффициент вариации 8%.

Изменчивость определявшихся меристических признаков находилась в пределах, характерных для тихоокеанской сельди [14]. Низкий уровень вариабельности (от 1 до 6%) продемонстрировали индексы пластических признаков. Из определявшихся десяти индексов только три (индексы длины рыла, диаметра глаза, межглазничного расстояния) демонстрировали более высокий уровень вариабельности (коэффициенты вариации 7, 9 и 13% соответственно).

Полученные в нашем случае результаты исследования полиморфизма митохондриальной ДНК по изменчивости структуры участка гена CO1 демонстрируют приуроченность исследуемой группировки тихоокеанской сельди к мета-популяции Берингова моря. В данном случае также и изучение надвидовой структуры в рамках рода *Clupea* имеет значение с точки зрения выявления направлений формирования биоразнообразия в группировках тихоокеанской сельди на фоне кардинальных изменений границ ареала в течение последних десяти тысяч лет.

В рамках исследования внутривидовой изменчивости на основе анализа полиморфизма ядерной ДНК проведены работы по созданию сравнительной базы для дальнейшего выявления особенностей структуры нерестовых, нагульных, зимовальных группировок корфо-карагинской сельди. Полученные по девяти микросателлитным локусам результаты выявили различный уровень полиморфизма в исследованных микросателлитных локусах. Если локусы Her285

и Сра110 характеризовались низким уровнем полиморфизма (3 и 4 аллеля соответственно), локус Сра113 представлен 14 аллелями, локус Сра4 – 12 аллелями, локус Сра27 – 7 аллелями, локус Нег140 – 5 аллелями. Сходный полиморфизм выявлен по локусам Cha1059 и Cha1020 (7 и 13 аллелей соответственно), локус Нег71 оказался мономорфным. Распределение генотипов в материале исследованных микросателлитных локусов достоверно удовлетворяло распределению Харди – Вайнберга. По средним значениям не выявлено достоверных отличий между гетерозиготностью ожидаемой и наблюдаемой. Полученные по комплексу биологических, морфологических, генетических характеристик свидетельствуют скорее в пользу гомогенности нерестившейся в заливе Анапка группировки тихоокеанской сельди. Полученные данные создают основу для проведения дальнейших сравнительных исследований тихоокеанской сельди в акватории Берингова моря.

Литература

1. Rowell K.A., Geiger H.J., Bue B.G. Stock identification of Pacific herring in the eastern Bering Sea trawl bycatch and in the Dutch Harbor food and bait fishery // Proc. Intern. Herring Symp. – Fairbanks, 1991. – P. 262–263.
2. Панин К.И. Материалы по биологии сельди северо-восточного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. – 1950. – Т. 32. – С. 3–36.
3. Прохоров В.Г. О топатской сельди // Вопросы географии Камчатки. – 1965. – Вып. 3. – С. 115–116.
4. Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 121 с.
5. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
6. Науменко Н.И. Динамика численности сельди *Clupea pallasii* Val. западной части Берингова моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2010. – Вып. 16. – С. 140–145.
7. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях / Н.П. Антонов, А.В. Датский, О.А. Мазникова, Л.В. Митенкова // Рыбное хозяйство. – 2016. – С. 54–58.
8. Лобода С.В., Жигалин А.Ю. Результаты исследований тихоокеанской сельди в северо-западной части Берингова моря в 2010–2015 гг. // Известия ТИНРО. – 2017. – Т. 188. – С. 125–139.
9. Rogers D.E., Shnepf K.N. Feasibility of using scale analysis methods to identify Bering Sea herring stocks: Univ. Wash. Fish. Res. Rept., FRI-UW-8501. – 1985. – 48 p.
10. Алев Ю.Г. Функциональные основы внешнего строения рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 247 с.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
12. Изменчивость морфобиологических характеристик в арктических и тихоокеанских популяциях тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* / А.Н. Строганов, А.В. Семенова, М.О. Рыбаков, А.А. Смирнов // Вопросы ихтиологии. – 2020. – Т. 61, № 3. – С. 326–336.
13. Микодина Е.В., Седова М.А., Смирнов А.А. Об аномальных гонадах гижигинско-камчатской сельди *Clupea pallasii* (Clupeidae) // Вопросы ихтиологии. – М., 2005. – Т. 45, № 2. – С. 251–259.
14. Световидов А.Н. Фауна СССР. Рыбы. – Т. 2. Вып. 1. Сельдевые (Clupeidae). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 331 с.

УДК 597.556.35(282.247.119)

Г.В. Фукс

Северный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,
Архангельск, 163002
e-mail: fuksg@mail.ru

БИОЛОГИЯ РЕЧНОЙ КАМБАЛЫ *PLATICHTHYS FLESUS* (LINNAEUS, 1758) РЕКИ ПЕША

Материалом послужили данные, полученные из уловов в р. Пеша Чёшской губы юго-восточной части Баренцева моря, в период 2002–2021 г., исследовано 1 068 самок и 1 840 самцов. Сбор ихтиологического материала проводился ставными ловушками. Возраст определялся по методу слома и обжига. Размерный ряд самок представлен особями размером от 4 до 47 см, самцов – 4–37 см. Средняя масса самцов составила 103,1 г, самок – 163,7 г, максимальная масса – 2 000 г. Возрастная структура представлена диапазоном от 1 до 25 лет. Доминирующие возрастные группы у обоих полов 5–7 лет. Соотношение самок и самцов 1 : 1,7. При исследовании роста речной камбалы выявлено, что одновозрастные самки крупнее самцов, что характерно для вида. Зависимость между длиной и массой тела речной камбалы описывается степенной функцией. Рост обоих полов происходит практически одинаково, тем не менее самки растут незначительно быстрее самцов с 5-6-летнего возраста. В питании речной камбалы в р. Пеша отмечены морской таракан, двусторчатые моллюски, рыбные объекты, ракообразные, личинки ручейника. По нашим данным, в Чешской губе средняя абсолютная плодовитость составляет 530 тыс. икринок.

Ключевые слова: речная камбала, длина, масса, возраст, р. Пеша, Чёшская губа.

G.V. Fuks

The Northern Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Arkhangelsk, 163002,
e-mail: fuksg@mail.ru

BIOLOGY OF THE EUROPEAN FLOUNDER *PLATICHTHYS FLESUS* (LINNAEUS, 1758) PESHA RIVER

The material was data obtained from catches in the Pешa River of the Czech Bay of the southeastern part of the Barents Sea, in the period 2002–2021, 1 068 females and 1 840 males were studied. The collection of ichthyological material was carried out with shutter traps. The age was determined by the method of broken and burned. The size range of females is represented by individuals ranging in size from 4 to 47 cm, males – 4–37 cm. The average weight of males was 103.1 g, females – 163.7 g, maximum weight – 2000 g. The age structure is represented by a range from 1 to 25 years. The dominant age groups in both sexes are 5-7 years old. The ratio of females to males is 1 : 1.7. When studying the growth of river flounder, it was revealed that the same-aged females are larger than males, which is typical for river flounder. The relationship between the length and mass of the river body is described by a power function. The growth of both sexes is almost the same, however, females grow slightly faster than males from 5-6 years of age. Sea cockroach, bivalve mollusks, fish objects, crustaceans, and arthropods larvae have been noted in the diet of river flounder in the Pешa River. According to our data, in the Czech Bay, the average absolute fecundity of river flounder is 530 thousand eggs.

Key words: european flounder, length, weight, age, Pешa river, Czech bay.

Речная камбала *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) – вид широко распространенный в европейской части Евразии, наиболее изучен в Балтийском [1–6] и Белом морях [7–14]. Публикации по району исследований отсутствуют. Работа расширит представления о биологических данных вида.

Речная камбала – морской солоноватоводный донный вид бореального фаунистического комплекса, промысловый объект [15]. Широко распространен вокруг Европы от Черного и Азовского морей до Баренцева и Белого морей [16], обнаружен в Карской губе Карского моря [17].

Образует множество обособленных локальных группировок, которые отличаются скоростью роста, временем полового созревания и другими биологическими показателями. Вид преимущественно обитает в прибрежных участках морей, на открытых участках моря речная камбала немногочисленна. Обычна в солоноватых водах заливов и губ, близ устьев рек, может подниматься довольно высоко в реки до 650 км от устья [18]. Ведет малоподвижный образ жизни, миграций на большие расстояния не совершает. В северных частях ареала достигает разной длины: 35 см в Балтийском море [1], 46 см на побережье Польши [4], 31,4 см на мурманском побережье [19], 38,4 см, 46 см в Белом море [13]. Максимальный опубликованный возраст речной камбалы отмечен в Чёшской губе юго-восточной части Баренцева моря – 23 года [20], в Печорском море – 22 года [21].

Материалом послужили данные, полученные из уловов в р. Пеша Чёшской губы юго-восточной части Баренцева моря, в период 2002–2021 гг., исследовано 1 068 самок и 1 840 самцов. Сбор ихтиологического материала проводился ставными ловушками. Возраст определялся по методу слома и обжига [22, 23].

Размерный ряд самок представлен особями размером от 4 до 47 см, самцов – 4–37 см. Модальная группа у обоих полов сходна – 20–26 см (рис. 1). Средняя масса самцов составила 103,1 г, самок – 163,7 г, максимальная масса – 2 000 г. Возрастная структура представлена диапазоном от 1 до 25 лет. Доминирующие возрастные группы у обоих полов 5–7 лет, они занимают 46,2% от выборки (рис. 2). Соотношение самок и самцов 1 : 1,7. Левоглазые особи встречались очень редко и составили менее 1%, что подтверждает тенденцию снижения количества левоглазых особей на восток [13]. Особей речной камбалы с пигментными пятнами отмечено 1,5%.

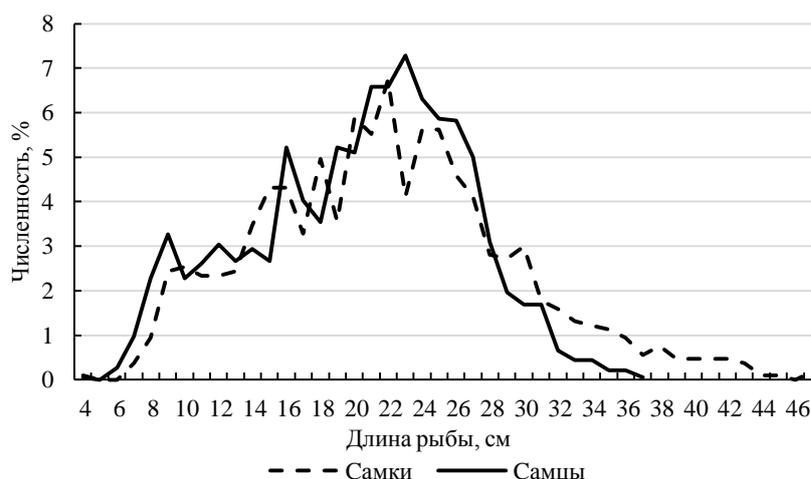


Рис. 1. Размерный ряд речной камбалы в р. Пеша

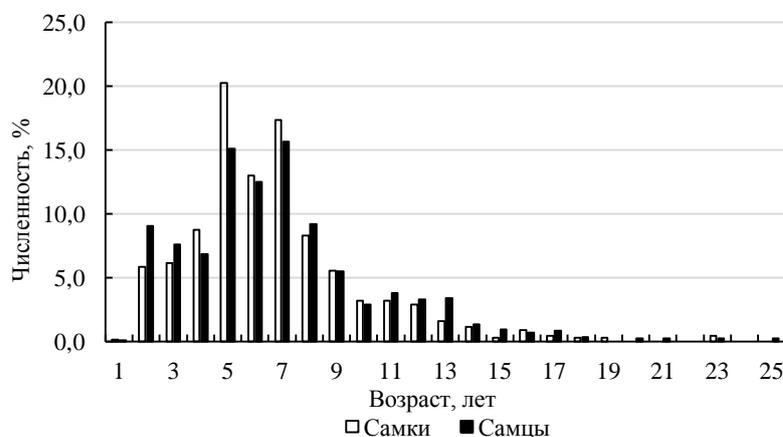


Рис. 2. Возрастная структура речной камбалы в р. Пеша

При исследовании роста речной камбалы выявлено, что одновозрастные самки крупнее самцов, что характерно для речной камбалы (таблица). Большой разброс массы у самок объясняется наличием в уловах созревающих особей в стадии зрелости гонад IV, у самцов данное явление проявляется за счет медленно растущих особей, называемых тугорослыми. Например, самцы, имеющие примерно одинаковую массу, могут иметь двукратную разницу в возрасте.

Размерно-весовые характеристики речной камбалы в реке Пеша

Возраст, лет	Длина рыбы, см		Масса рыбы, г		Количество, экз.	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы
1	5,3	5,3	1,2	1,3	1	1
2	9,4 ± 1,8	8,9 ± 1,3	10,3 ± 8,2	8,4 ± 4,4	40	107
3	11,4 ± 1,9	11,6 ± 1,9	16,1 ± 7,8	18,2 ± 11,9	42	90
4	13,8 ± 2,5	14,0 ± 2,5	32,6 ± 20,3	32,9 ± 20	60	81
5	16,9 ± 2,9	16,8 ± 2,7	57,8 ± 32,2	55,2 ± 27,3	139	179
6	19,8 ± 3,7	18,9 ± 2,7	97,2 ± 70,2	78,8 ± 35,3	89	148
7	22,3 ± 3,7	20,6 ± 2,5	137,0 ± 78,4	98,7 ± 33,6	119	185
8	24,9 ± 4,7	23,0 ± 2,3	204,7 ± 142,5	138,3 ± 43,9	57	109
9	27,1 ± 4,3	23,4 ± 2,2	254,9 ± 142,3	145,7 ± 43,0	38	65
10	28,5 ± 4,6	25,3 ± 4,0	314,8 ± 164,3	186,7 ± 76,2	22	34
11	32,2 ± 4,6	27,0 ± 2,6	461,3 ± 225,5	222,4 ± 75,2	22	45
12	32,6 ± 3,1	26,8 ± 2,7	479,1 ± 187,1	218,1 ± 84,1	20	39
13	35,8 ± 4,0	28,3 ± 2,6	630,6 ± 243,0	255,7 ± 92,1	11	40
14	37,2 ± 5,9	28,8 ± 1,7	785,6 ± 431,3	274,2 ± 60,3	8	16
15	42,0 ± 1,8	29,5 ± 1,5	1088,0 ± 39,6	269,5 ± 45,3	2	11
16	40,9 ± 6,1	31,0 ± 2,4	1099,2 ± 654,2	352,1 ± 115,7	6	8
17	40,7 ± 3,5	30,9 ± 3,3	877,3 ± 243,5	324,3 ± 109,8	3	10
18	39,2	29,3 ± 2,1	1 130,0	283,3 ± 82,6	1	3
19	40,5	–	920,0	–	1	–
20	–	34,5	–	462,0	–	1
21	–	33,6 ± 2,6	–	416,0 ± 59,4	–	2
22	–	–	–	–	–	–
23	39,0	36,7	902,0	607,0	1	1
24	–	–	–	–	–	–
25	–	35,0	–	476,0	–	1

Зависимость между длиной и массой тела речной камбалы описывается степенной функцией и имеет вид для самок:

$$y = 0,0068x^{3,1603}, R^2 = 0,9611; \quad (1)$$

для самцов:

$$y = 0,0062x^{3,1551}, R^2 = 0,9246. \quad (2)$$

Из рис. 3 видно, что рост обоих полов происходит практически одинаково, тем не менее самки растут незначительно быстрее самцов с 5-6-летнего возраста.

Рацион питания речной камбалы, по литературным данным, в основном состоит из различных моллюсков (*Macoma*, *Mytilus*, *Mya*, *Sphaerium*, *Pisidium*, *Tellina*, *Cardium* и других), ракообразных (*Copepoda*, *Cirripedia*, *Amphipoda*, *Mysidae*, *Decapoda*), червей (*Nereis*, *Arenicola*), личинок водных насекомых (*Chironomidae* и прочих), рыб, в том числе их молоди (треска, песчанка, сельдь) [7, 11, 16, 24], икры рыб [25].

Абсолютное большинство спектра питания речной камбалы в р. Пеша составляют морские бентосные организмы: морской таракан – 74,2%, двустворчатые моллюски – 6,5%, рыбные объекты – 3,2%, ракообразные – 3,2%, в реке отмечены личинки ручейника – 12,9%.

Нерест речной камбалы растянут с апреля по июль [11, 16]. По нашим данным, в Чёшской губе средняя абсолютная плодовитость речной камбалы составляет 530 тыс. икринок.

Единичные созревающие особи пойманы в возрасте четырех лет у самок и трех лет у самцов. Основная масса рыб созревает в 5-6-летнем возрасте.

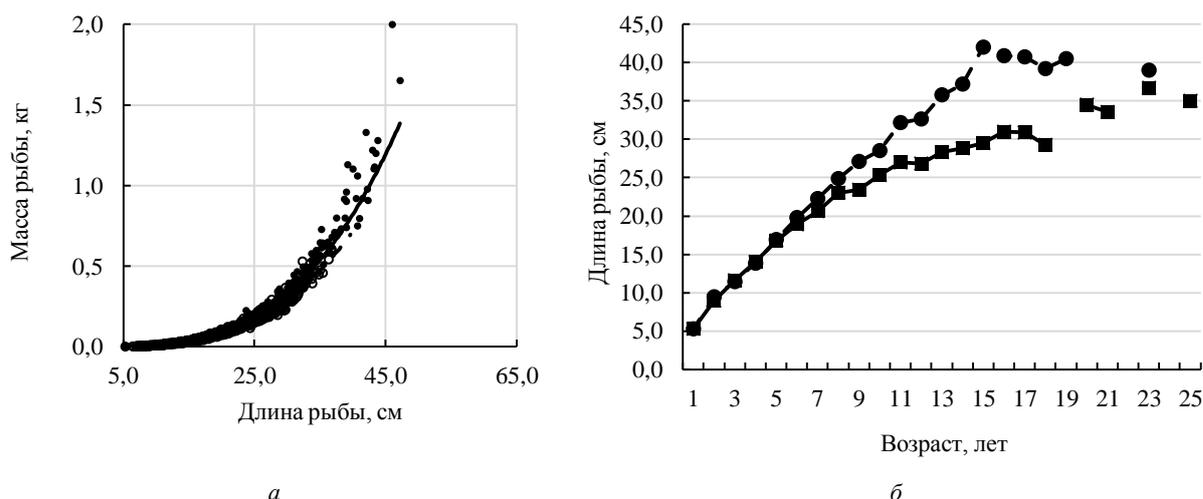


Рис. 3. Зависимость длины и массы речной камбалы в р. Пеша (а);
зависимость длины тела от возраста речной камбалы в р. Пеша (б)

Специализированного промысла речной камбалы в р. Пеша не ведется. Однако она постоянно прилавливается при вылове других видов рыб и пользуется популярностью у местных рыбаков. Промысловая статистика в XXI в. практически отсутствует. Годовой вылов обычно не превышает нескольких сот кг, в 2021 г. вылов составил немногим более 3 т.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы. Установлен максимальный возраст речной камбалы в р. Пеша – 25 лет, особи более 20 крайне редки (0,5%). Максимальная зоологическая длина – 47,2 см, масса – 2 000 г. Преобладающий возраст у обоих полов 5–7 лет. Соотношение самок и самцов 1 : 1,7. Самки крупнее самцов и растут несколько быстрее. Зависимость между длиной и массой тела речной камбалы описывается степенной функцией. Основу питания составляют морские тараканы. Левоглазые особи встречались очень редко и составили менее 1%. Особей речной камбалы с пигментными пятнами отмечено 1,5%.

Литература

1. Бетешева Е.И., Куликова Е.Б. Речная камбала (*Pleuronectes flesus*) средней части Балтийского моря // Труды ВНИРО. – 1953. – Т. XXVI. – С. 102–117.
2. Желтенкова М.В. Речная камбала (*Pleuronectes flesus trachurus* Duncker) как основной потребитель моллюсков Балтийского моря // Труды ВНИРО. – 1953. – Т. XXVI. – С. 137–162.
3. Fonds M., Cronie R., Vethaak A.D., Van der Puyl P. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*Pleuronectes platessa*) and flounder (*Platichthys flesus*) in relation to fish size and temperature // Netherlands Journal of Sea Research. – 1992. – Vol. 29 (1–3). – P. 127–143.
4. Antoszek A., Krzykawski S. Growth pattern of flounder, *Platichthys flesus* (L.), from the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea) // Acta Ichthyol. Piscat. – 2005. – 35 (1). – P. 51–60.
5. Skerritt D.J. A review of the European flounder *Platichthys flesus* – Biology, Life History and Trends in Population // Newcastle University, International Marine & Environmental Consultancy MSc. – 2007. – 1–13 p.
6. ICES WKARFLO REPORT 2008. Report of the 2nd Workshop on Age Reading of Flounder (WKARFLO). – 50 p.
7. Есинов В.К. Речная камбала // Описание к Атласу промысловых рыб СССР. – М.: Пищепромиздат, 1949. – С. 733–735.
8. Мухомедияров Ф.Б. Биология и промысел второстепенных промысловых рыб Карельского побережья // Материалы по комплексному изучению Белого моря. – 1963. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – Т. 2. – С. 131–143.
9. Шатуновский М.И., Честнова Л.Г. Некоторые особенности биологии речной камбалы Кандалакшского залива Белого моря // Биология Белого моря. – Т. 3. – М.: Изд-во МГУ. – 1970. – С. 166–188.

10. Алтухов К.А. Размножение камбаловых рыб семейства Pleuronectidae в Белом море // Вопр. ихтиологии. – 1980. – Т. 20, вып. 2. – С. 285–296.
11. Шерстков А.С. Биологическая характеристика и перспективы промысла камбаловых Онежского залива Белого моря: Дис. ... канд. биол. наук. – Архангельск, 2005. – 216 с.
12. Dietrich R. Populationsökologie der Plattfische (Fam. Pleuronectidae) im Küsten- und Ästuarbereich des Weißen Meeres: Dissertation an der Math.-Nat. Fakultät der Univ. – Rostock, 2009. – 154 S.
13. Семушин А.В., Фукс Г.В., Шилова Н.А. Камбаловые Белого моря: современные данные о биологии полярной камбалы *Liopsetta glacialis*, речной камбалы *Platichthys flesus* и ершоватки *Limanda limanda* // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55, № 4. – С. 413–425.
14. Ершов П.Н., Матвиенко А.А., Аристов Д.А. Возраст и рост речной камбалы губы Чупа (Кандалакшский залив, Белое море) // Труды Зоологического института РАН. – 2019. – Т. 323. – № 2. – С. 93–104.
15. Андрияшев А.П., Чернова Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34, № 4. – С. 435–456.
16. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. – М.; Л., 1954. – 566 с.
17. Фукс Г.В., Гончаров Ю.В. Первая поимка речной камбалы *Platichthys flesus* (Pleuronectidae) в юго-западной части Карского моря // Вопросы ихтиологии. – 2021. – Т. 61. – № 2. – С. 235–238.
18. Соловкина Л.Н. Рыбные ресурсы Коми АССР. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1975. – 168 с.
19. Карамушко О.В., Юначева О.Ю. Речная камбала прибрежных вод Мурмана // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 57–59.
20. Фукс Г.В., Семушин А.В. Максимальный возраст полярной камбалы *Liopsetta glacialis*, речной камбалы *Platichthys flesus* и ершоватки *Limanda limanda* в прибрежных водах Северного рыбохозяйственного бассейна // Известия КГТУ. – 2017. – № 46. – С. 47–59.
21. Фукс Г.В. Биология речной камбалы *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) прибрежных районов Печорского моря // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства». – Владивосток, 2021. – С. 123–128.
22. Christensen J.M. Burning otoliths, a technique for age determination of soles and other fish // J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. – 1964. – Vol. 29. – P. 73–81.
23. Фукс Г.В. Методика определения возраста речной камбалы *Platichthys flesus* по отолитам в северо-западных районах арктических морей России // Educatio: науч. журн. Междунар. науч. ин-та “Educatio”. – 2015. – № 11 (18). – Ч. 1. – С. 27–30.
24. Булычева А.Л. Материалы по питанию камбаловых рыб Восточного Мурмана // Труды Мурман. биол. ст. – 1948. – Т. 1. – С. 261–275.
25. Фукс Г.В. Биологическая характеристика речной камбалы акватории о. Кий Онежского залива Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Сб. материалов XII Междунар. конф. с элементами школы для молодых ученых и аспирантов / Ин-т биологии Карел. науч. центра РАН. – Петрозаводск, 2013. – С. 323–325.

УДК 519.5:629.1

С.Н. Царенко, Р.А. Гараев

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

ДИНАМИКА ВАЛОПРОВОДА ГРЕБНОГО ВИНТА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РАЗГОНЕ

В работе представлена математическая модель крутильных колебаний валопровода гребного винта, возникающих при импульсном разгоне, когда валу мгновенно сообщается номинальная скорость вращения. Исследуемый режим разгона рассматривается как случай аварийной ситуации. Получены расчетные зависимости для определения деформаций, угловых скоростей и крутящих моментов в сечениях вала. Полученные в работе результаты могут быть использованы для расчета и выбора конструктивных элементов соединений валопровода, выполняющих защитную функцию.

Ключевые слова: валопровод, импульсное воздействие, математическая модель, динамические усилия, крутильные колебания, собственная частота, метод Фурье.

S.N. Tsarenko, R.A. Garaev

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

PROPELLER SHAFTING DYNAMICS DURING IMPULSE ACCELERATION

A mathematical model of torsional vibrations of the cardan shaft that occurs during impulse acceleration, when the shaft is instantly informed of the rated rotation speed, is presented. The investigated overlocking mode is considered as emergency. Calculated dependencies for determining deformations, angular velocities and moments in shaft sections are obtained. The results obtained in the work can be used to calculate and select structural elements of shafting connections that perform a protective function.

Key words: shaft line, pulse action, mathematical model, dynamic forces, torsional vibrations, natural frequency, Fourier method.

Назначение валопровода в передаче крутящего момента от двигателя гребному винту. Помимо кручения валопровод испытывает продольные и поперечные нагрузки с динамической и статической составляющей [1]. Учет статических нагрузок производится на основе классических методов сопротивления материалов и не вызывает больших трудностей. Основную сложность для расчета представляют динамические нагрузки. Учет динамических воздействий более сложная задача, для решения которой используют как точные, так и приближенные методы сопротивления материалов и математической физики [2–5].

Номинальные нагрузки, действующие на валопровод в штатном режиме работы, можно считать статическими. Более интенсивное воздействие на вал возникает при переходных режимах работы (разгон, торможение), резонансных явлениях и в аварийных ситуациях. В работе [6] рассмотрен случай разгона валопровода по экспоненциальному закону, что наилучшим образом отражает физическую природу процесса. Наиболее экстремальной ситуацией разгона является случай подключения уже раскрученного маховика к системе или эквивалентный случай – при резкой остановке двигателя или заклинивании передаточного механизма. В такой ситуации система подвергается ударному или импульсному воздействию.

Целью работы является исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) валопровода гребного винта при импульсном разгоне, что позволяет установить предельные нагрузки на конструктивные элементы дейдвудного устройства в аварийной ситуации.

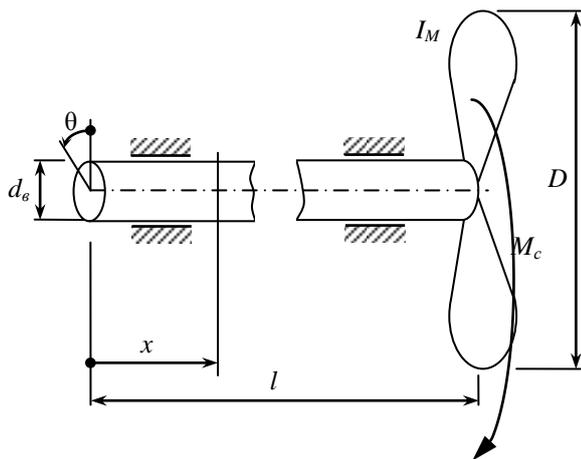


Рис. 1. Расчетная схема валопровода

Исследование для рассматриваемого режима разгона выполним по математической модели, представленной в работе [6]. В модели приняты следующие допущения и обозначения: систему валов валопровода заменим однородным упругим стержнем длиной l , крутильной жесткостью GJ_p и равномерно распределенным по длине моментом инерции масс γJ_p (рис. 1). На конце вала располагается гребной винт с моментом инерции I_M , и учитывается момент гидродинамического сопротивления, пропорциональный квадрату угловой скорости. Для рассматриваемого случая левый торец вала начинает движение с номинальной скорости – $\dot{\theta}_{\text{ном}}$. Движение произвольного сечения вала рассматривается как

сложное, состоящее из переносного движения левого торца вала и относительного движения деформации вала. Углы поворота для произвольного сечения находятся из зависимости:

$$\psi = \theta + \varphi,$$

где φ – угол закручивания.

Уравнение углов закручивания для рассматриваемой схемы имеет вид [6]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \tau^2} = 2\mu \frac{\partial \varphi}{\partial \tau} \delta(\xi - 1) + \tilde{R}_c \dot{\theta}_{\text{ном}}^2 \delta(\xi - 1), \quad (1)$$

здесь используются следующие обозначения: $\xi = x / l$ – безразмерная координата; $\tau = tc / l$ – безразмерное время; $c = \sqrt{GJ_p / \gamma J_p}$ – скорость распространения крутильных волн в стержне; $\delta(x)$ – дельта-функция Дирака; $\mu = \frac{R_c \dot{\theta}_{\text{ном}} c}{2GJ_p}$, R_c – коэффициент гидродинамического сопротивления;

$$\tilde{R}_c = \frac{R_c c^2}{GJ_p l}.$$

Граничные условия задачи (1) удовлетворяют защемлению левого торца вала и учитывают инерционный момент на правом торце вала:

$$\varphi(0, \tau) = 0; \quad \frac{GJ_p}{l} \varphi'(1, \tau) = \frac{I_M c^2}{l^2} \ddot{\varphi}(1, \tau). \quad (2)$$

Начальные условия учитывают отсутствие в начальный момент времени углов закручивания, а также то, что скорость всех сечений, кроме левого торца, в начальный момент равна нулю:

$$\varphi(\xi, 0) = 0; \quad \dot{\varphi}(\xi, 0) = \begin{cases} 0, & \xi = 0; \\ -\dot{\theta}_{\text{ном}}, & 0 < \xi \leq 1. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь и в дальнейшем точка обозначает производные по τ , штрих – по ξ .

Решение уравнения (1) по методу Фурье находится в виде ряда произведения функций:

$$\varphi(\xi, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \Phi_n(\xi) w_n(\tau). \quad (4)$$

Собственные функции Φ_n принимаются исходя из удовлетворения уравнения вида [7]:

$$\Phi_n'' + \lambda_n^2 \Phi_n = 0, \quad (5)$$

где λ_n – собственные значения.

В соответствии с первым граничным условием (2) решение уравнения (5) будет иметь вид:

$$\Phi_n(\xi) = \frac{\sin \lambda_n \xi}{\lambda_n}. \quad (6)$$

Второе граничное условие (2) дает уравнение для нахождения собственных значений:

$$\tan \lambda_n = \frac{1}{\zeta \lambda_n}, \quad (7)$$

здесь $\zeta = I_M / (\gamma J_p l)$ – относительная инерционная нагрузка.

Функции w_n находятся из решения уравнения:

$$\ddot{w}_n + 2\tilde{\mu}_n \dot{w}_n + \lambda_n^2 w_n = -\frac{\tilde{R}_c \Phi_n(1) \dot{\theta}_{\text{НОМ}}^2}{\Delta_n^2}, \quad (8)$$

где $\Delta_n^2 = (2\lambda_n - \sin 2\lambda_n + 4\zeta \lambda_n \sin^2 \lambda_n) / (4\lambda_n^3)$ – квадрат нормы собственных функций [6];

$$\tilde{\mu}_n = \mu \Phi_n(1) / \Delta_n^2.$$

Решение уравнения (8) известно [7]:

$$w_n(\tau) = A_n e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \sin \beta_n \tau + B_n e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \cos \beta_n \tau + C_n, \quad (9)$$

где $\beta_n = \sqrt{\lambda_n^2 - \tilde{\mu}_n^2}$; A_n, B_n – произвольные постоянные, которые находятся из начальных условий (3), коэффициент C_n определяется из удовлетворения правой части уравнения (9).

Собственные частоты крутильных колебаний определяются зависимостью:

$$\omega_n = \beta_n c / l. \quad (10)$$

Выражения для углов поворота, угловых скоростей и крутящих моментов произвольных сечений вала можно представить в виде:

$$\psi(\xi, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \lambda_n \xi}{\lambda_n} \left(A_n e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \sin \beta_n \tau + B_n \left(e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \cos \beta_n \tau - 1 \right) \right) + \frac{\dot{\theta}_{\text{НОМ}} l}{c} \tau; \quad (11)$$

$$\dot{\psi}(\xi, \tau) = \frac{c}{l} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \lambda_n \xi}{\lambda_n} \left(e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \cos \beta_n \tau (\beta_n A_n - \tilde{\mu}_n B_n) - e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \sin \beta_n \tau (\tilde{\mu}_n A_n + \beta_n B_n) \right) + \dot{\theta}_{\text{НОМ}}; \quad (12)$$

$$M(\xi, \tau) = \frac{GJ_p}{l} \sum_{n=1}^{\infty} \cos \lambda_n \xi \left(A_n e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \sin \beta_n \tau + B_n \left(e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \cos \beta_n \tau - 1 \right) \right). \quad (13)$$

Динамический коэффициент примем как отношение крутящего момента в сечении вала к номинальному моменту сопротивления:

$$K_d(\xi, \tau) = \frac{GJ_p}{IR_c \dot{\theta}_{\text{НОМ}}^2} \sum_{n=1}^{\infty} \cos \lambda_n \xi \left(A_n e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \sin \beta_n \tau + B_n \left(e^{-\tilde{\mu}_n \tau} \cos \beta_n \tau - 1 \right) \right). \quad (14)$$

В качестве примера примем параметры для модели такие же, как в работе [6] для траулера «Механик Ковтун»: номинальная частота вращения $\dot{\theta}_{\text{ном}} = 16,3$ рад/с; длина валопровода $l = 11,35$ м; приведенная жесткость валопровода $GJ_p = 1,33 \cdot 10^8$ Н · м²; скорость распространения волн крутильных колебаний в стальном стержне $c = 3200$ м/с; относительная инерционная нагрузка $\zeta = 22$; коэффициент гидродинамического сопротивления $R_c = 587$ кг · м².

На графиках рис. 2 и 3 соответственно показаны углы поворота и угловые скорости торцевых сечений валопровода, построенные по зависимостям (11) и (12), штриховые линии соответствуют левому торцу ($\xi = 0$), сплошные – правому ($\xi = 1$). На рис. 4 представлен график относительных моментов на левом торце вала по зависимости (14). Численно максимальное значение динамического коэффициента составляет $K_d \approx 26$, что значительно превышает динамический коэффициент для случая экспоненциального разгона ($K_d = 11$), полученный в работе [6].

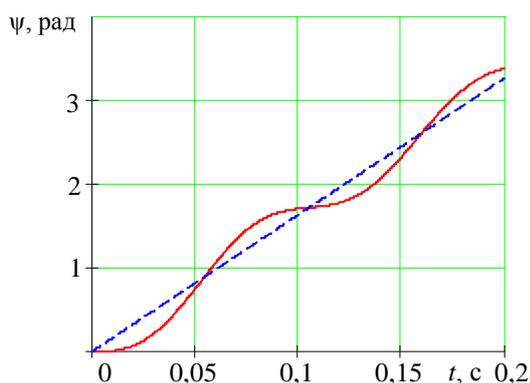


Рис. 2. Углы поворота торцевых сечений валопровода

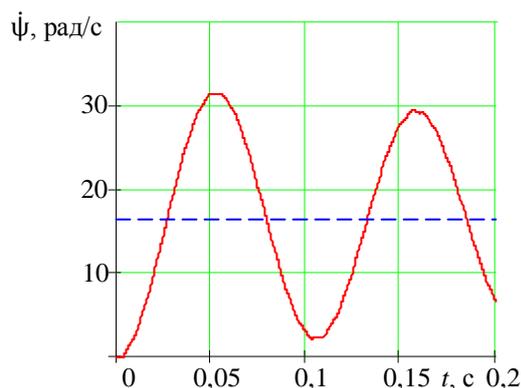


Рис. 3. Угловые скорости торцевых сечений валопровода

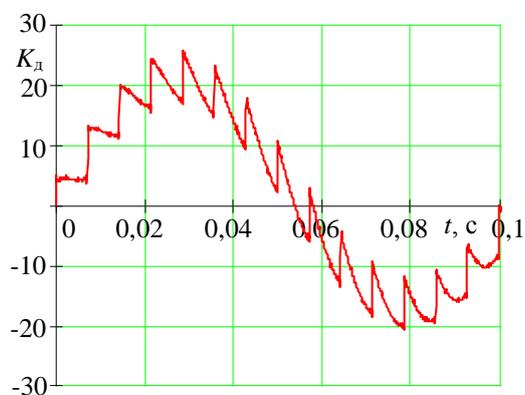


Рис. 4. Относительные моменты на левом торце валопровода

Полученное в работе значение динамического коэффициента ($K_d = 26$) определяет предельную величину нагрузки, которая может возникнуть в аварийном случае разгона или заклинивания механизма, для принятых параметров валопровода. Следует отметить, что вал имеет тридцатикратный запас по пределу прочности материала. Таким образом, импульсное воздействие на вал не приведет к его разрушению, однако такая нагрузка является чрезмерной для большинства элементов соединений валопровода (шпонки, пальцы, штифты и т. п.). Если учесть, что нагрузка не достигает максимума мгновенно (рис. 4), то в системе валопровода можно предусмотреть защитный механизм, например в виде фрикционной или электромагнитной муфты, который срабатывал на определенный уровень нагрузки.

Литература

1. Судовой механик: Справ. / Под общ. ред. А.А. Фока. – Одесса: Фенікс, 2008. – Т. 1. – 1036 с.
2. Ларин А.А. Роль исследований крутильных колебаний валопроводов в развитии динамики машин // Питання історії науки і техніки. – 2009. – № 4. – С. 2–9.
3. Коврижных М.Н., Глушков С.С. Расчет амплитуд свободных колебаний дискретных многомассовых систем // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2008. – № 2. – С. 162–164.
4. Мартыанов В.В. Оценка угрозы возникновения резонансных колебаний на примере расчета крутильных колебаний судового валопровода пассажирского теплохода пр. Р118 // Вестник Госу-

дарственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 359–368. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-2-359-368.

5. *Jee Jaehoon, Chongmin Kim, Yanggon Kim*. Design Improvement of a Viscous-Spring Damper for Controlling Torsional Vibration in a Propulsion Shafting System with an Engine Acceleration Problem // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 8. – P. 428. DOI: 10.3390/jmse8060428

6. *Царенко С.Н., Рак А.Н., Безлобенко Б.Н.* Динамика валопровода гребного винта при разгонных режимах // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 548–558. DOI:10.21821/2309-5180-2021-13-4-548-558.

7. *Филиппов А.П.* Колебания механических систем. – Киев: Наукова думка, 1965. – 716 с.

УДК 62-791.2

И.А. Яблуновский

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: iliya12345xs@gmail.com*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ И УЧЕТА НЕФТЕПРОДУКТОВ В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Измерение уровня нефтепродуктов, как правило, используется в коммерческом учете, и любая критическая погрешность может нанести серьезный ущерб предприятию. Также контроль уровня должен осуществляться с целью безопасности эксплуатации судна и обеспечения безопасности окружающей среды. Качественный контроль измерения уровня топлива в судовых условиях является особенно необходимым. Обеспечение высокой точности измерения и учета нефтепродуктов в судовых условиях является актуальной задачей, направленной на минимизацию погрешности технологического процесса измерений. Неточность измерений, как правило, происходит из-за специфических свойств нефтепродуктов и несоблюдения должным образом инструкций. Применение современных методов измерения в совокупности с эффективными средствами контроля уровня жидкостей позволяет существенно повысить показатели эффективности производства и потребления электроэнергии, сократить затраты на топливо и эксплуатацию судна, обеспечить безаварийную эксплуатацию оборудования, а также повысить безопасность мореплавания.

Ключевые слова: контроль учета, методика измерений, свойства нефтепродуктов, температурные фракции, агрессивность нефтепродуктов.

I.A. Yablunovski

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: iliya12345xs@gmail.com*

ANALYSIS OF THE METHODS OF MEASUREMENT AND ACCOUNTING OF PETROLEUM PRODUCTS IN SHIP CONDITIONS

Measuring the level of petroleum products, as a rule, is used in commercial accounting, and any critical error can cause serious damage to the enterprise. Also, level control should be carried out for the purpose of safe operation of the vessel and ensuring the safety of the environment. Qualitative control of fuel level measurement in ship conditions is especially necessary. Ensuring high accuracy of measurement and accounting of oil products in ship conditions is an urgent task aimed at minimizing the error of the measurement process. Measurement inaccuracy is usually due to the specific properties of petroleum products and failure to properly follow instructions. The use of modern measurement methods in conjunction with effective means of controlling the level of liquids can significantly increase the efficiency of production and consumption of electricity, reduce the cost of fuel and ship operation, ensure trouble-free operation of equipment and increase navigation safety.

Key words: accounting control, measurement technique, properties of petroleum products, temperature fractions, aggressiveness of petroleum products.

Для того чтобы точно разобраться в заявленной теме, необходимо проанализировать основные свойства нефтепродуктов. Сама же по себе нефть является природной смесью преимущественно из углеводорода и других менее численных элементов. В процессе получения нефтепродукта: бензина, керосина, дизельного топлива и т. д., нефть делится на фракции по температуре кипения, которые в свою очередь делятся на темные и светлые вещества. К темному веществу относится фракция мазута (газотурбинное топливо, моторные, трансмиссионные и осевые масла, вакуумные газойли, гудрон, битум) с температурой кипения выше 320°C. Эта фракция содержит тяжелые остатки первичной и вторичной переработки нефти. К светлым веществам относятся бензиновые фракции (в частности, авиатопливо и автотопливо), у которых температура кипения

варьируется от 150 до 250°C, также керосиновая фракция с температурой кипения 180–280°C и газойлевая фракция с температурами кипения от 280 до 350°C, которая в основном используется в качестве дизельного топлива [1].

Одним из важнейших свойств нефтепродуктов является плотность и вязкость. Так, при увеличении плотности фракции и температуры кипения вязкость продукта растет, следовательно, наибольшей вязкостью обладают мазуты, а наименьшей бензины. Нефть и нефтепродукты при нагревании обладают такой способностью, как тепловое расширение, данный факт необходимо учитывать при изменении окружающей среды. Нельзя не отметить агрессивность бензинов и дизельного топлива, в состав которых входит большое количество нафтеновых кислот и соединений серы. Действие этих веществ усиливается при хранении и при контакте с водой. Также оксиды серы, соединяясь с водой, образуют кислоты, которые способствуют коррозионной реакции элементов конструкции. Моторные масла, трансмиссионные масла, тормозная жидкость в отличие от бензинов при хранении не меняют своих свойств и не обладают коррозионным воздействием, поэтому отнесем их к слабоагрессивным химическим веществам. Исходя из того, что нефтепродукты являются агрессивными веществами, надо иметь четкое представление о материалах, из которых будет изготовлен тот или иной датчик, уровнемер [2].

Самыми подходящими материалами для изготовления элементов датчиков и уровнемеров, находящимися в постоянном контакте с нефтепродуктами, являются нержавеющие стали, пластики, полипропилен, поливинилденфторид и политетрафторэтилен, специальные резины. Все они обладают повышенной устойчивостью к воздействию светлых и темных нефтепродуктов.

В соответствии с ГОСТ 8.587-2019 [3] устанавливаются методики измерения массы нефти/нефтепродуктов, основанные на следующих методах измерений: косвенном методе динамических измерений; прямом методе динамических измерений; косвенном методе статических измерений; прямом методе статических измерений; косвенном методе, основанном на гидростатическом принципе (рис. 1).

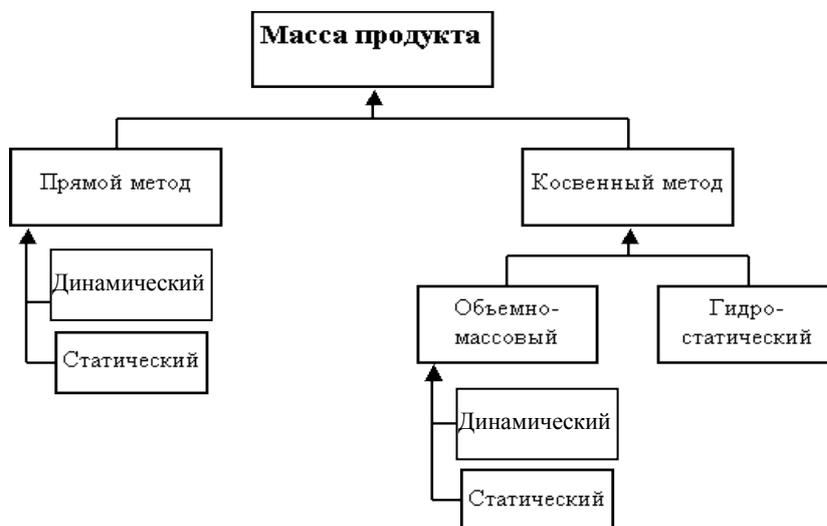


Рис. 1. Классификация методов измерения

Косвенный метод измерений – это метод, результат которого определяют на основании прямых измерений величин, связанных с измеряемой величиной известной зависимостью. Такие способы, как правило, используются при неточных работах, когда невозможно выполнить прямые измерения. Данный метод требует более простого оборудования и меньших временных затрат на измерение. Если применять приборы более высокой точности, то относительная вероятность погрешностей измерений, учитывающая влияние окружающей среды на точность, будет меньше относительной наибольшей возможной. Основными факторами, влияющими на погрешность измерений, являются: точность составления градуировочных таблиц, погрешность измерительного инструмента, термометра и ареометра, а также погрешность счетчика расходомера.

Косвенные методы применяются на предприятиях сферы обеспечения нефтепродуктами среднего и малого объема. Таких предприятий намного больше, чем крупных, поэтому методики

широко распространены. Стоит отметить, что средства автоматизации учета при перемещении нефтепродуктов чаще всего основаны именно на косвенных методах.

Так как косвенный метод разделяется на статический и динамический, то важно будет разобраться в их принципиальных различиях.

Косвенный динамический метод измерений подразумевает измерение, при котором значение массы нефти/нефтепродуктов определяют на основании результатов измерений плотности и объема нефти/нефтепродуктов. Такой метод применяется при измерении массы продукта непосредственно на потоке в нефтепродуктопроводах, где объем продукта измеряют счетчиками или преобразователями расхода с интеграторами.

Косвенный метод статических измерений основан на измерении значения массы нефти/нефтепродуктов, определенной на основании результатов измерений плотности и объема нефти/нефтепродуктов, в мерах полной вместимости. Другими словами, происходит замер уровня налива в цистернах и резервуарах, с последующим определением массы расчетным путем при помощи таблиц калибровочного или градуировочного типа [4].

Также нельзя не отметить косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе. Его суть заключается в том, что значение массы нефти/нефтепродуктов определяется на основании результатов измерений гидростатического давления и уровня нефти/нефтепродуктов. При использовании метода происходит измерение гидростатического давления столба жидкости, определение средней площади заполненной части резервуара. Исходя из этих замеров, рассчитывается масса продукта как произведение давления столба жидкости на среднюю площадь заполненной части резервуара, деленное на силу тяжести.

Саму массу можно определить двумя способами. Первый – это рассчитать разность масс в начале и в конце товарной операции, второй – это найти произведение разности гидростатических давлений в начале и в конце товарной операции на среднюю площадь сечения части емкости, деленное на силу тяжести. Гидростатическое давление столба определяют при помощи манометрических приборов с учетом давления паров продукта. Чтобы определить площадь сечения резервуара, надо измерить уровни продукта в начале и в конце товарной операции, и, используя градуировочную таблицу, вычислить среднюю площадь сечения.

Рассмотрим прямой метод измерений, который основан на нахождении искомой величины опытным путем. Данная методика измерения не требует проведения замеров и выполняется по эксплуатационной документации. Чтобы автоматизировать учет количества нефтепродуктов, результаты оформляются моментально, так как в документах, находящихся в электронном виде, отражается точно измеренная масса, значения которой получены путем взвешивания на весах или взяты с расходомера. Через систему учета можно быстро определить массу тары и вес брутто, также дополнительно можно узнать плотность продукта. Точность измерения будет зависеть от погрешности оборудования, которая будет указана в паспорте оборудования. Предельное значение погрешности статического измерения будет больше динамического, так как статические измерения подразумевают проведение двух операций [5, 6].

Прямой метод динамических измерений основан на прямых измерениях массы нефти/нефтепродуктов с применением преобразователей массового расхода в трубопроводах. Массовые расходомеры – это приборы, также имеющие название кориолисовы расходомеры, так названы они из-за эффекта кориолиса. Их принцип работы основан на появлении ускорения при движении среды в вибрирующей трубке. Прямой метод статических измерений основан на прямых измерениях массы нефти/нефтепродуктов с применением весов, примером может являться взвешивание в железнодорожных или в автомобильных цистернах, поэтому прямой статический метод будет очень трудно реализовать в судовых условиях.

Результаты приведенного анализа методов измерения отображены в табл. 1, что позволяет наглядно оценить эффективность и работоспособность каждого метода в судовых условиях.

Таблица 1

Свойства методов измерения уровня жидкости

Виды методов	Точность	Надежность	Применимость в судовых условиях
Косвенный динамический		+	+
Косвенный статический		+	+
Косвенный гидростатический		+	+
Прямой динамический		+	+
Прямой статический		+	–

Исходя из всего вышеперечисленного, можно отметить следующие ключевые моменты.

Во-первых, важно помнить, что нефть обладает специфическими свойствами, поэтому использование каждого метода сугубо индивидуально и подходит под определенные условия и состояния окружающей среды [7, 8].

Во-вторых, так как на судах доминируют косвенные методы измерения, то необходимо минимизировать их погрешность, для этого надо обучить персонал, выполняющий замеры. Очень часто в измерительной системе оказываются инородные предметы, такие как мусор, инструменты, тряпки и т. д. Все они дают катастрофически большие погрешности [9, 10].

В-третьих, должен быть отработан алгоритм проведения замеров, не допускающий ошибок. Если производится замер температуры в высоком резервуаре, то необходимо находить среднюю температуру посредством трех замеров в верхней, нижней и средней точках [11, 12].

В-четвертых, так как измерение уровня производится в коммерческом учете, то необходимо использовать как можно более точные приборы – это термометры, рулетки.

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что применение прямого динамического метода является хорошим решением, данный метод, в котором применяется кориолисов расходомер, является относительно молодым и недооцененным. При использовании данного расходомера упрощается вся система контроля топлива, так как расходомер будет автоматически производить расчеты и сам же будет встроен в системы, что исключает ошибки, связанные с человеческим фактором [13, 14].

Применение же косвенных методов является устаревшим, а также не совсем точным. Для проведения замеров таким методом нужно точно следовать алгоритмам и учитывать факторы, влияющие на ошибки.

Литература

1. *Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю.* Технологические измерения и приборы. – М.: Высшая школа. – 1989. – 456 с.
2. *Винокуров Б.Б.* Современная уровнеметрия жидких сред. – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 118 с.
3. ГОСТ 8.587-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Методики (методы) измерений. – М.: Стандартинформ. – 2019. – 46 с.
4. *Бобровников Г.Н., Катков А.Г.* Методы измерения уровня. – М.: Машиностроение, 1977. – 165 с.
5. *Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г.* Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.
6. ГОСТ 24802-81 ГСИ. Приборы для измерения уровня жидкости и сыпучих веществ. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 7 с.
7. *Белов О.А., Швецов В.А.* К вопросу о повышении экологической безопасности судов при долговременном стояночном режиме // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 119–121.
8. *Белов О.А., Зайцев С.А.* К вопросу оценки безопасности морских судов камчатского флота // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – С. 80–83.
9. *Белов О.А., Белова Е.П.* Инженерное образование как фактор развития техники и технологий // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Десятой Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – С. 106–108.
10. *Белов О.А.* Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2014. – № 30. – С. 11–16.
11. *Белов О.А., Марченко А.А., Труднев С.Ю.* Анализ расчетно-аналитических методов прикладных задач технической безопасности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 4. – С. 7–15.

12. Белов О.А. Аналитический обзор факторов эффективной эксплуатации морского транспорта // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – С. 5–9.

13. Белов О.А. Задачи оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Девятой всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 17–20.

14. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 42. – С. 6–10.

УДК 620.19:629.5.023

Д.П. Ястребов, В.А. Швецов, А.О. Рогожников

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

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ МОРСКИХ СУДОВ

Защита судов от коррозии – приоритетная государственная задача. Для решения этой задачи необходимо обеспечить экипажи морских судов современной методикой контроля работы систем коррозионной защиты морских судов. Для снижения трудоемкости контроля и повышения информативности следует использовать автоматизированные системы измерения. Авторы предлагают использовать собственный разработанный автоматизированный измерительный комплекс (АИК). В работе наглядно демонстрируется, что АИК заменяет оператора и тем самым упрощает трудоемкий контроль коррозионной защиты. Контроль выполняется непрерывно в течение заданного отрезка времени и более информативно за счет получения большего массива данных. При необходимости можно изменить методику контроля АИК прямо на объекте контроля пользователем. Измерения выполнялись параллельно с помощью 3 электродов с паузами в 1 час 40 минут между измерениями с 16.02.2021 по 29.02.2021 в 3 контрольных точках на лабораторной установке. Из результатов выполненных исследований установлена нестабильность работы хлорсеребряного электрода сравнения в ходе эксперимента, на которую повлиял срок эксплуатации электрода. Это стало возможно установить благодаря применению АИК, зафиксировать при ручном методе контроля данный факт было бы затруднительно.

Ключевые слова: автоматизированная измерительная система, электроды сравнения, защитный потенциал, протекторная защита, коррозия стальных корпусов судов, коррозионная защита.

D.P. Yastrebov, V.A. Shvetsov, A.O. Rogozhnikov

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

ON THE ISSUE OF OPTIMIZING THE WORK CONTROL OF THE SACRIFICIAL PROTECTION OF STEEL HULLS OF MARINE VESSELS

Protecting ships from corrosion is a priority state task. To solve this problem, it is necessary to provide the crews of sea vessels with modern methods for monitoring the operation of corrosion protection systems for sea vessels. To reduce the complexity of control and increase information content, automated measurement systems should be used. The authors propose to use their own developed automated measuring complex (AMC). The work clearly demonstrates that AMC replaces the operator and thereby simplifies the time-consuming control of corrosion protection. Monitoring is carried out continuously within a given period of time and is more informative due to the receipt of a larger array of data. If necessary, you can change the AMC control method directly on the control object by the user. Measurements were performed in parallel using 3 electrodes with pauses of 1 hour 40 minutes between measurements from 16.02.2021 to 29.02.2021 at 3 control points on the laboratory setup. From the results of the studies performed, the instability of the work of the silver chloride reference electrode during the experiment, which was affected by the life of the electrode, was established. This became possible to establish thanks to the use of AMC, it would be difficult to fix this fact with a manual method of control.

Key words: automated measuring system, reference electrodes, protective potential, tread protection, corrosion of steel hulls of ships, corrosion protection.

Защиты судов и кораблей от коррозии – приоритетная государственная задача [1–4]. Для решения этой задачи необходимо обеспечить экипажи морских судов современной методикой контроля работы систем протекторной защиты морских судов [5–8]. В работе [9] показано:

- контроль режима работы систем протекторной защиты кораблей и судов следует выполнять ежедневно;
- для снижения трудоемкости контроля следует использовать автоматизированные системы измерения контролируемых параметров.

В работе [10] показано, что «на достоверность результатов измерений, полученных с помощью хлорсеребряного электрода сравнения (ХСЭ), оказывает воздействие срок эксплуатации данного электрода». На основании вышеуказанных положений авторы предлагают использовать автоматизированный измерительный комплекс контроля работы систем коррозионной защиты с фиксацией срока эксплуатации и нестабильность поведения электродов сравнения, в частности ХСЭ.

Цель исследования – оптимизировать и усовершенствовать контроль работы протекторной защиты стальных корпусов морских судов для экипажей и обслуживающего персонала.

Для достижения поставленных целей, а именно осуществления непрерывного непрерывающегося контроля коррозионной защиты судна в заданный промежуток времени и снижения трудоемкости контроля экипажей судов и обслуживающего персонала, предлагается использовать автоматизированный измерительный комплекс [11]. Данный комплекс был разработан для «увеличения достоверности результатов контроля протекторных систем защиты от коррозии корпусов судов...» [11]. Автоматизированный измерительный комплекс (АИК) был модернизирован в соответствии с поставленными целями эксперимента, также переработана и оптимизирована программная часть устройства с учетом последних результатов, полученных авторами при разработке и внедрении в эксплуатацию стандартных и нестандартных электродов сравнения, опубликованные в научных статьях [12–17]. На рис. 1 представлена структурная схема устройства АИК.

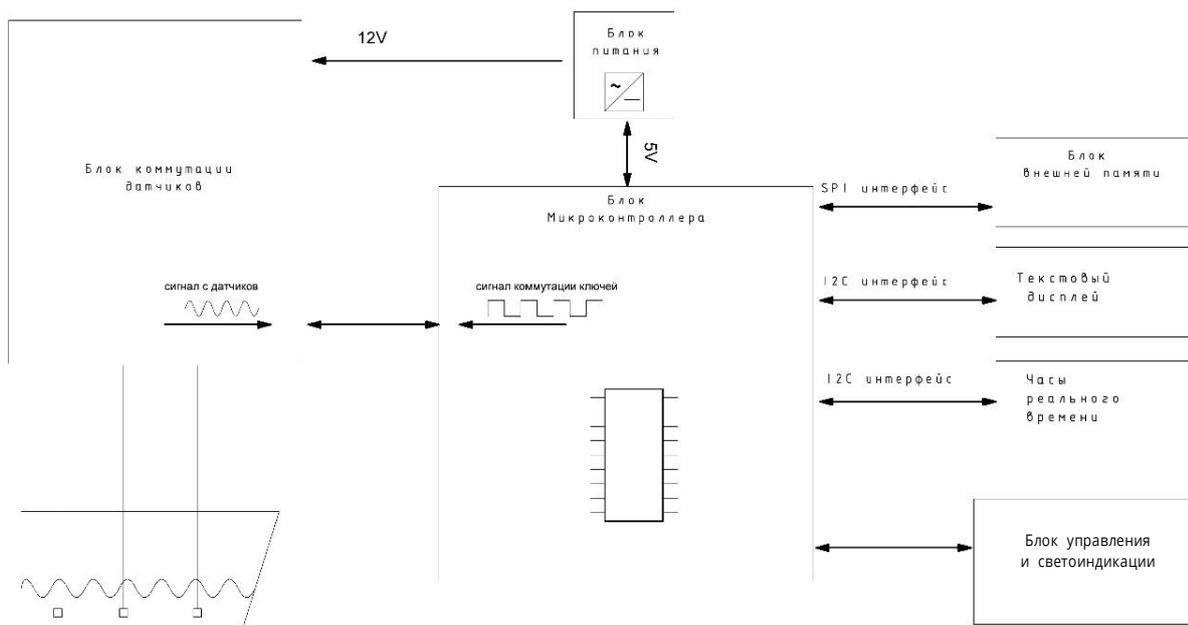


Рис. 1. Структурная схема устройства автоматизированного комплекса для контроля коррозионной защиты корпуса судна

Из рис. 1 видно, что показания с электродов сравнения (датчиков) поступают на блок коммутации датчиков, далее на блок микроконтроллера, в данном АИК был добавлен текстовый дисплей для осуществления фактического контроля и поверки. Был добавлен блок внешней памяти, на который осуществляется запись всех результатов контроля со всех электродов с фиксацией номера контрольного измерения, времени, точки контроля на объекте исследования и наименование самого электрода. При помощи блока управления возможно менять в реальном времени параметры и методику контроля. На рис. 2 приведена схема соединений элементов цепи для осуществления измерения защитного потенциала металлического корпуса судна.

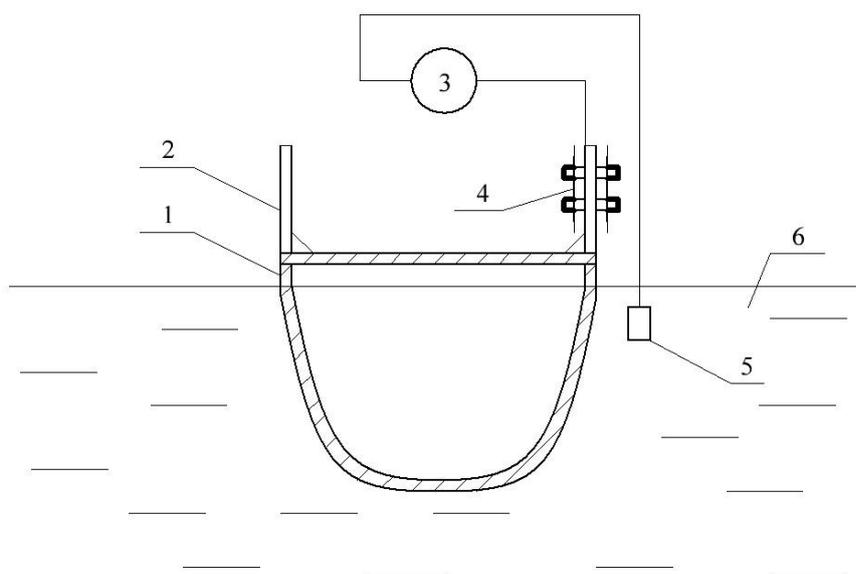


Рис. 2. Схема соединения элементов контрольной электрической цепи, используемой для измерения потенциала корпуса судна:
 1 – корпус судна; 2 – фальшборт судна; 3 – автоматизированный измерительный комплекс (АИК);
 4 – прижимной контакт; 5 – переносной электрод; 6 – морская вода

На рис. 2 наглядно демонстрируется, что АИК заменяет оператора (ручной метод измерений) и тем самым упрощает (автоматизирует) трудоемкий контроль коррозионной защиты корпуса морского судна. Контроль выполняется непрерывно в течение заданного отрезка времени (ежедневно) и более информативно за счет получения большего массива данных. При необходимости можно изменить методику контроля АИК прямо на объекте под различные параметры контроля коррозионной защиты, задаваемые пользователем.

Предлагаемое авторами техническое решение иллюстрируется с помощью следующего эксперимента. Все измерения выполнялись с помощью АИК. Автоматизированный контроль проводился согласно рекомендациям [9, 18, 19]. Измерения защитного потенциала осуществлялись в трех контрольных точках корпуса судна. Все измерения выполнялись с помощью трех контрольных электродов, а именно:

- в точке № 1 использовался хлорсеребряный электрод сравнения (ХСЭ);
- в точках № 2 и 3 использовались нестандартные (цинковые) электроды, разработанные авторами.

ХСЭ в точке № 1 был выбран в качестве эталонного, рекомендован нормативными документами [7, 8]. Цинковые электроды в точках № 2 и 3 были выбраны в качестве поверочных, потому что обеспечивают высокую точность и повторяемость результатов измерений, а также являются более дешевыми и менее хрупкими при хранении и транспортировке, чем ХСЭ [12]. Все измерения выполнялись в лаборатории мореходного факультета КамчатГТУ, на макете, имитирующем протекторную защиту корпуса морского судна. Измерения проводились параллельно с помощью трех электродов с паузами в 1 час 40 минут между измерениями с 16.02.2021 по 29.02.2021 г.

Результаты эксперимента представлены на рис. 3. Точность измерений оценивали с помощью нормативного документа [20]. Статистическую обработку осуществляли с помощью ПО [21]. Результаты статистической обработки показали, что полученные данные оцениваются как сверхточные измерения [20], т. к. их коэффициент вариации не более 1%. Использовали методику измерений, приведенную в работах [9, 18, 19].

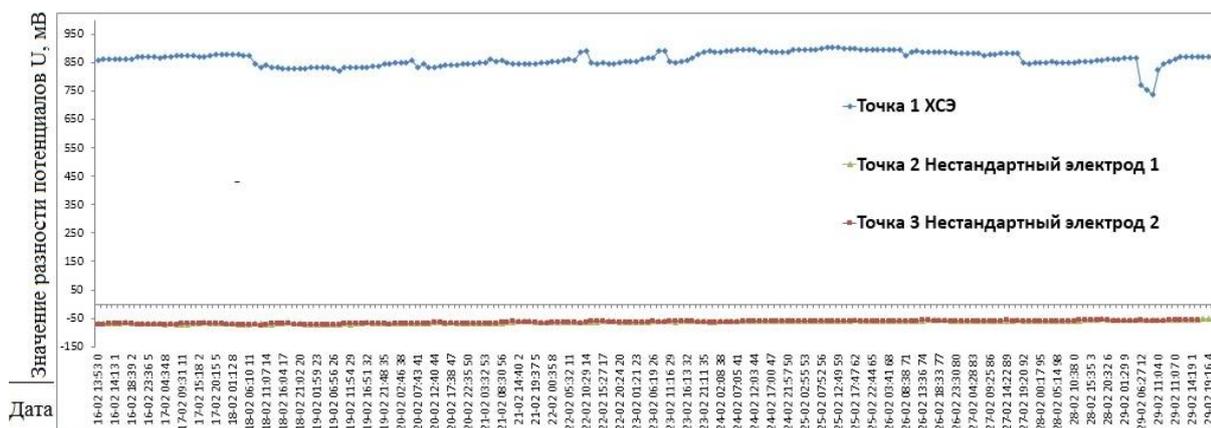


Рис. 3. Динамика изменений потенциала в трех контрольных точках судна в период с 16.02.2021 по 29.02.2021, полученные с помощью АИК

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

а) результаты контроля защитного потенциала в контрольной точке № 1, полученные с помощью ХСЭ, находятся в диапазоне от 739 до 902 мВ, что не соответствует нормативным требованиям [7, 8];

б) результаты контроля защитного потенциала в контрольной точке № 1 и 3, полученные с помощью цинковых электродов сравнения, находятся в диапазоне от -75 до -52 , что свидетельствует о высокой точности, повторяемости и стабильности работы данных электродов;

в) установлена нестабильность работы ХСЭ в течение хода эксперимента по контролю протекторной защиты на лабораторной установке, в частности, наиболее наглядно это можно видеть 29.02.2021 в точке № 1 на рис. 3. На стабильность показаний повлиял срок эксплуатации электрода, т. к. перед экспериментом данный ХСЭ находился продолжительное время уже в эксплуатации. Это стало возможно установить благодаря применению АИК, зафиксировать при ручном методе контроля данный факт было бы затруднительно.

Предлагается автоматизированный измерительный комплекс контроля работы систем коррозионной защиты, который позволяет учитывать нестабильность работы ХСЭ благодаря непрерывному ежедневному контролю.

Литература

1. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
2. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Моногр. / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2016. – 109 с.
3. Коробцов И.М. Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
4. Чендлер К.А. Коррозия судов и морских сооружений: Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1988. – 320 с.
5. Глаздов А.А., Прокунин С. В., Апрелев А. В. Изучение стабильности потенциалов хлор-серебряных электродов, изготовленных для Государственного эталона показателя рН // Альманах современной метрологии. – 2016. – № 6. – С. 59–63.
6. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <https://dikipedia.ru/document/5319913> (дата обращения: 05.10.2019).
7. ГОСТ 9.056-75 Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 05.10.2019).
8. ГОСТ 26501-85. Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 7 с.

9. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация мор. трансп. – 2017. – № 1 (82). – С. 41–48.
10. 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. Сер.: Морская техника и технология. – 2019. – № 4. – С. 39–45.
11. Разработка автоматизированной системы контроля протекторной защиты корпусов рыбопромысловых судов / О.А. Белов, Д.П. Ястребов, А.О. Рогожников, В.А. Швецов, С.А. Зайцев, Б.В. Тарабанов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 82–85.
12. К вопросу использования цинковых электродов для контроля протекторной защиты судов и кораблей / Д.П. Ястребов, Д.В. Шунькин, А.А. Рогожников, Г.В. Кузнецов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. Астрахань, 2021. – Вып. 2. – С. 16–23.
13. К вопросу использования алюминиевых электродов для контроля защищенности от коррозии стальных корпусов судов и кораблей / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.П. Ушакевич, Г.В. Кузнецов, Б.В. Тарабанов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – Астрахань, 2021. – Вып. 3. – С. 23–32.
14. Ястребов Д.П. К вопросу использования медных электродов для контроля защищенности от коррозии стальных корпусов судов и кораблей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – Астрахань, 2021. – Вып. 4. – С. 43–51.
15. О целесообразности использования хлорсеребряных электродов для контроля систем протекторной защиты стального корпуса судна / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, А.П. Ушакевич, Г.В. Кузнецов // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Второй междунар. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 23–25 октября 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 121–124.
16. К вопросу использования стальных пластин для контроля протекторной защиты корпусов судов и кораблей / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина, С.А. Зайцев // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы Второй междунар. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 23–25 октября 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 125–129.
17. К вопросу использования электродов из судокорпусной стали для контроля защищенности от коррозии корпусов судов и кораблей / Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, Б.В. Тарабанов, С.А. Зайцев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Морская техника и технология. – 2020. – № 2. – С. 15–21.
18. 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. – 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
19. 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. Сер.: Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 29–38.
20. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200089016> (дата обращения: 27.01.2022).
21. Microsoft Office Excel 365: 2002 (16.0.12527.20278). – 27 января 2022. – URL: http://www.naslozhdaysya.com/load/soft/microsoft_office_2016_2019_16_0_12527_20278_by_m0nkrus/9-1-0-31256 (дата обращения: 27.01.2022).

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

УДК 628.394.17:546(268.45)

Е.А. Горбачева, А.М. Лаптева

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

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ВОДЕ НА РАЗРЕЗЕ «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН» (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Изучено содержание микроэлементов (Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Hg и As) в воде на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» в различные сезоны 2020–2021 гг. (осень, зима и весна). Показано, что концентрации всех изученных металлов и мышьяка на акватории исследований не превышали рыбохозяйственные ПДК. В районах распространения вод Прибрежной ветви Мурманского течения (ст. 1–3) наблюдалось наиболее высокое содержание в воде Ni, в Центральной ветви Нордкапского течения (ст. 8–10) – As. Концентрации в воде на разрезе «Кольский меридиан» всех микроэлементов, за исключением цинка, статистически значимо различались осенью, зимой и весной 2020–2021 гг. Более высокое содержание Cu и Hg в воде на разрезе «Кольский меридиан» отмечали осенью, Cd – весной. Концентрации Co в воде на акватории исследований весной были ниже, чем осенью и зимой. В прибрежье средняя концентрация Ni в воде весной 2021 г. превышала таковую, зарегистрированную в этом районе зимой 2021 г., в 3,5 раза.

Ключевые слова: загрязнение, морская вода, тяжелые металлы, мышьяк, Баренцево море, разрез «Кольский меридиан».

E.A. Gorbacheva, A.M. Lapteva

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

METALS AND ARSENIC CONTENT IN THE WATER OF THE KOLA SECTION (THE BARENTS SEA)

The paper studies the content of microelements (Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Hg, and As) in the water of the Kola Section during different seasons of 2020–2021 (autumn, winter and spring). It is shown that the concentrations of all of the studied metals and arsenic in the research area did not exceed the Russian standard. The study revealed a highest content of Ni in the Murman Coastal Current (stations 1–3) and a highest content of As in the Central branch of the North Cape Current (stations 8–10). Differences in the concentrations of all of the microelements, except zinc, in the Kola Section were found to be statistically significant in autumn, winter and spring of 2020–2021. The content of Cu and Hg in the water of the Kola Section was higher in autumn and the content of Cd was higher in spring. Concentration of Co in the study area was lower in spring than in autumn and winter. Mean concentration of Ni in the coastal areas was 3.5 times higher in spring of 2021 than in winter of 2021.

Key words: pollution, seawater, heavy metals, arsenic, Barents Sea, Kola Section.

Металлы относятся к естественным компонентам морской среды. В живых организмах они входят в состав ферментов, витаминов, регулируют деятельность гормонов, участвуют в процессах фотосинтеза, дыхания, синтеза РНК и ДНК, фосфорном, липидном и углеводном обменах

и т. д. В небольших концентрациях многие металлы способны оказывать стимулирующее воздействие на многие функции живых организмов. Вместе с тем повышенное содержание металлов в морской среде опасно для гидробионтов и может приводить к снижению продуктивности экосистем. Концентрации металлов в воде морей и океанов изменяются в весьма широком диапазоне из-за наличия источников загрязнения, влияния различных гидрографических факторов, биологической продуктивности [1].

Стандартный разрез «Кольский меридиан» расположен в центральной части Баренцева моря по меридиану 33°30'. Разрез пересекают воды Прибрежной (ст. 1–3) и Основной (ст. 3–7) ветвей Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений (ст. 8–10) [2]. На разрезе на протяжении многих лет проводятся комплексные наблюдения за изменениями океанографических и гидрохимических характеристик водных масс, состоянием планктона и бентоса, а также изучается загрязнение морской среды.

Цель наших исследований: изучить содержание металлов и мышьяка в воде Баренцева моря на стандартном разрезе «Кольский меридиан» в различные сезоны 2020–2021 гг.

Материалом для исследований являлись пробы воды, отобранные в рейсах № 115, 116 и 117 НИС МК-0102 «Вильнюс» в 2020–2021 гг. в Баренцевом море в рамках выполнения госзадания. При отборе и хранении проб воды руководствовались ГОСТ 31861-2012 [3]. Карта-схема расположения станций отбора проб представлена на рис. 1.

Концентрации металлов (Cu, Zn, Ni, Co, Cd, Hg) и As в морской воде определяли методами пламенной и не пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Анализ проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре с ртутно-гидридной приставкой фирмы Shimadzu, модель AA-6800, в соответствии с методическими указаниями [4–6].

Статистический анализ результатов исследований выполняли в программе Statistica 13 (StatSoft, Inc.). Для проверки гипотезы о нормальности распределения данных применяли критерий Шапиро – Уилка. При сравнении концентраций металлов в водах течений (Прибрежной и Основной ветвей Мурманского и Центральной ветви Нордкапского) и в различные сезоны года использовали непараметрические методы: критерий Краскела – Уоллиса и U -критерий Манна – Уитни. При применении критериев Шапиро – Уилка, Краскела – Уоллиса уровень статистической значимости (p) составил 0,05, U -критерия Манна – Уитни – 0,017 (с учетом трех попарных сравнений [7]).

Результаты исследований содержания металлов в воде на стандартном разрезе «Кольский меридиан» представлены в таблице.

Содержание металлов в воде на разрезе «Кольский меридиан» в 2020–2021 гг.

Район	Концентрация, мкг/л						
	Cu	Zn	Ni	Co	Cd	As	Hg
I	0,11–0,87	0,32–33,8	0,05–0,99	< 0,001–0,37	< 0,001–0,64	< 0,001–0,09	< 0,001–0,02
II	0,11–1,23	0,32–28,5	< 0,001–0,99	< 0,001–0,43	< 0,001–0,17	< 0,001–0,54	< 0,001–0,05
III	0,24–1,35	1,5–15,76	0,02–0,35	< 0,001–0,26	< 0,001–0,056	0,008–0,72	< 0,001–0,06
ПДК _{рыбохоз.}	5	50	10	5	10	10	0,1

Примечание. I – Прибрежная ветвь Мурманского течения, II – Основная ветвь Мурманского течения, III – Центральная ветвь Нордкапского течения.

Согласно полученным данным концентрации металлов и мышьяка в воде на разрезе «Кольский меридиан» изменялись в достаточно широком диапазоне и не превышали рыбохозяйственные ПДК [8]. Из-за склонности к биоаккумуляции и высокой токсичности для живых организмов

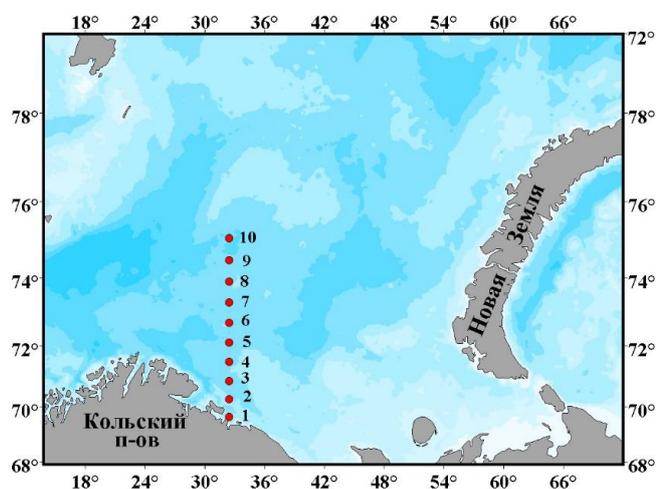


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб воды в Баренцевом море

наиболее опасным для Арктики считается загрязнение Hg и Cd (наряду с Pb) [9]. В период исследований максимальная концентрации Cd, зарегистрированная в воде на стандартном разрезе «Кольский меридиан», оказалась более чем на порядок ниже рыбохозяйственной ПДК. Вместе с тем в районах распространения вод Основной ветви Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений содержание Hg в воде на некоторых станциях достигало 0,04–0,06 мкг/л, что лишь на 40–60% ниже рыбохозяйственной ПДК для этого металла. Антропогенными источниками Cd и Hg являются деятельность промышленных предприятий, горение угля, сжигание коммунально-бытовых отходов, сточные воды и т. д. [9].

Статистический анализ полученных данных показал, что распределение всех изученных металлов и мышьяка в воде на акватории исследований отличалось от нормального (критерий Шапиро – Уилка: $p = 0,000–0,018$). Сравнение с помощью критерия Краскела – Уоллиса районов распространения вод Прибрежной (ст. 1–3) и Основной (ст. 3–7) ветвей Мурманского и Центральной ветви Нордкапского (ст. 8–10) течений показало статистически значимые различия по содержанию в воде Ni и As ($p = 0,009$ и $0,005$ соответственно) и отсутствию статистически значимых различий по Cu, Zn, Co, Cd и Hg ($p = 0,48–0,92$). Причем на разрезе «Кольский меридиан» в водах Прибрежной ветви Мурманского течения содержание Ni оказалась статистически значимо выше, чем в водах Основной ветви Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений (U -критерий Манна – Уитни: $p = 0,01$ и $0,007$ соответственно) (рис. 2, а). В водах Центральной ветви Нордкапского течения концентрации мышьяка статистически значимо превышали таковые в водах Прибрежной и Основной ветвей Мурманского течения (U -критерий Манна – Уитни: $p = 0,003$ и $0,004$ соответственно) (рис. 2, б).

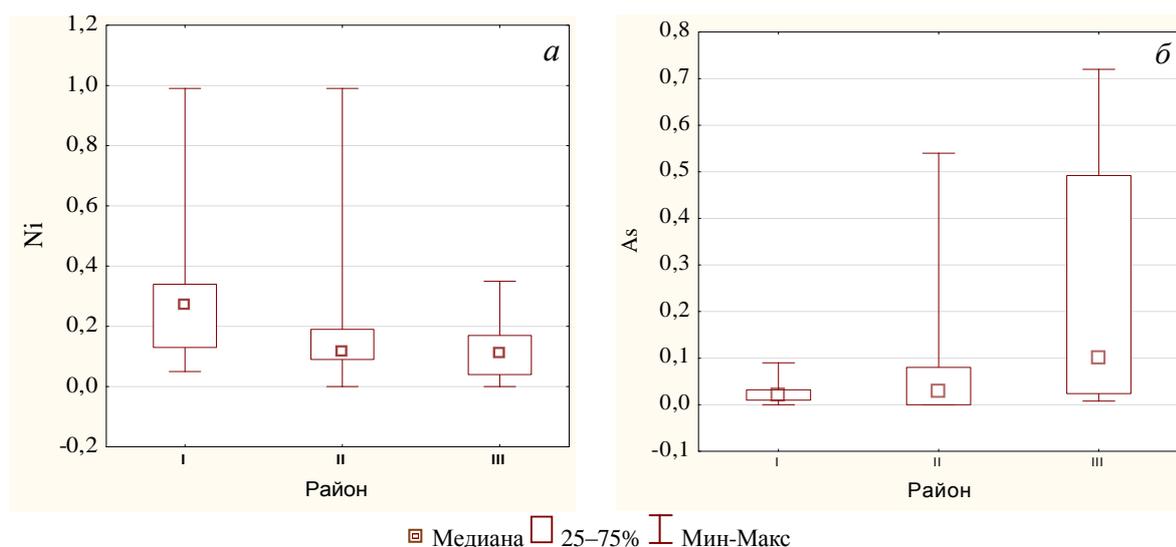


Рис. 2. Содержание Ni (а) и As (б) в воде (мкг/л) на разрезе «Кольский меридиан» (I – Прибрежная ветвь Мурманского течения, II – Основная ветвь Мурманского течения, III – Центральная ветвь Нордкапского течения)

Более высокое содержание Ni в воде на участках распространения вод Прибрежной ветви Мурманского течения, по сравнению с более удаленными от Кольского п-ова районами, может быть обусловлено как антропогенными, так и природными факторами. На Кольском п-ове расположены предприятия ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» (комбинаты «Печенганикель» и «Североникель»), являющиеся источником эмиссии тяжелых металлов, среди которых приоритетными являются Cu и Ni. Никель и медь могут поступать в прибрежье западного Мурмана со стоком рек и ручьев из районов, прилегающих к производственным площадкам горно-металлургических предприятий, а также в результате атмосферных выпадений. Кроме того, металлы, в том числе никель, могут переноситься в прибрежные районы Кольского п-ова вместе с атлантическими водами Прибрежной ветви Мурманского течения. Среди природных факторов, обусловивших увеличение содержания Ni в прибрежье Кольского п-ова, следует отметить поставку из гаек габбро-диабазов, часто встречающихся на побережье, либо дренируемых реками [10].

Транспорт вместе с теплыми атлантическими водами Центральной ветви Нордкапского течения от берегов Северной Европы и атмосферный перенос, вероятно, являются основными источниками поступления As в воду на наиболее удаленных от берега станциях разреза «Кольский меридиан». Следует отметить, что величина антропогенного загрязнения воздуха металлами над арктическими районами варьирует от года к году из-за межгодовых вариаций в процессах циркуляции атмосферы [11].

В наших исследованиях были получены данные о концентрациях металлов в воде осенью (сентябрь 2020 г.), зимой (февраль 2021 г.) и весной (май 2021 г.). Влияние фактора «сезон» оказалось статистически значимо для содержания в воде всех микроэлементов (критерий Краскела – Уоллиса: $p = 0,000-0,029$), за исключением цинка ($p = 0,63$). Парное сравнение выборок с помощью U -критерия Манна – Уитни показало, что содержание Cu и Hg в воде на разрезе «Кольский меридиан» осенью было статистически значимо выше, чем зимой ($p = 0,000$) и весной ($p = 0,000$). Концентрации Cd в воде весной статистически значимо превышали таковые, зарегистрированные на акватории исследований осенью и зимой (U -критерий Манна – Уитни: $p = 0,000$). Содержание Co в воде весной оказалось статистически ниже, чем осенью и зимой (U -критерий Манна – Уитни: $p = 0,000$ и $0,016$ соответственно).

Известно, что металлы поступают в Баренцево море в результате переноса водами течений, вследствие атмосферных выпадений, вместе с материковым стоком и при абразии берегов. Наблюдаемое увеличение содержания некоторых металлов в воде на разрезе «Кольский меридиан» весной и осенью может быть обусловлено рядом факторов. Весной из-за таяния льда, например, возрастает вклад атмосферы в загрязнение вод Баренцева моря металлами и особенно в прибрежных районах [12]. Талые воды Кольской части водосборного бассейна Баренцева моря несут в себе до 53% массы выбросов Ni в Мурманской области и только 15% меди [13]. По данным наших исследований, весной 2021 г. средняя концентрация Ni в районах распространения вод Прибрежной ветви Мурманского течения (ст. 1–3) оказалась в 3,5 раза выше таковой, зарегистрированной на этой акватории зимой 2021 г. Кроме того, в весеннее половодье и осенний паводок наблюдается основное эрозионное разрушение русел рек на водотоках Мурманской области и содержание взвешенного вещества в стоке с побережья в эти сезоны года существенно возрастает [14], что также может быть одной из причин увеличения весной и осенью концентраций в воде металлов в наименее удаленных от Кольского п-ова районах моря. Не исключены и сезонные вариации содержания металлов в водах теплых течений, поступающих в Баренцево море.

Таким образом, содержание Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Hg и As в воде на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» в 2020–2021 гг. не превышало рыбохозяйственные ПДК. В районах распространения вод прибрежной ветви Мурманского течения наблюдались более высокие концентрации в воде Ni, Центральной ветви Нордкапского течения – As. Концентрации в воде на разрезе «Кольский меридиан» всех микроэлементов, за исключением цинка, статистически значимо различались осенью, зимой и весной 2020–2021 гг.

Литература

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта, 2009. – 529 с.
2. Воды Баренцева моря: структура, циркуляция, изменчивость / В.К. Ожигин, В.А. Ившин, А.Г. Трофимов, А.Л. Карсаков, М.Ю. Анциферов. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2016. – 260 с.
3. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 32 с.
4. ПНД Ф 14.1:2.4.140-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы и хрома в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (утв. ФБУ «ФЦАО» 21.11.2013) – М.: Росприроднадзор, 2013. – 24 с.
5. РД 52.10.243-92. Руководство по методам химического анализа морских вод. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 264 с.
6. РД 52.24.377-2008. Руководящий документ. Массовая концентрация алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с прямой

электротермической атомизацией проб (утв. Росгидрометом 25.08.2008) – Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ ГХИ, 2008. – 32 с.

7. *Гржибовский А.М.* Анализ трех и более независимых групп количественных данных // Экология человека. – 2008. – № 3. – С. 50–58.

8. Приказ Минсельхоза России «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» № 552 от 13.12.2016.

9. Загрязнение Арктики. – Осло: АМАП, 2002. – 111 с.

10. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист S-(35), 36 – Мурманск. Объяснительная записка. – Санкт-Петербург: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. – 281 с.

11. *Виноградова А.А., Иванова Ю.А.* Перенос воздушных масс и загрязнений к арктическим островам России (1986–2016 гг.): долговременные, межгодовые и сезонные вариации // Геофизические процессы и биосфера. – 2017. – Т. 16, № 4. – С. 5–20.

12. *Виноградова А.А., Котова Е.И., Иванова Ю.А.* Тяжелые металлы и черный углерод в атмосфере над акваторией Баренцева моря: концентрации и потоки на поверхность // Система Баренцева моря / Под ред. академика А.П. Лисицына. – М.: ГЕОС, 2021. – С. 142–152.

13. Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 г. – Мурманск: ООО «МИП-999», 2001. – 186 с.

14. *Митяев М.В., Герасимова М.В.* Сток воды, взвешенных веществ и интенсивность эрозии на Мурманском побережье // Известия РАН. Серия географическая. – 2018. – № 1. – С. 111–128.

УДК 504.5:631.41(571.66)

С.В. Ермакова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: svermakova87@mail.ru*

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ НА ТЕРРИТОРИИ ЕЛИЗОВСКОГО РАЙОНА

Приведены результаты содержания подвижной (кислоторастворимой) формы тяжелых металлов кадмия, цинка, свинца и меди, эколого-токсикологическая группировка почв, а также дана эколого-токсикологическая оценка состояния почв пахотного горизонта пашни. Установлено, что содержание подвижной (кислоторастворимой) формы тяжелых металлов (свинца, кадмия, цинка, меди) во всех типах почв пахотного горизонта пашни не превышают ОДК.

Ключевые слова: тяжелые металлы, кадмий, цинк, свинец, медь, супесчаные и торфяные почвы, эколого-токсикологическая оценка.

S.V. Ermakova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: svermakova87@mail.ru*

HEAVY METAL CONTENT IN SOILS OF AGRICULTURAL LAND IN SOUTH-EASTERN KAMCHATKA ON THE TERRITORY OF THE YELIZOVSKY DISTRICT

The results of the content of the mobile (acid-soluble) form of heavy metals cadmium, zinc, lead and copper are presented. The ecological and toxicological grouping of soils, as well as an ecological and toxicological assessment of the soil condition of the arable horizon of arable land is given. It was found that the content of the mobile (acid-soluble) form of heavy metals (lead, cadmium, zinc, copper) in all types of soils of the arable horizon of arable land does not exceed the UEC.

Key words: heavy metals, cadmium, zinc, lead, copper, sandy loam and peat soils, ecological and toxicological assessment.

Одной из актуальных экологических проблем современности является загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами.

Почвенный покров – это обязательный компонент любой экосистемы, на который активно воздействуют негативные факторы. Почва существенно подвергается антропогенному воздействию, что нарушает ее состояние. Данное исследование является актуальным, так как в настоящее время количество объектов загрязнения почвы увеличивается с каждым годом. Отрицательное влияние оказывают промышленные предприятия, автомобильные дороги, железнодорожные пути, свалки, жилые постройки и другие объекты.

Загрязнение почв тяжелыми металлами и токсичными элементами имеет разные источники, но преимущественное загрязнение ими происходит при сжигании ископаемого топлива: угля, нефти, горючих сланцев. Промышленное производство и бытовые отходы миллионами тонн засоряют почву. Не всегда на производстве утилизируются или используются для дальнейших целей отходы и продукты переработки. Тяжелые металлы поступают в почву с удобрениями и пестицидами [1].

Большинство соединений тяжелых металлов аккумулируются в дерновой подстилке и гумусовом горизонте. Их содержание в почве медленно снижается при выщелачивании, выносе с урожаем растениями, эрозии. Первый период полуудаления (т. е. удаления половины объема от начальной концентрации) тяжелых металлов значительно варьируется у различных элементов и занимает весьма продолжительный период времени: для цинка – от 70 до 510 лет, кадмия – от 13 до 110 лет, меди – от 310 до 1 500 лет, свинца – от 770 до 5 900 лет.

Кадмий проявляет сильно выраженные токсические свойства в очень низких концентрациях. Период его полувыведения из почвы один из самых больших (1 100 лет) для металлов. Не имея определенного функционального значения для растений и животных, он оказывает токсическое действие на экосистему в целом.

Кадмий легко поглощается растениями из почвы, особенно кислой, в которой он подвижен. Он легко перемещается в растениях и способен накапливаться в больших количествах в их генеративных органах.

Загрязнение почвы кадмием вызывает хлороз листьев, уменьшение их площади и биомассы, подавляет рост и снижает продуктивность растений.

Медь как микроэлемент является для растений важным элементом питания, однако в высоких концентрациях может оказывать токсическое действие. Медь ингибирует ферменты, что вызывает разрыв клеточных мембран растений. Повреждения от избытка меди могут проявляться у растений на легких почвах, в зависимости от pH, а также на почвах, бедных органическим веществом.

Постоянное применение медьсодержащих пестицидов является одним из источников загрязнения почв и сельскохозяйственных растений этим элементом.

Цинк обладает слабой фитотоксичностью, которая обнаруживается только при существенном его содержании в почве. При концентрации этого элемента более 400 мг/кг почвы он накапливается в токсических количествах в зеленых частях растений. Проявление признаков токсичности цинка у растений наступает при содержании его в тканях 300–500 мг/кг сухого вещества. Обычное содержание в частях растений, бедных хлорофиллом, – 7–27 мг/кг сухого вещества, в частях растений, богатых хлорофиллом, оно составляет 40–95 мг/кг сухого вещества.

Свинец. По сравнению с другими видами металлов свинец представляет меньшую опасность для растений.

Он может снижать подвижность в почве молибдена, железа, хрома, фтора, сульфатов и карбонатов.

Ионы свинца прочнее, чем у других металлов, удерживаются гумусом почвы. При pH к 6,0 свинец адсорбируется глинистыми частицами или переходит в карбонатную форму.

Высокое содержание свинца вызывает хлороз у растений, поражение центральной нервной системы, печени, почек, мозга, половых органов животных и человека.

Свинец, кадмий, медь, цинк и другие тяжелые металлы, включаясь в биогеохимические круговороты, загрязняют почву. В конечном итоге по пищевым цепям через растения они попадают в организмы животных и человека, аккумулируются в различных органах и тканях, вызывая различные патологии [2–6]. Этим обусловлена актуальность нашего научного исследования по изучению влияния тяжелых металлов на экологическое состояние почв юго-восточной Камчатки.

Данное исследование проводилось на территории юго-восточной части Камчатки. Объектом исследования были выбраны поля сельскохозяйственных угодий, расположенные в разных районах обследуемой территории, характеризующиеся разными типами почв.

Первая группа полей (5 полей общей площадью 182,7 га) расположена на охристых дерново-перегнойных погребено-гумусовых окультуренных почвах территории бывшего совхоза «Камчатский» (п. Лесной).

Вторая группа полей (5 полей общей площадью 86,7 га) размещается на полугидроморфных перегнойно-глееватых погребенно-гумусовых слабоокультуренных почвах территории СХП «Совхоз» Начикинский» (п. Сокоц, п. Начики) [7].

Главными источниками загрязнения данной территории являются: автотранспорт, авиация, применение минеральных и органических удобрений.

При исследовании почвы важный этап – это отбор проб, рекомендованный в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб». Вышеуказанный стандарт распространяется на отбор проб пахотных земель, почв сенокосов, лесных питомников и устанавливает методы их

отбора при агрохимическом и эколого-токсикологическом обследовании. Отбор почвы производился на глубине 0–25 см «методом конверта» [8].

Отбор производился 10 июля 2021 г. с помощью почвенного бура. Именно данный инструмент позволяет взять почву на заданной глубине. С каждого поля отобрано по одному смешанному образцу, состоящему из 25–40 точечных проб. Всего отобрано 10 почвенных проб для проведения токсикологических исследований. Высушенные образцы почв хранили в лаборатории в пластиковых контейнерах при комнатной температуре. Затем в ноябре 2021 г. были выполнены токсикологические исследования почвенных образцов на содержание подвижных (кислоторастворимых) форм тяжелых металлов (кадмий, цинк, свинец и медь) методом атомно-абсорбционной спектроскопии в специализированной лаборатории.

Определение металлов в образцах почвы проводилось с использованием стандартных методов агрохимических исследований (Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства, ЦИНАО, 1992) [9].

По результатам исследования были получены следующие данные, представленные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве (слой 0–25 см, мг/кг), СХП «Совхоз» «Начикинский», 2021 г.

№ поля	Механический состав	Подвижные (кислоторастворимые) формы тяжелых металлов в почве, мг/кг			
		Cd	Pb	Zn	Cu
90	Торф	0,22	17,26	22,39	23,65
93/1	Торф	0,22	4,78	33,45	27,92
93/2	Торф	0,16	11,44	28,46	28,64
98	Торф	0,24	22,64	7,05	27,49
99	Торф	0,24	19,71	14,82	29,06
ОДК подвижных форм* (мг/кг)		0,5–2,0	32–130	55–220	33–132

* СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почве (слой 0–25 см, мг/кг), бывший совхоз «Камчатский», 2021 г.

№ поля	Механический состав	Подвижные (кислоторастворимые) формы тяжелых металлов в почве, мг/кг			
		Cd	Pb	Zn	Cu
2	Супесь	0,10	7,64	19,90	6,71
3	Супесь	0,11	2,83	8,87	14,38
4	Супесь	0,10	8,70	17,23	17,14
5	Супесь	0,10	7,09	13,03	12,86
6	Супесь	0,16	7,35	10,17	15,62
ОДК подвижных форм* (мг/кг)		0,5–2,0	32–130	55–220	33–132

* (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

По результатам эколого-токсикологического обследования почв сельскохозяйственных угодий юго-восточной Камчатки на территории Елизовского района массовая доля подвижных и кислоторастворимых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий не превышает установленных санитарными нормами и правилами предельно-допустимых концентраций (ОДК) и составляет:

в торфяных почвах:

- содержание в почве *цинка* составляет 7,05–33,45 мг/кг почвы (ОДК = 55–220 мг/кг почвы);
- величина *кадмия* изменяется от 0,16 до 0,24 мг/кг почвы (ОДК = 0,5–2,0 мг/кг почвы);
- содержание *меди* в пределах 23,65–29,06 мг/кг почвы (ОДК = 33–132 мг/кг почвы);
- уровень *свинца* от 4,78 до 22,64 мг/кг почвы (ОДК 32–130 мг/кг почвы);

в супесчаных почвах:

- содержание в почве *цинка* составляет 8,87–19,90 мг/кг почвы (ОДК = 55–220 мг/кг почвы);
- величина *кадмия* изменяется от 0,10 до 0,16 мг/кг почвы (ОДК = 0,5–2,0 мг/кг почвы);
- содержание *меди* в пределах 6,71–17,14 мг/кг почвы (ОДК = 33–132 мг/кг почвы);
- уровень *свинца* от 2,83 до 8,70 мг/кг почвы (ОДК 32–130 мг/кг почвы).

По результатам токсикологических исследований почвы, в соответствии с нормами СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [10] на всей обследованной площади сельскохозяйственных угодий отсутствует загрязнение почвы металлами (цинк, кадмий, медь, свинец).

Литература

1. *Дегтярева Т.В.* Геохимические особенности ландшафтов г. Ставрополя (на примере распределения тяжелых металлов в почве и растениях): Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Ставрополь, 2003. – 182 с.
2. *Волошин Е.И.* Аккумуляция кадмия и свинца в почвах и растениях // *Агрехимический вестник*. – 2000. – № 3. – С. 23–26.
3. *Волошин Е.И.* Свинец в почвах и растениях незагрязненных территорий // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2003. – № 4. – С. 17–21.
4. *Дзапаров В.Х.* Исследование влияния тяжелых металлов на почву // *Интеллектуальные системы в производстве*. – 2007. – № 2. – С. 183–187.
5. *Бокова Т.И.* Закономерности детоксикации антропогенных загрязнителей (тяжелых металлов) в системе почва – растение – животное – продукт питания человека: Дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. – Новосибирск, 2005. – 345 с.
6. *Островерхова Е.А.* Особенности миграции тяжелых металлов в системе почва-растение // *Проблемы экологической безопасности и сохранение природно-ресурсного потенциала: Сборник мат. 3-й междунар. научн.-практ. конф.* – Ставрополь, 2011. – С. 199–201.
7. Материалы почвенного обследования сельхозугодий совхоза «Камчатский» и СХП «Совхоз “Начикинский”». – Камчатский филиал института «Дальгипрозем», 1980 (инвентаризация проведена в 1987 году).
8. ГОСТ Р 58595-2019 Почвы. Отбор проб [Электронный ресурс]. – URL: http://tunadzor.ru/upload/doc/departments/277/n_gost_r_58595-2019.pdf
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – ЦИНАО, 1992.
10. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

УДК 628.1

А.И. Задорожный, М.А. Симахина

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

**ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ
СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

В статье рассматриваются проблемы реконструкции и модернизации существующих систем водоснабжения сельских населенных пунктов, в частности Усть-Камчатского сельского поселения Камчатского края. Выявлены основные недочеты при реализации Программы «Чистая вода» в Камчатском крае. Предложена геоинформационная система «Водоснабжение».

Ключевые слова: система водоснабжения, гидрогеология, жилищно-коммунальное хозяйство.

A.I. Zadorozhnyy, M.A. Simakhina

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

**PROBLEMS OF RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION
OF EXISTING WATER SUPPLY SYSTEMS
IN RURAL SETTLEMENTS OF KAMCHATKA KRAI**

The article deals with the problems of reconstruction and modernization of existing water supply systems of rural settlements, and in particular Ust-Kamchatsky District of Kamchatka Krai. The main shortcomings in the implementation of the Clean Water Program in Kamchatka Krai have been identified. The geoinformation system "Water supply" is proposed.

Key words: water supply system, hydrogeology, housing and communal services.

Развитие человеческой цивилизации неразрывно связано с наличием источников пресного водоснабжения. Понимая и принимая вышесказанное, Правительство РФ разработало федеральную Программу «Чистая вода» (далее – Программа) [1].

В целях реализации данной программы разработаны и внедряются различные мероприятия, одним из которых является реконструкция и модернизация существующих систем водоснабжения сельских населенных пунктов.

В сельских населенных пунктах Камчатского края реализацию Программы условно можно разделить по трем направлениям:

1. Реконструкции существующих систем водоснабжения в рамках подготовки к осенне-зимнему периоду.
2. Модернизации системы водоподготовки для обеспечения населения водой необходимого качества и в необходимом количестве.
3. Разработка схем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов до 2030 года.

Первое направление курируется непосредственно специалистами Министерства ЖКХ Камчатского края, что позволяет в населенных пунктах проводить замену ветхих сетей водоснабжения и довести долю новых сетей до 90% от общей протяженности. Первичная работа по выбору участков сетей, подлежащих замене, а также составлению сметной документации и прохождению государственной экспертизы возложена на специалистов местной администрации. Анализ темпов замены ветхих сетей в сельских поселениях позволяет судить о качестве подготовки этих

специалистов. По состоянию на 01.01.2021 г. в сельском поселении с. Тигиль: всего сетей 8,44 км, из них ветхих – 1,327 км (84,3%); Усть-Камчатское сельское поселение: всего сетей 32,33 км, из них ветхих – 27,16 км (16,0%).

В рамках второго направления выполнена гидрогеологическая разведка территорий и водоносных пластов с целью их использования в водоснабжении населенных пунктов, а также произведена оценка необходимости модернизации существующих или строительства новых сооружений водоподготовки. Отметим, что данная работа выполнена на достаточно высоком инженерном уровне, и необходима реализация предложенных решений.

Третье направление реализовывалось администрациями населенных пунктов путем проведения торгов на выполнение работ по проектированию в соответствии с № 44-ФЗ [2]. В процессе торгов производилось снижение первоначальной стоимости работ в несколько раз. В результате чего стоимость контракта опускалась до крайне низких значений (20–30 тыс. руб.), что не позволяло победившей проектной организации направить специалиста для проведения натурных изысканий и консультаций на объекте проектирования. Безусловно, данная ситуация негативно сказывалась на качестве разработанных «Схем водоснабжения», которые должны были являться результирующим документом, показывающим направление развития существующей схемы водоснабжения до 2030 г. (рисунок).



*Фрагмент схемы перспективной сети водоснабжения мкр Погодный
Усть-Камчатского сельского поселения до 2030 г.*

По нашему мнению, разработку перспективных сетей водоснабжения должны курировать непосредственно специалисты Министерства ЖКХ Камчатского края, так как в муниципалитетах наблюдается большой дефицит высококвалифицированных специалистов инженерных направлений.

Таким образом, устранение выявленных недочетов, на наш взгляд, возможно путем создания единой геоинформационной системы «Водоснабжение», иерархия которой должна состоять как минимум из двух уровней: краевой и муниципальный.

На краевом уровне необходимо в Министерстве ЖКХ Камчатского края создать структуру, которая могла бы аккумулировать информацию по состоянию и изменению существующих сетей водоснабжения, а также направлениям модернизации и развития для обеспечения нужд потребителей на прогнозный период.

На муниципальном уровне необходима разработка интерактивной схемы сетей водоснабжения сельских поселений, на которой будет отображаться информация о протяженности, материале и диаметрах существующих сетей, а также об аварийных участках, о планируемых сроках замены ветхих сетей и т. п. Параллельно существующие сети водоснабжения необходимо

оборудовать средствами дистанционного контроля их состояния, что позволит обеспечить постоянный анализ трафика и водопотребления, облегчит техобслуживание, позволит предотвращать аварийные ситуации. Данное программное обеспечение позволит в автоматизированном режиме проводить анализ параметров оборудования и при их отклонении выводить данные на мониторы, это позволит диспетчеру сконцентрироваться на управлении процессами, а не на мониторинге. Система диспетчеризации – одно из необходимых условий, которое обеспечит безопасную эксплуатацию инженерных систем водоснабжения, поскольку позволит повысить оперативность и качество их технического обслуживания.

Таким образом, создание двухуровневой геоинформационной системы позволит нивелировать отсутствие подготовленных инженерных кадров на муниципальном уровне и изменить парадигму общения министерства ЖКХ с муниципалитетами сельских поселений от контролирующе-наказующей до рекомендательно-контролирующей и позволит более полно реализовать Программу в Камчатском крае.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 10.02.2022).

2. Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 № 44-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ (дата обращения: 7.02.2022).

УДК 574.583 (268.46)

И.Ю. Македонская, Г.М. Устюжинский, Д.В. Чупов

*Северный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,
Архангельск, 163002
e-mail: makedonskaja@pinro.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РЕКИ ЛЕСНОЙ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Получены первые сведения о биоразнообразии и структуре фитопланктона р. Лесной, протекающей по территории Приморского района Архангельской области. Представлен таксономический состав фитопланктона с использованием индексов видового разнообразия Шеннона, видового богатства Маргалефа и коэффициента сходства Жаккара. Проведена оценка трофности водотока по фитопланктону. Выявлена степень загрязненности водной среды: рассчитан индекс сапробности, определен класс качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям.

Ключевые слова: фитопланктон, Архангельская область, сапробность, численность, биомасса, качество поверхностных вод.

I.Y. Makedonskaya, G.M. Ustyuzhinsky, D.V. Chupov

*Northern branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Arkhangelsk, 163002
e-mail: makedonskaja@pinro.ru*

THE CURRENT STATE OF FITOPLANKTON COMMUNITIES OF THE LESNAYA RIVER (ARKHANGELSK REGION)

The first data on the biodiversity and structure of phytoplankton of the Lesnaya river in the Arkhangelsk region of the Primorsky district are obtained. The taxonomic composition of phytoplankton using Shannon species diversity index, Margalef species richness index and Jacquard similarity coefficient is shown. The assessment of the trophicity of the watercourse by phytoplankton is carried out. The degree of contamination of the aquatic environment is revealed: the saprobity index is calculated, the class of surface water quality according to hydrobiological indicators is determined.

Key words: phytoplankton, Arkhangelsk region, saprobicity, abundance, biomass, surface water quality.

Лесная – река в России, протекает в Лисестровском сельском поселении Приморского района Архангельской области. Река берет свое начало из озера Лахта (сообщающееся с озером Холмовским), устье реки находится в 3 км от устья р. Ширша по левому берегу. Притоки: Исток (левый), Беседный (правый). В реку попадают неочищенные бытовые сточные воды ряда населенных пунктов: пос. Катунино, пос. Ширшинский, пос. Лесная речка и г. Новодвинск [1].

По данным государственного водного реестра России река Лесная относится к Двинско-Печорскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки – Северная Двина от впадения реки Вага и до устья, без реки Пинега, речной подбассейн реки – Северная Двина ниже места слияния Вычегды и Малой Северной Двины. Речной бассейн реки – Северная Двина.

При ухудшении качества вод в первую очередь прослеживаются изменения в сообществе фитопланктона (изменяется разнообразие видового состава, численность, биомасса). Таким образом, фитопланктон может выступать одним из надежных индикаторов состояния пресноводных экосистем.

В настоящее время данные по фитопланктону р. Лесной отсутствуют, поэтому целью исследования является характеристика фитопланктонного сообщества и оценка качества вод реки Лесной по гидробиологическим показателям.

Исследования проводились в июле и октябре 2021 г. Всего было отобрано и обработано шесть проб на качественный и количественный состав фитопланктона.

Сбор и обработка материала проводились в соответствии с «Руководством ...» под редакцией В.А. Абакумова [2]. Расчет биомассы проводили с помощью таблиц размеров и весов (масс) фитопланктона по таксономическому каталогу Т.М. Михеевой [3]. Определение видового состава фитопланктона осуществляли с использованием определителей микроводорослей [4–6]. Степень загрязненности водной среды оценивали с помощью вычисления индекса сапробности S по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека в соответствии с Унифицированными методами исследования качества вод [7]. Используя наиболее распространенную методику [8], были рассчитаны индексы: для оценки структуры и выравненности сообщества – информационный индекс Шеннона, для определения видового богатства – индекс Маргалефа на основе численности всех обнаруженных в исследованных озерах видов микроводорослей. Для сравнения состава фитопланктона по годам использовались индексы Сьёренсена – Чекановского и Жаккара [9].

В шести пробах фитопланктона в р. Лесной в июле и октябре 2021 г. всего было обнаружено 86 видов микроводорослей из шести отделов. По количеству видов наиболее полно были представлены диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, доля которых в общем списке составляла 63, 20 и 8% соответственно. Распределение видов фитопланктона по группам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение видов фитопланктона поверхностного горизонта р. Лесной в июле – октябре 2021 г.

Отделы	Июль	Октябрь	Всего
Bacillariophyta	37	36	54
Chlorophyta	9	10	17
Суанophyta	2	6	7
Dinophyta	1	1	2
Euglenophyta	4	2	5
Cryptophyta	–	1	1
ВСЕГО	53	56	86

Альгоценоз данной реки состоит преимущественно из диатомовых и зеленых микроводорослей. Видовое разнообразие фитопланктонного сообщества в районе исследований в осенний период было несколько больше летнего (табл. 1).

Средние значения индексов Жаккара (0,5) и Серенсена – Чекановского (0,6) свидетельствуют о 50%-ном сходстве летнего и осеннего фитоценозов.

В июле 2021 г. основную численность и биомассу на всех станциях создавала диатомовая микроводоросль *Melosira granulata*. Большой вклад в численность и биомассу также вносили диатомовая *Gomphonema parvulum* и цианобактерия *Oscillatoria tenuis*. Существенную биомассу в летний период также создавал крупноклеточный фитопланктон: зеленый *Ulothrix zonata* и диатомовая *Surirella ovata*.

В октябре 2021 г. основную численность и биомассу на всех станциях создавали цианобактерии рода *Oscillatoria*. Существенный вклад в численность вносили диатомовые *Skeletonema costatum* и *Navicula* sp., а также зеленая *Carteria* sp. Весомую биомассу в осенний период также создавали крупноклеточные представители микроводорослей: зеленая *Spirogyra* sp. и диатомовая *Gyrosigma attenuatum*.

Минимальные значения численности и биомассы микроводорослей (6,48 млн кл/м³ и 11,30 мг/м³ соответственно) были обнаружены на ст. 1 в летний период (в июле). Максимальная численность и биомасса фитопланктона (29,92 млн кл/м³ и 103,94 мг/м³ соответственно) находилась на ст. 2 в октябре. Средние значения численности и биомассы фитопланктона, а также количество выявленных видов в осенний сезон были несколько выше летних (табл. 2).

Таблица 2

Количественные характеристики фитопланктона р. Лесной в июле – октябре 2021 г.

№ станции	Численность, млн кл/м ³		Биомасса, мг/м ³		Количество видов, шт.	
	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь
1	6,48	17,12	11,30	20,98	25	34
2	20,36	29,92	21,68	103,94	30	35
3	23,12	13,04	62,86	22,99	35	23
Среднее	16,65	20,03	31,95	49,30	30	31

Среднее значение индекса сапробности фитопланктона варьировало от 1,88 в июле и до 1,91 в октябре (табл. 3). В соответствии с «Руководством ...» под редакцией В.А. Абакумова [2] сапробиологическое состояние вод исследованной территории соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (индекс сапробности 1,5–2,5) или II классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ (умеренно загрязненные)

Средние значения индексов разнообразия Шеннона – Уивера фитопланктона изменялись: по численности от 3,16 в июле и до 4,10 в октябре и по биомассе от 3,02 в июле и до 3,36 в октябре (табл. 3). Довольно высокие значения данного индекса предполагают сложность структуры сообщества фитопланктона выше среднего, особенно в октябре.

Таблица 3

Значения индекса сапробности по В. Сладечку (S), индекса видового богатства Маргалефа (Mg), индекса видового разнообразия Шеннона – Уивера по численности (Н₁) и биомассе (Н₂) фитопланктона в р. Лесной в июле и октябре 2021 г.

Месяц	№ пробы	S	Н ₁	Н ₂	Mg
Июль	1	1,69	4,04	3,71	2,73
	2	2,08	2,28	2,63	2,92
	3	1,87	3,17	2,72	3,39
Среднее		1,88	3,16	3,02	3,01
Октябрь	1	1,85	4,17	4,21	3,39
	2	1,99	4,38	2,57	3,30
	3	1,89	3,76	3,29	2,32
Среднее		1,91	4,10	3,36	3,00

Средние значения индекса Маргалефа изменялись от 3,02 в июле и до 3 в октябре, что свидетельствует о довольно большом видовом богатстве фитоценоза (табл. 3).

В результате исследования альгоценоза р. Лесной в 2021 г. было выявлено, что количественные характеристики фитопланктонного сообщества (численность, биомасса, количество выявленных видов) в июле и октябре находились практически на одном уровне. О смене сезона с летнего на осенний свидетельствует только изменение общего видового состава микроводорослей и доминантов по численности и биомассе.

По результатам анализа структуры таксономического состава фитопланктона р. Лесной в июле и октябре 2021 г. было зарегистрировано 86 таксонов водорослей, рангом ниже рода из шести отделов. Из полученных данных следует, что фитопланктонное сообщество реки состоит преимущественно из диатомовых и зеленых микроводорослей. Средние значения индексов сходства Жаккара и Серенсена – Чекановского свидетельствуют о сходстве летнего и осеннего фитоценозов. По значениям индекса Шеннона более сложная структура фитоценоза наблюдалась в октябре 2021 г. Средние значения индекса Маргалефа свидетельствуют о том, что видовое богатство летнего и осеннего фитоценозов находились на одном уровне.

Сапробиологическое состояние вод русла реки соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (умеренно загрязненные), что указывает на относительно благополучное ее состояние. Полученные материалы о структуре фитопланктона р. Лесной могут послужить основой ее биомониторинга.

Можно отметить, что количественные характеристики (численность, биомасса, количество выявленных видов) фитопланктонного сообщества р. Лесной были несколько ниже таковых данных в русле р. Северной Двины. Однако таксономический состав, средние значения индексов (Жаккара, Серенсена – Чекановского, Шеннона, Маргалефа) фитопланктона и сапробность вод находились на уровне аналогичных показателей в р. Северной Двине [10].

Работы велись в рамках производственного экологического контроля и мониторинга при строительстве перехода газопровода через р. Лесную.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Под ред. Н.М. Жила. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 612 с.
2. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб., 1992. – 318 с.

3. *Михеева Т.М.* Альгофлора Беларуси: таксономический каталог. – Минск, 1999. – С. 304–343.
4. *Комаренко Л.Е., Васильева И.И.* Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии. – М.: Наука, 1975. – 423 с.
5. Определитель пресноводных водорослей СССР / Под ред. М.М. Голлербах, В.И. Полянского. – М.: Сов. наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.
6. Определитель низших растений / Под ред. Л.И. Курсанова. – М.: Советская наука, 1953. – Т. 2. – 312 с.
7. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Прил. 1. Индикаторы сапробности. – М., 1977. – 91 с.
8. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
9. *Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.
10. *Медведева Е.В., Македонская И.Ю.* Летний фитопланктон реки Северная Двина // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Сборник трудов IX Науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием, посвящ. 140-летию ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2021. – С. 122–125.

УДК 639.2.081

А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков

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

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОННОГО ТРАЛОВОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ, БИОТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

При разработке донных траловых систем всегда имеет место определенный список эксплуатационных требований, которым донные тралы должны удовлетворять. В общем случае список требований включает функциональные требования, т. е. перечень количественных показателей объекта лова, на который направлено действие донного трала, показателей особых условий промысла и ограничений, при которых выполняется лов, экологичности лова, затрат энергии, затрат на информацию, значение сил и т. п. Неучет тех или иных особенностей эксплуатации донной траловой системы, как правило, приводит к существенным недостаткам в деятельности систем и орудий лова. Донные тралы, как следствие, могут быть неэффективны в работе, и тем самым к ним могут предъявляться особые технические условия. Разработаны предпосылки создания моделей процессов эксплуатации донного тралового комплекса с учетом комплексного влияния абиотических, биотических и антропогенных факторов и воздействия человеческого фактора на системы управления тралового комплекса.

Ключевые слова: донный трал, абиотический фактор, биотический фактор, антропогенный фактор.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev, P.V. Nasenkov

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

MODELLING THE OPERATION PROCESSES OF A BOTTOM TRAWLING COMPLEX, TAKING INTO ACCOUNT THE COMPLEX INFLUENCE OF ABIOTIC, BIOTIC AND ANTHROPOGENIC FACTORS

When designing bottom trawl systems, there is always a specific list of operational requirements that bottom trawls must meet. In general, the list of requirements includes functional requirements, i.e. a list of quantitative indicators of the object of fishing, to which the action of the bottom trawl is directed, indicators of special fishing conditions and restrictions under which fishing is performed, ecology, energy, information, forces, etc. Failure to take into account certain features of the operation of the bottom trawl system, as a rule, leads to significant shortcomings in the operation of systems and fishing gear, as well as a decrease in the environmental friendliness of the fishery. Bottom trawls, as a result, may be inefficient in operation. The prerequisites for creating models of the processes of operation of the bottom trawl complex are developed, taking into account the complex influence of abiotic, biotic and anthropogenic factors, and the impact of the human factor on the control systems of the trawl complex.

Key words: bottom trawl, abiotic factor, biotic factor, anthropogenic factor.

Всемирный фонд дикой природы (WWF) убежден, что для снижения негативного воздействия донного траления на морскую экосистему как в пределах, так и за пределами ИЭЗ, необходимо: минимизировать воздействия тралов на донные экосистемы (проведение полноценной оценки воздействия на донные сообщества, организация закрытых для донных тралений акваторий, снижение количества траулеров); разработать и внедрить новые системы управления и регулирования морскими экосистемами [1]. В случае если применение донного трала осуществляется с учетом экосистемного подхода и отвечает критериям независимых систем сертификации, Всемирный фонд дикой природы (WWF) поддержит такой промысел. Общая политика мирового сообщества в области рыболовства предусматривает, что управление рыболовством

осуществляется с точки зрения экосистемы и учитывается воздействие донных траловых систем на окружающую среду. Следовательно, для рационального и эффективного управления траловым промыслом необходимо иметь возможность количественно измерять влияние донных тралов на бентос водоема [2–9]. На сегодняшний день большинство исследований и методологий оценки воздействия донных тралов на бентос различаются по типу и оснастке тралов. Чтобы правильно проектировать и эксплуатировать донные траловые системы с уменьшенным воздействием на бентос, необходимо учитывать их влияние на уровне отдельных элементов траловой системы (траловых досок, грунттропа и кабелей) и на уровне отдельных компонентов и типов отложений на дне водоема (глубине хода траловых досок, грунттропа и кабелей). В рамках нашего исследования будет проведена количественная и качественная оценка физического воздействия на уровне элементов донных траловых систем, используемых на промысле.

В частности, это будет:

- определение глубины, на которую элементы траловой системы (траловые доски, грунттроп и кабели) проникают в морское дно;
- разработка прогностических моделей физического воздействия элементов траловой системы (траловых досок, грунттропа и кабелей);
- определение элементов траловой системы, оказывающих наибольшее воздействие на бентос;
- подготовка предложений для промысловиков о том, как модифицировать их донные тралы, чтобы уменьшить воздействие на бентос водоема.

Это позволит определить политику в области шадящего рыболовства и реализовать Стратегию развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации путем продвижения конкурентоспособного, экологически устойчивого и экономически выгодного рыболовства, внесет свой вклад в оценку показателей, касающихся физического воздействия донного тралового промысла, его влияния на среду обитания и целостность морского дна. Предполагается, что предложения по донному траловому промыслу будут использоваться для принятия решений в отношении разрешенной промысловой деятельности, что позволит рыбохозяйственному комплексу Российской Федерации подготовиться к будущим мерам управления и отреагировать на них, модифицировать свои донные тралы, разработать элементы донных траловых систем с меньшим воздействием на бентос водоема и соответствующим образом выбрать методы тралового промысла. Таким образом, обеспечивается постоянный доступ к рыболовным участкам и обеспечивается экологически устойчивая и экономически выгодная эксплуатация донных и придонных скоплений гидробионтов [10].

На рис. 1 изображена схема донной траловой системы.

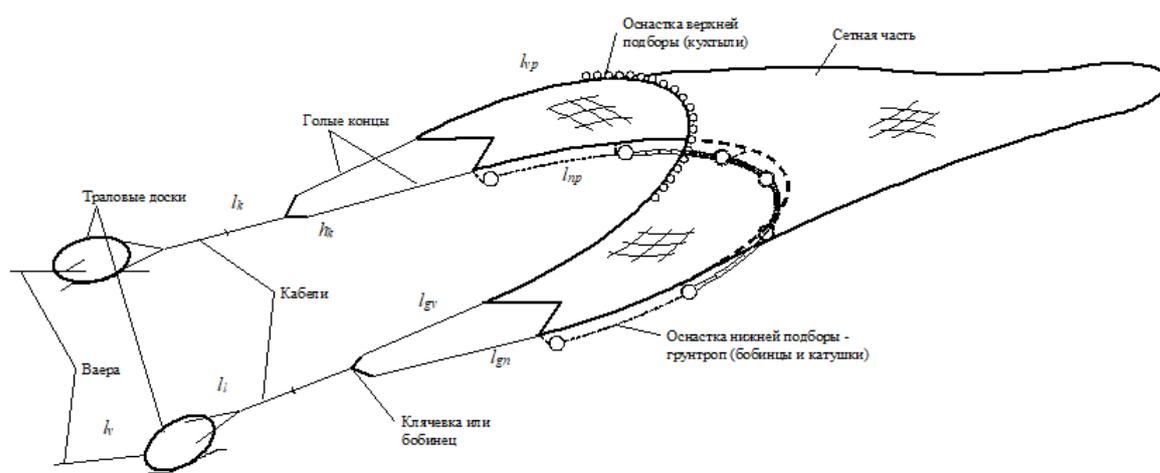


Рис. 1. Схема донной траловой системы

При рассмотрении любой физической и биологической системы, а такими являются донные траловые системы и объекты лова как объекты исследования, целесообразно распределить все переменные, характеризующие систему или имеющие к ней какое-либо отношение, на три множества (рис. 2):

- 1) входные переменные U_1, U_2, \dots, U_m , характеризующие внешние воздействия на входы систем;
- 2) переменные состояния X_1, X_2, \dots, X_n , – внутренние (промежуточные) переменные, совокупность которых полностью характеризует свойства системы;
- 3) выходные переменные Y_1, Y_2, \dots, Y_z , представляющие те реакции на внешние воздействия и те состояния системы, которые представляют интерес для исследователя.

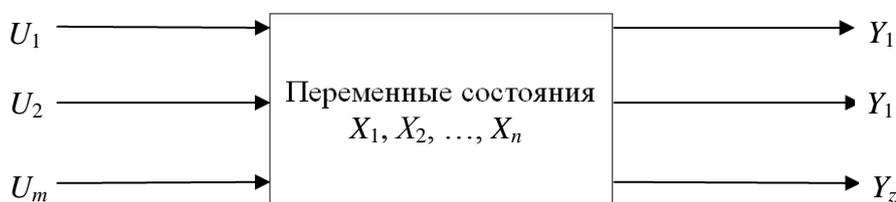


Рис. 2. Входные, переменные и выходные параметры системы

Рассмотрим абиотические, биотические и антропогенные факторы воздействия на системы управления тралового комплекса.

К абиотическим факторам относятся все влияющие на донную траловую систему параметры окружающей водно-воздушной среды и дна водоема: глубина места лова и связанное с ней давление воды; течение водных масс; сила ветра; волнение; температура воздуха и воды; наличие льда; соленость; прозрачность; характер и рельеф грунта и т. д. Абиотические факторы являются входными параметрами системы U (рис. 2). Входные воздействия U зависят от множества факторов окружающей водно-воздушной среды и дна водоема.

К биотическим факторам относятся все возможные влияния, которые испытывают промысловые гидробионты со стороны окружающих гидробионтов. Другими словами, влияние популяций рыб или других организмов на промысловый запас. Ограничения могут быть наложены на донный разовый промысел присутствием в районе морского зверя и птиц, присутствие в больших количествах молоди ценных пород рыб в распределенных стаях на дне водоема, а также наличие и распределение кормовых объектов. К данным факторам отнесем поведение рыб – комплекс условий, требующих от них определенного действия, чтобы выжить и сохранить потомство: скорость движения (бросковая, плавания); плотность скопления; распределение; реакция на раздражители; дальность видимости; миграции. На рис. 3 изображены представители донно-придонных слоев водоемов. Биотические факторы являются переменными параметрами системы X (рис. 2).

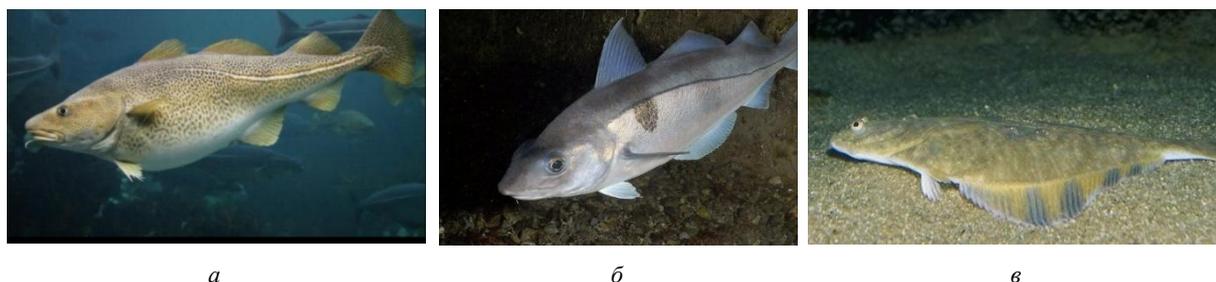


Рис. 3. Гидробионты: а – треска; б – пикша; в – камбала морская

Антропогенные факторы – это факторы, обусловленные воздействием человека на бентос водоема. Антропогенные факторы являются входными и переменными параметрами U и X (рис. 2). Контакт донных тралов с морским дном может привести к проникновению в грунт элементов донной траловой системы (траловых досок и грунтропа), боковому смещению бентоса и возникновению поля давления, передаваемого через бентос. Это также увеличивает суммарное сопротивление донных тралов. Следовательно, могут быть последствия для окружающей среды, а также воздействие на эффективность промысловых операций, что влияет на выбросы оксидов азота, оксидов серы и парниковых газов.

В ходе исследования проанализированы теоретические и опытные данные российских и зарубежных ученых по влиянию зарезания в грунт траловых досок и грунтропа донных тралов [4–26]. Обозначены результаты экспериментальных исследований, которые измеряют грунтодинамическое сопротивление траловых досок и грунтропа, которые представляют собой некоторые компоненты буксируемых элементов донных траловых систем, находящихся в контакте с морским дном. Доказано, что грунтодинамическое сопротивление элементов донных траловых систем зависит от их веса в воде, геометрии, типа грунта, глубины захода, удельного сопротивления грунта, связности грунта, коэффициента трения, коэффициента, учитывающего энергию на отбрасывание пласта грунта, зависящего от формы отвала и свойств грунта, скорости букировки и от того, катятся или нет детали грунтропа. В ходе исследования выявлено:

- грунтодинамическое сопротивление траловых досок увеличивается по мере увеличения веса;
- угол атаки, крена и дифферента траловой доски влияет на грунтодинамическое сопротивление, так как коэффициент, учитывающий энергию на отбрасывание пласта грунта, зависит от формы отвала и свойств грунта;
- грунтодинамическое сопротивление деталей грунтропа увеличивается по мере увеличения их веса;
- грунтодинамическое сопротивление неподвижных деталей грунтропа больше сопротивления качения;
- получена зависимость грунтодинамического коэффициента сопротивления кабелей от их удлинения, зарезания в грунт и угла атаки и деталей грунтропа;
- неподвижные детали оснастки донных траловых систем могут проникать в морское дно на меньшую глубину, когда они буксируются на более высоких скоростях, но когда они катятся, такой зависимости нет.

Переменными состояниями донной траловой системы X_1, X_2, \dots, X_n возможно управлять для снижения отрицательного воздействия на бентос водоема посредством системы «автотрал» [22].

Биотические факторы будем рассматривать в контексте наших исследований [27]. Скорость плавания рыбы в воде пропорциональна частоте и амплитуде колебаний тела и хвоста и укладывается в рамки определенных математических уравнений.

Донное и придонное траление широко признано одной из наиболее интенсивных форм широкого воздействия на бентос водоема, в результате которого во взвешенном состоянии образуются обширные шлейфы отложений и растворенных питательных веществ. Однако до сих пор нет информации о пробах в траловом шлейфе и нет понимания этих явлений. Этот недостаток знаний мешает понять более широкие последствия донного траления и разработки новых орудий рыболовства для ограничения влияния на бентос водоема. Понимание данного процесса позволит разработать эксплуатационные требования, которым донные тралы должны удовлетворять. В общем случае список требований включает функциональные требования, т. е. перечень количественных показателей объекта лова, на который направлено действие донного трала, показателей особых условий промысла и ограничений, при которых выполняется лов, экологичности лова, затрат энергии, затрат на информацию, значение сил и т. п.

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

Литература

1. Греков А.А., Павленко А.А. Сравнение ярусного и тралового донных видов промысла в Баренцевом море для разработки предложений по устойчивому использованию морских биоресурсов Баренцева моря. – Москва – Мурманск: Всемирный фонд дикой природы (WWF). – 52 с.
2. Коротков В.К. Трал, поведение объекта лова и подводные наблюдения за ними. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 271 с.
3. Коротков В.К. Реакция рыб на трал, технология их лова. – Калининград: СЭЖБ АО «МАРИНПО», 1998. – 397 с.
4. Fryer R.J., Summerbell K., O'Neill F.G. A meta-analysis of vertical stratification in demersal trawl gears // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2017. – Vol. 74 (8). – P. 1243–1250.

5. O'Neill F.G., Summerbell K., Ivanović A. The contact drag of towed demersal fishing gear components // *Journal of Marine Systems*. – 2018. – № 177. – P. 39–52.
6. Can pulse trawling reduce the mechanical impact on the benthic ecosystem in the bottom trawl fishery for sole? / A.D. Rijnsdorp, J. Depestele, N. Hintzen, A. Ivanović, F.G. O'Neill, H. Polet, J.J. Poos, J. van Rijssel // Abstract from ICES Annual Science Conference 2018. Hamburg, Germany.
7. Mitigating seafloor disturbance of bottom trawl fisheries for North Sea sole *Solea solea* by replacing mechanical with electrical stimulation / A.D. Rijnsdorp, J. Depestele, O.R. Eigaard, N.T. Hintzen, A. Ivanovic, P. Molenaar, F. O'Neill, H. Polet, J.J. Poos, T. van Kooten // *PLoS One*. – 2020. 15 (11).
8. Sediment mobilization by bottom trawls: a model approach applied to the Dutch North Sea beam trawl fishery / A.D. Rijnsdorp, J. Depestele, P. Molenaar, O.R. Eigaard, A. Ivanović, F.G. O'Neill // *ICES Journal of Marine Science*. – 2021. Vol. 78 (5). – P. 1574–1586.
9. Quantifying the resuspension of nutrients and sediment by demersal trawling / S.A. Breimann, F.G. O'Neill, K. Summerbell, D.J. Mayor // *Continental Shelf Research*. – 2022. – 233.
10. Некоторые особенности использования придонно-пелагических тралов при промысле донных видов рыб в Баренцевом море / В.В. Акишин, И.Г. Истомин, О.М. Латишин, А.Ю. Лихограев, П.Г. Михальчук, А.А. Павленко // *Известия Калининградского государственного технического университета*. – 2012. – № 24. – С. 207–213.
11. Биденко Г.Е. Механика грунтов // Сб. трудов АтлантНИРО. – 1971а. – Вып. L. – С. 33–54.
12. Биденко Г.Е. Испытания моделей досок в грунтовом канале // Сб. трудов АтлантНИРО. – 1971б. – Вып. L. – С. 55–67.
13. Биденко Г.Е. О влиянии грунта на форму устья трала // Сб. трудов АтлантНИРО. – 1971. – Вып. L. – С. 91–103.
14. Биденко Г.Е. Методика определения формы и площади устья сетной части трал // Сб. трудов АтлантНИРО. – 1971. – Вып. L. – С. 137–149.
15. Карпенко В.П., Фридман А.Л. Устройства раскрытия рыболовных тралов. – М: Пищевая промышленность, 1980. – 248 с.
16. Кондратьев В.П., Лисовский С.Ф. Экспериментальное исследование гидродинамических характеристик деталей грунтотропов // Сб. трудов КТИРПиХ. – 1975. – Вып. LVII. – С. 109–112.
17. Кондратьев В.П., Лисовский С.Ф. Анализ и пути повышения проходимости грунтотропов // Сб. трудов КТИРПиХ. – 1975б. – Вып. LVII. – С. 113–118.
18. Кондратьев В.П., Лисовский С.Ф. Проходимость донных тралов. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 111 с.
19. Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS) / L. Fiorentini, P.Y. Dremlere, I. Leonori, A. Sala, V. Palumbo // *Aquat. Living Resour.* – 1999. – № 12(3). – P. 187–205.
20. Fish herding model by ground rope / S. Fuwa, O. Sato, K. Nashimoto, N. Higo // *Nippon suisan gakkaishi*. – 1988. – № 54 (7). – P. 1155–1159.
21. Fuwa S. Fish herding model by ground ropes considering reaction of fish // *Nippon suisan gakkaishi*. – 1988. – № 55(10). – P. 1767–1771.
22. 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.
23. Shigeru F. Fish herding model by ground ropes considering reaction of fish // *Nippon Suisan Gakkaishi*. – 1989. – № 55 (10). – P. 1767–1771.
24. The shape of groundrope obtained field experiments / F. Shigeru, K. Hiroyuki, H. Masayasu, I. Takehiko, I. Munechika // *Nippon Suisan Gakkaishi*. – 1992. – № 58 (9). – P. 1633–1640.
25. Влияние угла атаки траловых досок на сопротивление и геометрические параметры донной траловой системы / М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин, В.А. Сафронов, Е.А. Захаров // *Известия Калининградского государственного технического университета*. 2012. – № 24. – С. 158–165.
26. Недоступ А.А., Ацапкин Е.К. Исследование коэффициента трения урезом снюрреводов // *Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2007»*. – Мурманск: МГТУ, 2007. – С. 1030–1033.
27. Математическое моделирование поведенческих характеристик стаи рыб при облове разноглубинным тралом / А.А. Недоступ, Б.А. Альтицуль, А.О. Ражев, С.В. Дятченко, О.М. Бедарева, А.А. Багрова // *Морские интеллектуальные технологии*. – 2019. – № 4 (46). – С. 181–185.

УДК 628.316(571.66)

Б.А. Опрышко¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина²

¹ Камчатский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru

ВНЕДРЕНИЕ МОДУЛЬНОЙ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ НА МАЛОМ ГРУППОВОМ ВОДОЗАБОРЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОСЕЛКА МУТНОГО ЕЛИЗОВСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. На малом групповом скважинном водозаборе поселка Мутного Елизовского городского поселения была введена в эксплуатацию модульная станция очистки воды серии «БМВО-10». Показано, что модульная водоочистная станция обеспечивает подачу воды потребителю в соответствии с требованиями СанПиН и может быть применена в децентрализованных системах водоснабжения Камчатского края.

Ключевые слова: модульная станция очистки воды серии «БМВО-10», малый групповой скважинный водозабор, химический анализ воды, цветность, железо, марганец, напорный фильтр, каталитическая загрузка, сорбционная загрузка, гипохлорит натрия.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina²

¹ Kamchatka Vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru

INTRODUCTION OF A MODULAR WATER TREATMENT PLANT AT A SMALL GROUP GROUND WATER INTAKE OF THE SETTLEMENT OF MUTNOY IN ELIZOVSKY DISTRICT

Drinking water should be epidemiologically safe, harmless in chemical composition and should have favorable organoleptic properties. A modular water treatment plant of the BMVO-10 series was put into operation at the small group borehole water intake of the village of Mutnoy of Elizovsky District. It is shown that a modular water treatment plant provides water supply to the consumer in accordance with the requirements of the SanPiN and can be used in decentralized water supply systems of Kamchatka Krai.

Key words: modular water treatment plant of the BMVO-10 series, small group borehole water intake, chemical analysis of water, chromaticity, iron, manganese, pressure filter, catalytic loading, sorption loading, sodium hypochlorite.

Организация водоснабжения обязана обеспечивать питьевое водоснабжение в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [1].

Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства [2].

В районах западного побережья и севера Камчатского края отмечается несоответствие качества питьевой воды по показателям: цветность, железо, марганец. Несоответствие качества питьевой воды отмечается в децентрализованных системах водоснабжения Камчатского края (малые населенные пункты, СНТ).



Рис. 1. Модульная станция очистки воды «БМВО-10»

В пос. Мутном Елизовского городского поселения вода из подземного источника не соответствует нормативным требованиям [3, 4] по показателям: цветность, мутность, запах, железо. Поэтому специалистами КГУП «Камчатский водоканал», ООО «Аквастройрус» (г. Новосибирск) и учеными КамчатГТУ была разработана технология очистки воды до показателей, соответствующих требованиям СанПиН [5–8]. На малом групповом скважинном водозаборе пос. Мутного была введена в эксплуатацию модульная станция очистки воды серии «БМВО-10» [8]. Внешний вид станции представлен на рис. 1.

Модульная водоочистная станция обеспечивает подачу воды потребителю в соответствии с требованиями СанПиН [3, 4, 8]. В таблице представлены сравнительные результаты химического анализа воды из скважины и после очистки.

Результаты химического анализа воды из скважин водозабора «Мутной» до и после очистки

№ п/п	Показатель	НД на методы исследования	Ед. изм.	Результат измерений массовой концентрации компонента $X_{cp} \pm \Delta$, мг/дм ³ . Показатель точности (границы абсолютной погрешности) при $P = 0,95$		Норматив, не более СанПиН 1.2.3685-21
				Скв. № 202	После очистки	
Место отбора						
1	рН	ПНД Ф 14.1.2:3.4.121-97	ед. рН	7,10 ± 0,20	7,2 ± 0,20	6–9
2	Сухой остаток	ПНД Ф 14.1.2.114-97	мг/дм ³	417 ± 38	405 ± 36	1000,0
3	Перманганатная окисляемость	ПНД Ф 14.1.2:4.154-99	мгО/дм ³	0,35 ± 0,17	<0,25	5,0
4	Жесткость	ГОСТ 31954-2012	Ж ⁰	4,90 ± 0,74	4,46 ± 0,67	7,0
5	Ион аммония	ПНД Ф 14.1.2:4.262-10	мг/дм ³	5,78 ± 1,16	0,15 ± 0,04	2,0
6	Цветность	ГОСТ 31868-12	градусы (Сг-Со)	64,51 ± 6,4	<1	20
7	АПАВ	ПНД Ф 14.1.2:4.158-00	мг/дм ³	<0,025	<0,025	0,5
8	Нефтепродукты	ПНД Ф 14.1.2:4.128-98	мг/дм ³	<0,005	<0,005	0,1
9	Нитрит-ион	ПНД Ф 14.1.2:4.3-95	мг/дм ³	<0,02	<0,02	3,0
10	Железо	ГОСТ 4011-72	мг/дм ³	2,28 ± 0,57	<0,05	0,3
11	Медь	ПНД Ф 14.1.2:4.48-96	мг/дм ³	<0,001	0,0032 ± 0,0015	1,0
12	Нитраты	ПНД Ф 14.1.2:4.4-95	мг/дм ³	0,36 ± 0,07	0,22 ± 0,07	45
13	Сульфаты	ГОСТ 31940-2012	мг/дм ³	90,7 ± 10	73,3 ± 8,1	500
14	Хлориды	ПНД Ф 14.1.2:3.4.111-97	мг/дм ³	53,4 ± 6,4	53,6 ± 6,4	350
15	Вкус при 20°C	ГОСТ Р 57164-16	Баллы	–	0	2
16	Запах при 20/60°C	ГОСТ Р 57164-16	Баллы	1/2	0/0	2
17	Мутность (по формазину)	ПНД Ф 14.1.2:4.213-05	ЕФМ	8,27 ± 1,65	<1	2,6

Система очистки воды выполнена с использованием напорных фильтров с каталитической и сорбционной загрузками. Действие загрузки основано на принципах каталитического и сорбционного окисления. Фильтрующий материал каталитического окисления предназначен для удаления растворенных в воде ионов железа и марганца, а также снижения мутности и цветности воды. Сорбционный (угольный) фильтр приводит качество воды к нормативам СанПиН

по органолептическим свойствам. Станция оборудована установкой для производства 0,8% гипохлорита натрия из поваренной соли и обеспечивает обеззараживание воды и водопроводных систем раствором дезинфектанта. Технологическое оборудование станции «БМВО-10» представлено на рис. 2.



Рис. 2. Технологическое оборудование станции «БМВО-10»

Автоматизированная система мониторинга модульной станции осуществляет контроль давления воды и остаточного хлора перед подачей в водопроводную сеть, температуры окружающей среды и воды из скважины, а также всех энергетических параметров работы оборудования. Для обеспечения постоянного энергоснабжения работы станции предусмотрен резервный источник – дизель-генераторная установка.

Работа станции водоочистки серии «БМВО-10» полностью автоматизирована и не требует постоянного присутствия персонала. Конструктивные особенности станции позволяют осуществлять ее быстрый монтаж и ввод в эксплуатацию. При необходимости станция может быть перемещена.

Использование модульной станции водоочистки серии «БМВО-10» в населенных пунктах и на объектах с децентрализованной системой водоснабжения позволит обеспечить население качественной водой, соответствующей нормативным требованиям.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 22.05.2020) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2020) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/70427212/> (дата обращения: 24.03.2022).
2. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022) (в ред. ФЗ от 14.07.2008 № 118-ФЗ) [Электронный ресурс]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=405056> (дата обращения: 24.03.2022).

3. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 24.03.2022).

4. СанПиН 2.1.3684-21. «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 24.03.2022).

5. *Швецов В.А., Опрышко Б.А.* Обеспечение питьевой водой жителей Петропавловск-Камчатского городского округа при ЧС // Комплексное обеспечение региональной безопасности: Сб. тр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 99–100.

6. О проблеме истощения источников подземных питьевых вод в Камчатском крае / *Б.А. Опрышко, Ю.Н. Фиронов, В.А. Швецов, О.А. Белавина, М.П. Гузь* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Ключкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – С. 137–141.

7. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.* Оценка перспектив расширенного использования малого группового водозабора села Центральные Коряки // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Ключкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 115–118.

8. Блок-модульная установка очистки воды БМВО-10. ПАСПОРТ. Общество с ограниченной ответственностью «Аквастройрус». РФ. Новосибирск. 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <http://aquastroyrus.ru/mobilnyu-blokmodul> (дата обращения: 24.03.2022).

УДК 627.1(571.66)

В.Л. Самохвалов

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
Магадан, 685003
e-mail: mokhva@yandex.ru*

ПОРЯДКИ ВОДОТОКОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ РАЗМЕРА

Рассмотрены основные параметры водотоков и их бассейнов с порядками этих водотоков. Речные сети и их бассейны построены в геоинформационной системе ARCGIS. Там же определены и порядки речных притоков. Показаны зависимости этих параметров. Для всего региона приводятся осредненные параметры размеров бассейнов разных порядков. Максимальный порядок водотока для края равен 8. Вычисленные и справочные данные приведенных параметров показали достоверно близкие значения. Порядок водотока может служить показателем их размера.

Ключевые слова: порядок водотока, площадь водосбора, периметр водосбора, длина водотока, коэффициент корреляции.

V.L. Samokhvalov

*Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Magadan, 695000
e-mail: mokhva@yandex.ru*

STREAM ORDERS OF THE KAMCHATKA TERRITORY AS AN INDICATOR OF THEIR SIZE

The main parameters of watercourses and their basins with the orders of these watercourses have been considered. River systems and their basins are built in the geographic information system ARCGIS. The orders of river tributaries are also determined by ARCGIS. Dependences of these parameters are shown. The average parameters of the basin sizes of different orders are given for the whole region. The maximum order of the watercourse for the region is 8. The calculated and reference data of the given parameters have shown reliable close values. The order of the stream can be an indicator of their size.

Key words: stream order, catchment area, drainage perimeter, stream length, correlation coefficient.

Порядок водотока по Стралеру [1] может рассматриваться как сложность водотока, так и как показатель его размеров. Обычные параметры рек, такие как протяженность или размер водосборного бассейна, дают объективную их оценку в большинстве случаев, но при некоторых исследованиях они недостаточны и тяжелы для оценки некоторых связей. Так, сообщества гидробионтов небольшого ручья и крупной реки, безусловно, отличаются по составу организмов и их количественной представленности. Этому могут способствовать и закономерные биотопические изменения, и меняющиеся от истоков к устью направленность и сила русловых процессов, другие гидрологические и биотические факторы. В таких случаях более объективным показателем размера водотока может оказаться его порядок. С использованием порядков возможно сравнение удаленных друг от друга рек. Когда обычные количественные показатели не описывают адекватно какие-то связи, в статистических исследованиях используются порядки этих показателей. Если в силу каких-либо причин обычный коэффициент корреляции не описывает связь между исследуемыми параметрами, то используют коэффициент ранговой корреляции, и он дает более правильные значения показателей связи исследуемых величин. На наш взгляд, порядок водотока является таким ранговым показателем и может служить характеристикой величины и сложности водотоков речной системы.

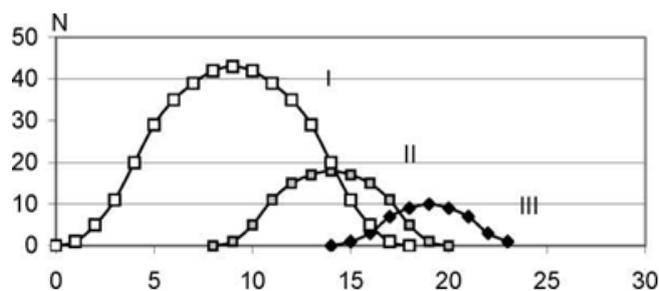


Рис. 1. Частота встречаемости (N) бассейнов 1–3 порядков в зависимости от их площади (F): I – первого порядка; II – второго порядка; III – третьего порядка

Общие положения структуры бассейнов и порядка водотоков на них рассмотрены в работе [2]. Здесь порядки водотоков и их бассейнов рассматриваются в свете бассейновой организации географических систем. Показано, что размеры водотоков малых порядков не дискретны (рис. 1). Они часто пересекаются по площадям, т.е. водотоки с одинаковой площадью могут относиться к разным порядкам. Площади водосборов с уменьшением их порядка убывают в 3–4 раза. Соответственно изменяются и длины водотоков.

В данной работе приводится попытка охарактеризовать порядки водотоков на территории Камчатского края – размеры их бассейнов (площадь водосбора, периметр, максимальная длина) и длину водотоков.

Порядки водотоков региона определялись с использованием геоинформационной системы ARCGIS версии 10.4. Для работы использовались высотные данные поверхности Земли, полученные с использованием SRTM [3]. Поскольку размер и само количество порядков притоков сильно зависят от масштабов карт, для приведения гидрологических параметров к масштабу 1 : 100 000 при обработке параметров речной сети использовали сток из 250 ячеек. Именно при таком стоке полученная карта имела хорошее совпадение истоков водотоков с картой сотысячного масштаба для бассейна ручья Туманного на побережье Охотского моря Магаданской области [4].

По карте высот было построено 298 бассейнов водотоков (рис. 2). Их размеры находились в пределах от 1 км² у малых водотоков до 73 661 км² у крупнейшей реки края – р. Пенжина. Суммарная площадь этих бассейнов составила около 39% от общей площади Камчатского края.

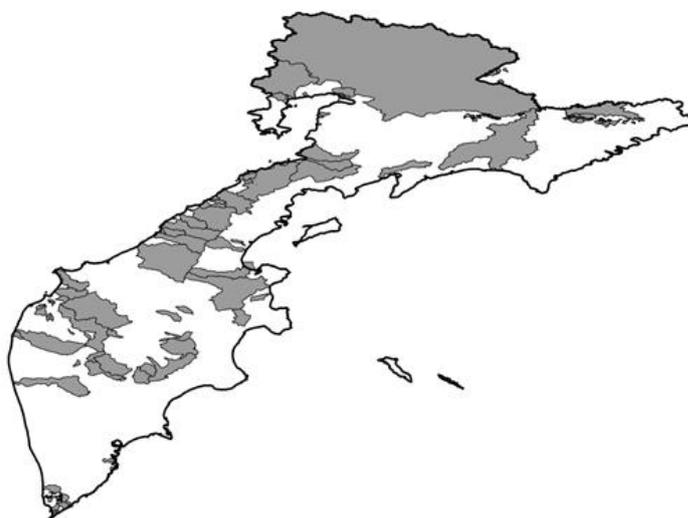


Рис. 2. Схема расположения обследованных бассейнов водотоков (затемненная область) Камчатского края

Поскольку сведения о площадях водосбора для небольших рек в справочнике [5] отсутствуют (лишь для 440 водотоков из более чем пяти с половиной тысяч водотоков приведены данные о размерах водосборной площади), для сравнения вычисленных и справочных данных были рассмотрены данные размеров площадей водосборов десяти крупных рек с четвертого по восьмой порядки (табл. 1). Результаты показали их высокое сходство. Разница между этими показателями не превышала 2,6%, обычно составляя значительно меньшую величину (0,2–1,9%).

С целью выяснения связей между характеристиками водосборных площадей водотоков и их порядком использовались статистические методы. В частности, методы корреляционного и регрессионного анализов.

Параметры водосборов некоторых крупных рек Камчатского края

Река	Длина бассейна тах, км	Расстояние исток – устье, км	Периметр водосбора, км	Порядок водотока	Площадь водосбора том 20, км ²	Вычисленная площадь водосбора, км ²
Пенжина	449	292	1964	8	73 500	73 661
Тигиль	206	187	831	7	17 800	17 748
Апука	216	214	869	7	13 600	13 857
Пахача	231	199	961	6	11 700	11 800
Большая	119,8	92,9	779	6	10 527	10 800
Воямполка	139	137	519	6	7 950	8 104
Тылхой	121	120	511	6	5 950	5 907
Пустая	144	135	502	6	5 620	5 536
Пымта	89	86	261	4	1 035	1 050
Ливриваям	55	53	185	5	1 033	1 040

Анализ бассейнов рек Камчатского края показал, что максимальный порядок водотока приходится на крупнейшую реку края – Пенжину и составляет 8. Количество рек более низких порядков прогрессивно увеличивается – восьмого порядка – 1, седьмого – 4, шестого – 29 и т. д. Осредненные показатели бассейнов обследованных рек приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Некоторые осредненные показатели обследованных водотоков

Показатели	Порядок водотока	Площадь водосбора, кв. км	Периметр водосбора, км	Максимальный размер бассейна, км	Кратчайшее расстояние от истока до устья, км
Среднее	2,5	815	83	23	21
Ошибка	0,1	268	10,7	1,5	1,5
Максимум	8	73 661	1 964	449	292
Минимум	1	1	5	1,7	0,1

Параллельно с увеличением порядка водотоков происходит изменение величины водосборных площадей, их периметра и максимального размера. Кроме того, увеличиваются размеры водотоков. Зависимости этих показателей не прямо пропорциональны. Для всех связей проведены линеаризующие преобразования. Так, взаимосвязь площади водосбора с порядком описывается полиномиальной функцией, остальные показатели – степенной (рис. 3). Следует отметить, что графики на этом рисунке построены по средним значениям показателей для порядков. О сильной степени связи всех этих показателей с порядками свидетельствуют высокие коэффициенты корреляции – выше $r = 0,99$ для всех параметров.

При том, что для всех приведенных показателей размеров бассейнов и водотоков с их порядками существует теснейшая, близкая к функциональной связь, следует отметить, что интервалы всех показателей при переходе от предыдущего к следующему порядку пересекаются, то есть максимальное значение предыдущего порядка часто выше минимального значения следующего порядка. Иногда эти значения пересекаются не только для соседних порядков, но и через порядок. Так, максимальная водосборная площадь водотоков первого порядка выше минимального значения этого параметра не только второго, но и третьего порядка. Такого же рода картина наблюдается, например, и для размеров бассейнов. Максимальное значение размера бассейна водотоков первого порядка выше, чем минимальные значения водотоков второго и третьего порядков. Максимальный периметр бассейнов первого порядка выше минимальных периметров бассейнов второго и третьего порядков. Исключение составляют лишь размерные показатели р. Пенжина, которые заметно выше максимальных размеров водотоков и их бассейнов седьмого и меньших порядков.

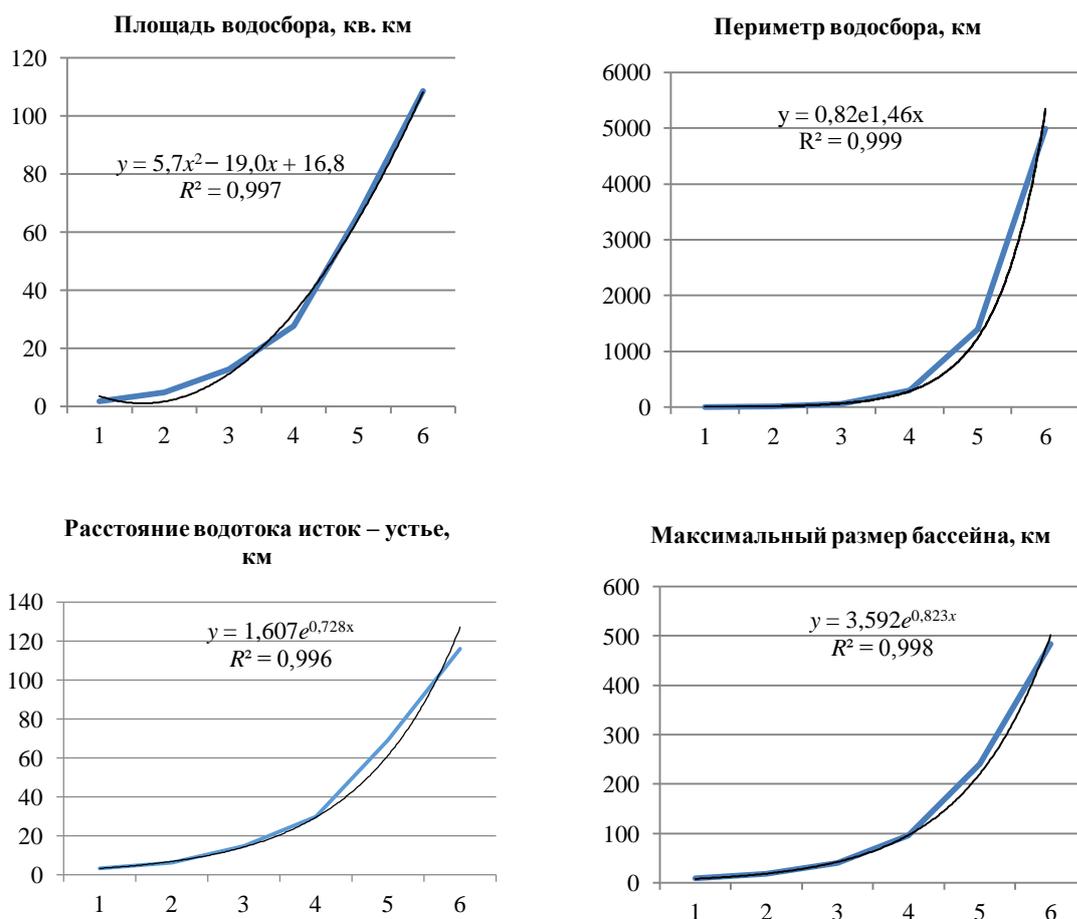


Рис. 3. Взаимосвязь параметров водотоков и водосборов Камчатского края с порядками водотоков

Рассмотренные связи параметров водосборов и водотоков на них с порядками водотоков показали крайне высокую степень связи между ними. С увеличением порядка водотока увеличиваются их размеры и размеры их бассейнов. Зависимости между исследуемыми параметрами описывались с помощью полиномиальной и степенных функций с высокими коэффициентами корреляции при проведении линеаризующих преобразований. Однако точно определить, к какому порядку относятся параметры водотоков и водосборов, часто не удается. Это происходит по причине того, что максимальные размеры исследованных параметров часто превышают минимальные значения следующего (следующих) порядков. Опираясь на осредненные данные по параметрам водосборных площадей и водотоков, можно лишь приблизительно определять порядки. Наиболее точные совпадения при определении порядков будут наблюдаться в районе средних значений размерных показателей водосборов и водотоков.

Литература

1. *Strahler A.N.* Quantitative analysis of water shed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. – 1957. – Vol. 8, № 6. – P. 913–920.
2. *Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю.* Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки // Эрозия почв и русловые процессы. – Вып. 14. – М., 2004. – С. 7–33.
3. *Hormann C.* Linked coverage map of elevation [Электронный ресурс]. – URL: http://viewfinderpanoramas.org/Coverage%20map%20viewfinderpanoramas_org3.htm.
4. *Самохвалов В.Л., Ухов Н.В.* Геоинформационные карты рельефа Северо-Востока Азии как основа изучения морфологии речных бассейнов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2020. – № 4. – С. 14–20.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 20. Камчатка. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 368 с.

УДК 504.455(470.26)

**Е.А. Севостьянова, А.С. Меньшенин, А.Э. Никрашевская,
А.С. Глинская, Н.А. Цупикова**

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru*

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАЛИНИНГРАДА

В работе проведена оценка текущего состояния городских водоемов Калининграда по данным гидрохимического мониторинга. Рассмотрены морфометрические параметры прудов Шенфлиз, Голубого, Пелавского и озера Карповского. Проведена оценка качества воды, выявлены проблемы, связанные с рекреационным использованием. Все купальные водоемы имеют искусственное происхождение, являются бывшими карьерами и располагаются в окраинных частях города. Этим объясняются сходства в морфометрических параметрах. Исследуемые водоемы относятся к категории малых и средних прудов и являются бессточными, что также влияет на качество их вод.

Ключевые слова: гидрохимическая характеристика, оценка качества воды, купальные водоемы.

**E.A. Sevostianova, A.S. Menshenin, A.E. Nikrashevskaya,
A.S. Glinskaya, N.A. Tsupikova**

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru*

CURRENT ECOLOGICAL CONDITION OF RECREATIONAL WATER BODIES IN KALININGRAD

The paper describes the current ecological condition of urban water bodies in the city of Kaliningrad according to hydrochemical monitoring data. The morphometric parameters of the Shenfliz, Goluboy and Pelavsky ponds and the Karpovskoe lake are considered. An assessment of water quality has been carried out, problems associated with recreational use have been identified. All bathing ponds are of artificial origin, are former quarries and located in the outskirts of the city. This explains the similarities in their morphometric parameters. The studied reservoirs are classified as small or medium and stagnant ponds, which also affects the quality of their waters.

Key words: hydrochemical characteristics, water quality assessment, bathing reservoirs.

Калининградская область последние несколько лет регулярно попадает в число самых востребованных туристических направлений благодаря своему расположению на морском побережье и природно-климатическим условиям региона. В 2021 г. регион посетили 1,9 млн человек [1]. Увеличилась рекреационная нагрузка и на внутренние водоемы, калининградцы все чаще стали выбирать удобные по расположению и менее востребованные туристами водные объекты. К таким водоемам можно отнести Пелавский, Карповское, Шенфлиз, Голубой, которые официально включены в перечень озер и прудов, разрешенных к купанию [2], – объекты настоящего исследования (рисунок).

Акваэкосистемы с непроточной водой особенно уязвимы, и поэтому влияние деятельности человека на качество их воды сказывается сильнее по сравнению с реками. При исследовании качества воды в таких водоемах важно оценивать биологические, физико-химические параметры среды, влияющие на способность к самоочищению, и их изменение во времени.

В России всегда большее внимание исследователей и управленцев было направлено на изучение крупных водоемов, и лишь недавно стало появляться больше работ, посвященных

использовались спектрометрические методы: фосфор фосфатов – метод Морфи – Райли, азот аммонийный – метод Несслера, нитриты – с реактивом Грисса. Перманганатная окисляемость определялась методом обратного титрования с использованием KMnO_4 (с избытком щавелевой кислоты). Отбор проб проводился ежемесячно в дневные часы, также во время пляжного сезона выполнялись подсчет отдыхающих и осмотр береговой линии и прилегающей территории на наличие свалок отходов и вытаптывания растительности.

Таблица 1

Морфометрические параметры водоемов купального назначения

Параметр	Карповское	Пелавский	Шенфлиз	Голубой
Площадь водного зеркала, га	8,6	4,3	9,1	19–24*
Длина, км	0,4	0,3	0,5	0,9
Средняя ширина, км	0,2	0,1	0,2	0,2
Максимальная ширина, км	0,28	0,15	0,32	0,41
Средняя глубина, м	2,4	5,3	3,1	Около 10
Протяженность береговой линии, км	1,2	0,9	1,2	2,7
Коэффициент извилистости	1,2	1,2	1,1	1,0

* В зависимости от уровня воды.

Оценка качества воды прудов Шенфлиз, Пелавского, Голубого, озера Карповского проводилась в соответствии с экологической классификацией качества поверхностных вод суши по О.П. Окснюк и В.Н. Жукинскому [6]. Исследования показали, что в большинстве водоемов качество воды сохраняется на высоком уровне (табл. 2)

Таблица 2

Оценка качества воды по О.П. Окснюк и В.Н. Жукинскому

Сезон	Водоем	Разряды качества воды по содержанию исследуемых элементов				
		Кислород, %	Перманганатная окисляемость, $\text{мгО}/\text{дм}^3$	Азот аммонийный, $\text{мгN}/\text{дм}^3$	Нитриты, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Фосфаты, $\text{мгP}/\text{дм}^3$
Весна	Шенфлиз	3а	2а	3а	3а	2а
	Карповское	3а	4а	3а	4а	2б
	Пелавский	3а	3а	2б	4а	2а
	Голубой	3а	2б	3б	3а	2а
Лето	Шенфлиз	3а	3а	3б	4а	2а
	Карповское	3а	4а	3а	4б	3а
	Пелавский	2а	3а	2б	3б	2а
	Голубой	3б	3б	2б	3а	2а
Осень	Шенфлиз	2а	2б	2б	2б	1
	Карповское	3б	4а	3а	4б	2б
	Пелавский	4б	2б	2б	3а	1
	Голубой	4а	2б	3б	2а	2а

Примечание. Разряды качества воды: 1 – предельно чистая; 2а – очень чистая; 2б – вполне чистая; 3а – достаточно чистая; 3б – слабо загрязненная; 4а – умеренно загрязненная; 4б – сильно загрязненная.

По степени загрязненности вод весной все водоемы можно отнести к категории «чистые». В пруду Шенфлиз по всем исследуемым показателям качество воды характеризуется как очень чистая – достаточно чистая [7–8]. В прудах Голубом и Пелавском наблюдались повышенные концентрации одного из анализируемых элементов. В обоих случаях это были соединения азота: в Голубом – азот аммонийный, в Пелавском – нитриты, из-за чего качество воды по этим элементам попадает в разряд загрязненных вод. В оз. Карповском снижение качества фиксировалось как по нитритам, так и по перманганатной окисляемости, и вода оценивалась как умеренно загрязненная (4а).

Летом уровень загрязнения воды возрастал во всех водоемах, кроме пруда Пелавского, где вода была даже более чистой по содержанию кислорода и нитритам либо находилась на том же

уровне. В пруду Голубом выявлено уменьшение насыщения воды кислородом и рост величины перманганатной окисляемости (в обоих случаях до разряда слабо загрязненные воды – 3б). В Шенфлизе обнаружено увеличенное содержание нитритов (4а) и азота аммонийного (3б). Сильнее всего снизилось качество воды в оз. Карповском, по средней концентрации нитритов вода сильно загрязненная (4б).

Осенью качество воды в прудах в целом вновь приблизилось к чистым водам. В Шенфлизе категория становится даже выше, чем в весенние месяцы. В остальных водоемах наблюдается выраженный дефицит кислорода, в Карповском сохраняются высокие концентрации нитритов (до 4б).

Повышению в воде содержания некоторых элементов способствует организация отдыха на водоемах, особенно если она осуществляется с нарушением предъявляемых требований. На исследуемых объектах не соблюдаются условия организации площадок с твердым покрытием для парковки автотранспорта, в связи с этим отдыхающие паркуют автомобили на грунте и зеленых насаждениях у уреза воды на расстоянии 20–70 м [9–10]. Площадь пляжной зоны на водоемах сильно различается: от 500–600 (Карповское) до 3 000 м² (Голубой), что оказывает влияние на перераспределение антропогенной нагрузки по площади водоема. Площадью пляжа обусловлено количество потенциальных рекреантов и их обеспеченность пляжем. Так, например, пруд Голубой благодаря своим морфометрическим характеристикам имеет большую рекреационную емкость, чем другие водоемы. На нем организовано два официальных пляжа, но этого все же недостаточно, и возникает множество мест несанкционированного отдыха. Это, с одной стороны, способствует более равномерному распределению биогенной нагрузки от купающихся на воде пруда, но, с другой стороны, провоцирует возникновение кострищ, свалок мусора, парковку автомобильного транспорта вблизи уреза воды на необустроенных участках побережья, усиливая тем самым антропогенное воздействие на береговую полосу и изменяя ландшафт. На остальных водоемах официальный пляж, как правило, занимает малую часть побережья, что при отсутствии необходимых условий для перемешивания водных масс оказывает большее влияние на используемую для купания акваторию. В результате наблюдается ускоренная эвтрофикация части водоема с повышенным воздействием: возрастает содержание органических веществ, снижается насыщение воды кислородом из-за преобладания деструктивных процессов. Конечными продуктами таких процессов являются минеральные соединения биогенных элементов (азота, фосфора, серы, железа), а при бактериальном разложении органических веществ в анаэробных условиях – метан, сероводород, водород, аммиак. Впоследствии водоемы больше не могут использоваться для купания из-за ухудшения качества воды, появления токсичных водорослей и опасных микроорганизмов.

Водоемы Калининграда, официально разрешенные для отдыха и купания, имеют искусственное происхождение. Их возникновение связано с выработкой карьеров для добычи строительных материалов. Все исследованные озера и пруды имеют схожие морфометрические показатели, которые объясняют взаимосвязь качества воды и рекреационной деятельности.

По результатам лабораторного анализа проб воды была произведена оценка качества. Согласно классификации О.П. Оксьюк и В.Н. Жукинского наиболее чистыми являются воды пруда Шенфлиз. В большинстве водоемов качество воды сохраняется на высоком уровне, однако отмечена тенденция к ухудшению качества воды в Шенфлизе, Карповском и Голубом в летнее время с ростом интенсивности антропогенной нагрузки. В целом качество воды всех исследованных водных объектов удовлетворяет требованиям, предъявляемым к купальным водоемам. Периодически наблюдаемый дефицит кислорода, большое содержание органического вещества, повышение концентрации биогенных элементов, вероятно, связано с внешней нагрузкой, оказываемой отдыхающими на малые городские водоемы, а также с диффузным стоком с прилегающих территорий. Изучаемые гидрохимические элементы не способны вызвать какие-либо отклонения в здоровье купающихся, однако их содержание напрямую связано с биологическими процессами в водоемах и может способствовать цветению водоема и изменению его санитарно-эпидемиологического статуса. Потенциально опасные виды фитопланктона ранее уже встречались в пруду Пелавском [11]. При массовом развитии они продуцируют гепато- и нейротоксины, опасные для человека и животных. Неоднократно в зонах отдыха на водоемах фиксировались различные нарушения: парковка транспортных средств в водоохранной зоне, отдых в неотведенных для этого местах, твердые коммунальные отходы в пляжной зоне и т. д.

В настоящее время, согласно опубликованным данным Роспотребнадзора, в исследуемых водоемах отсутствуют опасные для человека микроорганизмы, купание официально разрешено [12].

Значительная и неконтролируемая антропогенная нагрузка как на акваторию водоемов, так и на их прибрежные зоны и окружающие ландшафты, может приводить к снижению рекреационной, эстетической и экологической ценности. Во избежание ухудшения качества воды в купальных водоемах необходимо соблюдать существующее экологическое законодательство, не допускать попадание сточных вод, проводить систематические работы по благоустройству берега и пляжа.

Литература

1. Национальный туристический рейтинг – 2021 // Информ-24: Парламентские новости [Электронный ресурс]. – URL: <https://inform-24.com/20389-nacionalnyj-turisticheskij-rejting-2021.html> (дата обращения: 06.02.2022).
2. Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://39.rosпотребнадзор.ru/> (дата обращения: 06.02.2022).
3. *Цупкиова Н.А., Меньшенин А.С., Алдушин А.В.* Морфометрическая характеристика пруда Шенфлиз (г. Калининград) // Известия КГТУ – 2021. – № 62. – С. 35–49.
4. *Цупкиова Н.А., Лозицкая Е.А., Алдушин А.В.* Морфометрические характеристики пруда Пелавского (г. Калининград) // Известия КГТУ. – 2018. – № 49. – С. 55–66.
5. *Лозицкая Е.А., Цупкиова Н.А., Берникова Т.А.* Морфометрические особенности озера Карповского (Калининград) // VIII Балтийский морской форум: Материалы VIII науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (5–10 октября 2020 г.). – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2020. – С. 148–157.
6. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / *О.П. Оксийук, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский, П.Н. Линник, М.И. Кузьменко, В.Г. Кленус* // Гидробиологический журнал. – 1993. – № 4. – С. 62–76.
7. *Цупкиова Н.А., Меньшенин А.С.* Оценка состояния пруда Шенфлиз (г. Калининград) по гидрохимическим показателям в 2018 году // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 128–132.
8. *Меньшенин А.С., Цупкиова Н.А.* Оценка состояния пруда Шенфлиз (г. Калининград) по гидрохимическим показателям в 2019 г. // Вестник молодежной науки. – 2021. – № 5 (32) [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2022/02/Statya-10-Menshenin.pdf> (дата обращения: 14.02.2022).
9. *Меньшенин А.С., Цупкиова Н.А.* Изучение внешней нагрузки на пруд Шенфлиз (город Калининград) в 2018–2019 гг. // IX Балтийский морской форум: Материалы IX науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (4–9 октября 2021 г.). – Калининград: Издательство БГАРФ, 2021. – С. 108–114.
10. *Цупкиова Н.А., Лозицкая Е.А.* Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние пруда Пелавского (г. Калининград) в 2016 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017 – С. 139–143.
11. *Бугранова О.С., Цупкиова Н.А., Лозицкая Е.А.* Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015–2016 гг. // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 22–33.
12. Лето 2021: качество воды в местах для купания постоянно контролируется лабораторно [Электронный ресурс] / Роспотребнадзор. – URL: <http://39.rosпотребнадзор.ru/content/leto-2021-kachestvo-vody-v-mestah-dlya-kupaniya-postoyanno-kontroliruetsya-laboratorno> (дата обращения: 17.02.2022).

УДК 574.583:551.464(265.54)

К.О. Тевс¹, О.Г. Шевченко^{2,3}

¹ *Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, 690920;*

² *Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087;*

³ *Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток, 690041
e-mail: 713553@mail.ru*

МОНИТОРИНГ ФИТОПЛАНКТОНА В МЕЛКОВОДНОЙ БУХТЕ ЖИТКОВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

В результате исследования фитопланктона в бух. Житкова, где до 2000-х годов располагался склад горюче-смазочных материалов Тихоокеанского флота, получены данные о видовом составе и количественных характеристиках в летний период 2019 г. Идентифицировано 78 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей из 6 отделов. Плотность клеток фитопланктона изменялась от 154,0 тыс. кл/л до 503,6 тыс. кл/л. Проведен сравнительный анализ данных мониторинга микроводорослей со сведениями, опубликованными в литературе, о содержании нефтепродуктов в донных отложениях прибрежной зоны исследуемой акватории.

Ключевые слова: фитопланктон, количественные характеристики, видовой состав, нефтепродукты, бухта Житкова, Японское море.

K.O. Tevs¹, O.G. Shevchenko^{2,3}

¹ *Far Eastern Federal University,
Vladivostok, 690920;*

² *Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087;*

³ *A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS,
Vladivostok, 690041
e-mail: 713553@mail.ru*

PHYTOPLANKTON MONITORING IN THE SHALLOW ZHITKOV BAY (PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)

As a result of the study of phytoplankton in the Zhitkov Bay, where until 2000 the warehouse of fuel and lubricants of the Pacific Navy was located, data on the species composition and quantitative characteristics were obtained in the summer of 2019. 78 species and intraspecific taxa of microalgae from 6 divisions were identified. The phytoplankton cell density varied from 154,0 thousand cells/L to 503,6 thousand cells/L. A comparative analysis of the monitoring data of microalgae with the information published in the literature on the content of oil products in the bottom sediments of the coastal zone of the studied water area has been carried out.

Key words: phytoplankton, quantitative characteristics, species composition, oil products, Zhitkov Bay, Sea of Japan.

В настоящее время на передний план изучения экологии водных экосистем выступают проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды в условиях антропогенного воздействия на экосистему. Для оценки состояния прибрежных акваторий и их дальнейших изменений необходимы сведения как об отдельных компонентах, так и об экосистемах в целом. В то же время хорошо известно, что фитопланктон является одним из важнейших элементов водных сообществ, участвующий в формировании качества вод [1, 2].

Содержание нефтепродуктов в морских, океанических водах и осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм³. В загрязненных нефтепродуктами морских водах концентрация естественных углеводов может колебаться от 0,01 до 0,10 мг/дм³ и выше [3]. Качество воды зависит от степени развития микроводорослей, поскольку массовое развитие фитопланктона может вызывать «цветение» воды, сопровождаемое рядом негативных последствий [4, 5]. Одним из важных факторов, контролирующих продукцию фитопланктона в прибрежных водах, является поступление биогенных веществ как с прилегающей суши, так и в результате водообмена с открытым морем. При этом ключевой особенностью прибрежных морских экосистем является сезонная неравномерность поступления биогенных веществ и токсикантов извне в сочетании с сезонностью развития фитопланктона [6]. Очевидно, что обнаружение зависимостей и причинно-следственных связей между изменением химического состава прибрежных вод и вариациями фитопланктонного сообщества необходимо для понимания контролирующих процессов и прогноза качества среды прибрежных экосистем. Отмечается, что в природных условиях в местах поступления нефтепродуктов интенсивно развиваются а-мезосапробные формы, наблюдается резкое снижение числа видов и изменение численности оставшихся [7, 19].

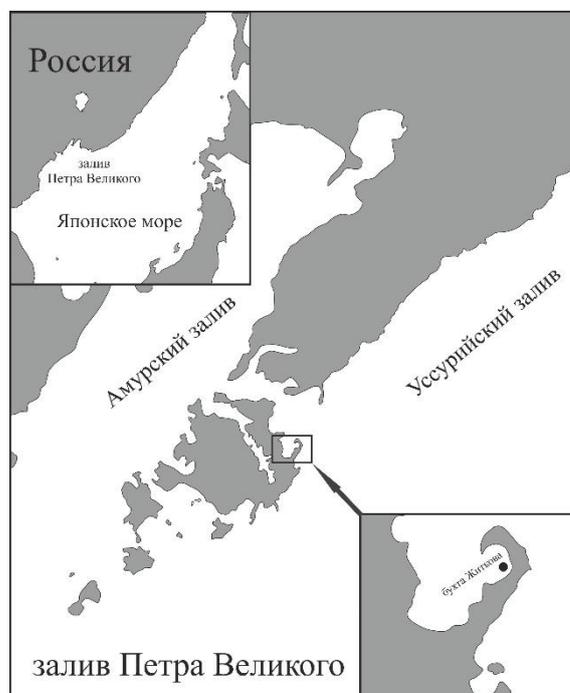
По данным литературы [8], восточное побережье бух. Житкова значительно загрязнено нефтепродуктами, что является следствием размещения до 2000-х годов склада горюче-смазочных материалов Тихоокеанского флота, утечками нефтепродуктов от морского транспорта и непосредственно заносом течением с акваторий бухт близ г. Владивостока.

Цель работы – изучить видовой состав и степень обилия микроводорослей в бух. Житкова.

В основу работы легли батометрические планктонные сборы, выполненные в летний период с июня по август 2019 г. в бух. Житкова (43°00'59.7" с. ш., 131°55'41.6" в. д. (рисунок)). На берегу бухты расположен научно-образовательный комплекс «Приморский океанариум» – филиал Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук. Пробы микроводорослей собирали у поверхностного горизонта воды два раза в месяц 5-литровым батометром Нискина, одновременно измеряли температуру и соленость при помощи многопараметрического зонда HORIBA U-52G (HORIBA Advanced Techno Co., Ltd., Japan).

Для исследования микроводорослей материал фиксировали раствором Утермеля до бледно-желтого цвета. Концентрирование проб объемом 1 литр производили методом осаждения [9]. Плотность клеток микроводорослей подсчитывали в счетной камере Нажотта объемом 0,05 мл. Биомассу микроводорослей оценивали объемным методом, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток каждого вида [10]. «Цветение» воды рассматривали как массовое развитие водорослей, плотность клеток которых превышала 10⁶ кл/л [11]. Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20% от общей плотности всех видов в сообществе. Фитопланктон исследовали с помощью светового микроскопа Olympus BX 41 (Olympus, Japan). Видовую идентификацию микроводорослей проводили с помощью специальной литературы [12].

За период исследования на акватории бух. Житкова были обнаружены 78 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей, относящихся к 6 отделам: динофлагелляты 40 видов, диатомовые – 34, криптомонадовые, эвгленовые, золотистые и зеленые – по одному виду. Среди выявленных динофлагеллят наиболее богат видами род *Prorocentrum* (15 видов); среди диатомовых – род *Chaetoceros* (6).



Карта-схема расположения станции в бухте Житкова

Анализ видового разнообразия фитопланктона в районе исследования показал, что в бух. Житкова летом зарегистрировали больше видов, чем известно для Уссурийского залива (66 видов) [13] и на порядок меньше, чем известно для Амурского залива (263), где изучение микроводорослей проводится более 15 лет [14]. В настоящем исследовании представлен короткий период наблюдений, охватывающих только летний сезон. Проведение дальнейших мониторинговых исследований в бух. Житкова позволит расширить представление о видовом разнообразии фитопланктона, зависящем от множества изменяющихся во времени абиотических и биотических факторов.

Экологическая характеристика установлена для 62 видов (79% от общего количества видов). Разнообразие экологических групп микроводорослей обусловлено сложностью гидрологического режима исследованной акватории. Флора в основном сформирована неритическими видами (69%); панталассные виды составляли 14%; бентические и океанические – 8 и 6% соответственно. Экологическая характеристика обнаруженных видов на акватории бух. Житкова согласуется с данными для прибрежных вод залива Петра Великого [15].

Фитогеографический статус установлен для 60 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей (77% от общего числа видов). Доминируют виды-космополиты: они составили 52% от общего числа видов с установленным ареалом распределения. Аркто-бореальные составляли 17%, тропическо-бореальные и тропические – 13 и 7% соответственно. Также фитопланктон включает 2 тропическо-аркто-бореальных и 1 тропический вид. Распределение видов по типам ареалов показало преобладание микроводорослей с широким распределением: космополитов, аркто-бореальных и тропическо-бореальных. В целом полученные результаты хорошо согласуются с данными для различных участков залива Петра Великого [15].

Анализ количественных данных показал, что с июня по август 2019 г. плотность микроводорослей варьировала от 154 тыс. кл/л до 503,6 тыс. кл/л, а биомасса изменялась от 897,8 мг/м³ до 2,98 г/м³. Максимальную плотность регистрировали в июле, биомассу – в августе (таблица).

Количественные характеристики различных групп фитопланктона в поверхностных водах бух. Житкова (залив Петра Великого, Японское море) в летний период 2019 г.

Отдел	Плотность, тыс. кл/л	Биомасса, мг/м ³
Bacillariophyta	<u>80,6–450,2</u> 294,2	<u>372,8–2 366,1</u> 1149,2
Dinoflagellata	<u>19,7–46,9</u> 32,2	<u>174,8–607,9</u> 418,6
Cryptophyta	<u>13–27</u> 18	<u>0,3–0,7</u> 0,5
Euglenophyta	<u>0–0,1</u> 0,1	<u>0–0,1</u> 0,1
Chlorophyta	<u>0–0,7</u> 0,7	<u>0–0,4</u> 0,4
Ochrophyta	<u>0,2–0,2</u> 0,2	<u>3,2–3,4</u> 3,3
«Small flagellates»	<u>0,1–1,2</u> 0,6	<u>0,004–0,05</u> 0,027
Общее	<u>154–503,6</u> 339,7	<u>897,8–2 977,8</u> 1572,4

Примечание. В числителе – пределы изменчивости, в знаменателе – среднее значение.

Динамика плотности фитопланктона характеризовалась двумя пиками. Первый пик наблюдали в июле во время развития мелких пенатных диатомей *Cocconeis* sp. Плотность вида достигала 431,3 тыс. кл/л (85,8% от общей плотности фитопланктона) при температуре поверхностного слоя воды 18°C и солености 32,1‰. Второй пик наблюдали в августе при температуре воды 20°C и солености 28,5‰. Вспышка плотности фитопланктона была обусловлена преобладанием в сообществе диатомей – *Skeletonema dohrnii* (127,7 тыс. кл/л; 26,6%) и *Thalassiosira* sp. (122,3 тыс. кл/л; 25,5%). Динамика биомассы фитопланктона совпадала с динамикой плотности и характеризовалась двумя пиками. Первый пик был вызван преобладанием в планктоне *Cocconeis* sp. Биомасса вида достигала 1,4 г/м³ (77,9% от общей биомассы фитопланктона).

Второй пик характеризовался развитием в планктоне крупноклеточной диатомеи *Coscinodiscus oculus-iridis*, биомасса которой достигала 925,5 мг/м³ (31,1%).

Количественные параметры летнего комплекса фитопланктона бух. Житкова в целом сопоставимы с таковыми в соседних акваториях [16] и одного порядка с высокопродуктивными акваториями умеренных широт [17, 18].

За период исследования в планктоне доминировали по плотности – *Chaetoceros socialis*, *Cocconeis* sp., *S. dohrnii* и *Thalassiosira* sp.; по биомассе – *Cocconeis* sp., *Thalassiosira* sp., *C. oculus-iridis*, *Gyrodinium spirale*.

Анализ соотношения различных групп микроводорослей показал, что на протяжении периода наблюдений доминировали диатомовые водоросли, достигая 92% от общей плотности и до 78% от общей биомассы.

Большинство отмеченных видов-доминантов широко распространены и преобладают в планктоне умеренных широт Мирового океана [17].

В научной литературе регистрируют значительное загрязнение нефтепродуктами восточного побережья бух. Житкова, где концентрация углеводов в донных отложениях достигает 2,97 мг/г, в морской воде – 1,02 мг/л [8]. Загрязнение нефтепродуктами прибрежной зоны бух. Житкова является следствием размещения здесь до недавнего времени склада горюче-смазочных материалов Тихоокеанского флота, утечек нефтепродуктов от морского транспорта и непосредственно заноса течением с акваторий бухт близ г. Владивостока. Согласно многочисленным исследованиям, нефтяное загрязнение вызывает сложные изменения структуры и функций естественных экосистем, а также нарушения процессов метаболизма, продукции и деструкции органического вещества, следовательно, приводит к уменьшению разнообразия видового состава в водном сообществе. В акваториях, подверженных усиленному эвтрофированию за счет повышения всех форм органических веществ и нефтепродуктов, наблюдается более или менее резкий переход от диатомового сообщества к жгутиковому [20]. В таких акваториях наблюдается высокая плотность эвгленовых и зеленых водорослей [13]. Так, например в Амурском заливе эвгленовые водоросли доминируют только в районах промышленного загрязнения – в загрязненной бух. Золотой Рог плотность эвгленовых водорослей (1,6 млн кл/л) значительно выше по сравнению с относительно чистым зал. Восток (4 тыс. кл/л) [21]. Также в бух. Золотой Рог наблюдается круглогодичное доминирование в планктоне жгутиковых водорослей [13]. Высокая плотность эвгленовых и зеленых водорослей на акватории бух. Золотой Рог объясняется также значительным загрязнением воды хозяйственно-бытовыми стоками. На акватории отмечают высокое содержание фосфатов, нитратов и аммония [22].

Исходя из полученных данных, в летний период в прибрежной зоне бух. Житкова по плотности в планктоне преобладали диатомовые водоросли, по биомассе – диатомовые и динофлагелляты. Плотность эвгленовых водорослей не превышает 200 кл/л, а мелких неидентифицированных жгутиковых водорослей – 1 200 кл/л, что на несколько порядков ниже, чем в бух. Золотой Рог. Важно отметить, что в сравнении с наиболее загрязненной бух. Золотой Рог содержание загрязняющих веществ в бух. Житкова ниже [8]. Для более точного понимания экологического состояния мелководной бух. Житкова, а также влияния воздействия нефтепродуктов на развитие микроводорослей необходимо проводить дальнейшие мониторинговые исследования сезонной и многолетней динамики.

Работа выполнена в Центре коллективного пользования «Приморский океанариум» ННЦМБ ДВО РАН (г. Владивосток) при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 19-04-00752.

Литература

1. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.
2. Stoermer E.F., Smol J.P. Applications and used of diatoms: prologue. The Diatoms: Applications for the environmental and earth sciences. – Cambridge, 1999. – P. 3–11.
3. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочник. – М., 2000. – 148 с.

4. Landsberg J.H. The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms // J. Rev. Fish. Sci. – 2002. – Vol. 10, № 2. – P.113–390.
5. Prevalence of algal toxins in Alaskan marine mammals foraging in a changing arctic and sub-arctic environment / K.A. Lefebvre, L. Quakenbush, E. Frame, K.B. Huntington, G. Sheffield, R. Stimmelmayer, A. Bryan, P. Kendrick, H. Ziel, T. Goldstein, J.A. Snyder, T. Gelatt, F. Gulland, B. Dickerson, V. Gill // Harmful Algae. – 2016. – Vol. 55. – P. 13–24.
6. Van Beusekom J.E.E., Loebel M., Martens P. Distant riverine nutrient supply and local temperature drive the long-term phytoplankton development in a temperate coastal basin // J. Sea Res. – 2009. – Vol. 61, № 1–2. – P. 26–33.
7. Маркова О.С., Тлеулеева Э.В., Курочкина Т.Ф. Восприимчивость водной флоры к нефтяному загрязнению // Естест. науки. – 2010. – № 3 (32). – С. 41–45.
8. Комплексные химико-экологические исследования прибрежной зоны северо-западной части острова Русский / В.В. Калинин, В.Ф. Мишуков, Т.Н. Елисафенко, К.И. Аксентов // Вестник ДВО РАН. – 2010. – № 5. – С. 96–106.
9. Utermöhl H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik // Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Mitt. – 1958. – Vol. 9. – P. 1–38.
10. Sun J., Liu D. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton // J. Plankton Res. – 2003. – Vol. 25, № 11. – P. 1331–1346.
11. Colijn F. Changes in plankton communities: when, where and why. ISES Mar. Sci. Symp. – 1992. – Vol. 195. – P. 193–212.
12. Marine phytoplankton of the Western Pacific / T. Omura, M. Iwataki, V.M. Borja, H. Takayama, Y. Fukuyo. – Tokyo: Kouseisha Kouseikaku, 2012. – 160 p.
13. Бегун А.А. Фитопланктон бухты Золотой Рог и Уссурийского залива (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 138. – С. 320–344.
14. Орлова Т.Ю., Стоник И.В., Шевченко О.Г. Флора микроводорослей планктона Амурского залива Японского моря // Биол. моря. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 48–61.
15. Стоник И.В., Орлова Т.Ю., Шевченко О.Г. Летний фитопланктон в районе устья реки Раздольная и прилегающих акваторий Амурского залива (Японское море) // Экологические исследования и состояние экосистемы Амурского залива и устьевой зоны реки Раздольная (Японское море). – 2009. – Т. 2. – С. 247–262.
16. Shevchenko O.G., Ponomareva A.A., Shulkin V.M. Phytoplankton and Hydrochemical Parameters Near Net Pens with Beluga Whales in a Shallow Bay of the Northwestern Sea of Japan. Thalassas: An International J. Mar. Sci. – 2018. – Vol. 34, № 1. – P. 139–151.
17. Škaloud P., Řezáčová M., Ellegaard M. Spatial distribution of phytoplankton in spring 2004 along a transect in the Eastern part of the North Sea // J. Oceanography. – 2006. – Vol. 62. – P. 717–729.
18. Degerlund M., Eilertsen H.C. Main species characteristics of phytoplankton spring blooms in NE Atlantic and Arctic waters (68–80°N) // Estuaries and Coasts. – 2010. – Vol. 33. – P. 242–269.
19. Коновалова Г.В. Видовой состав и численность фитопланктона залива Посъет (Японское море). – ДВНЦ АН СССР, 1979. – С. 5–16.
20. Bode A., Fernandez E. Influence of water-column stability on phytoplankton size and biomass succession patterns in the central Cantabrian Sea (Bay of Biscay) // J. Plankton Res. – 1992. – Vol. 14, № 6. – P. 885–902.
21. Стоник И.В., Селина М.С. Видовой состав и сезонная динамика плотности и биомассы эвгленовых водорослей в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 207–209.
22. Tkalin A.V., Belan T.A., Shapovalov E.N. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. – 1993. – Vol. 26, № 8. – P. 418–422.

УДК 628.1.033:556.5

В.А. Швецов¹, Б.А. Опрышко², О.А. Белавина¹

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

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

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГМАТИЧЕСКОГО ОЧАГА АВАЧИНСКОГО ВУЛКАНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В статье представлены результаты исследований зависимости между температурным режимом подземных вод Быстринского месторождения и сейсмическими процессами, происходящими в приочаговой зоне Авачинского вулкана. Получены графики изменения температуры подземных вод в скважине № 13 Быстринского месторождения питьевых подземных вод (ППВ) в периоды до и после землетрясения, произошедшего 6 июля 2018 года. Показано, что сейсмические процессы влияют на температурный режим Быстринского месторождения питьевых подземных вод (БМПВ).

Ключевые слова: источники подземных вод, мониторинг водных ресурсов, Быстринское месторождение подземных вод, Авачинский водозабор.

V.A. Shvetsov¹, B.A. Opryshko², O.A. Belavina¹

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

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

STUDYING THE INFLUENCE OF THE MAGMATIC FOCUS OF THE AVACHA VOLCANO ON THE GROUNDWATER INDICATORS OF THE BYSTRINSKY GROUNDWATER DEPOSIT

The article presents the results of studies of the relationship between the temperature regime of the groundwater of the Bystrinsky deposit and seismic processes occurring in the near-focal zone of the Avacha volcano. Graphs of changes in the temperature of groundwater in the well № 13 of the Bystrinsky field of drinking groundwater in the periods before and after the earthquake that occurred on July 6, 2018 were obtained. It is shown that seismic processes affect the temperature regime of the Bystrinsky field of drinking groundwater.

Key words: groundwater sources, monitoring of water resources, Bystrinsky groundwater deposit, Avachinsky water intake.

Исследования зависимостей между землетрясениями и изменениями уровней, температуры и химического состава подземных вод в скважинах Камчатки проводили многие авторы [1–3]. В частности, ими сделан общий вывод о возрастании актуальности организации и проведения прецизионного мониторинга подземных вод в режиме онлайн.

Быстринское месторождение питьевых подземных вод (БМПВ) расположено рядом с Авачинским вулканом (рис. 1). Данные геологических и геофизических исследований [4–7] свидетельствуют о наличии незастывшего магматического очага под Авачинским вулканом.

В среде, окружающей магматический очаг, геофизиками [8] обнаружена «примыкающая к очагу, возможно, заполненная рассолом трещиноватая зона большого объема (240 км³). Эта зона может влиять на показатели подземных вод Быстринского месторождения. Поэтому изменения показателей подземных вод, в первую очередь химического состава воды БМПВ

и температурного режима, необходимо непрерывно контролировать. Для этого нужно выделить контрольные точки (скважины) на БМППВ. Основанием для выделения контрольных точек являются результаты многолетнего контроля химического состава подземных вод и их температурного режима. Участки отбора проб показаны на рис. 2.



Рис. 1. Расположение БМППВ

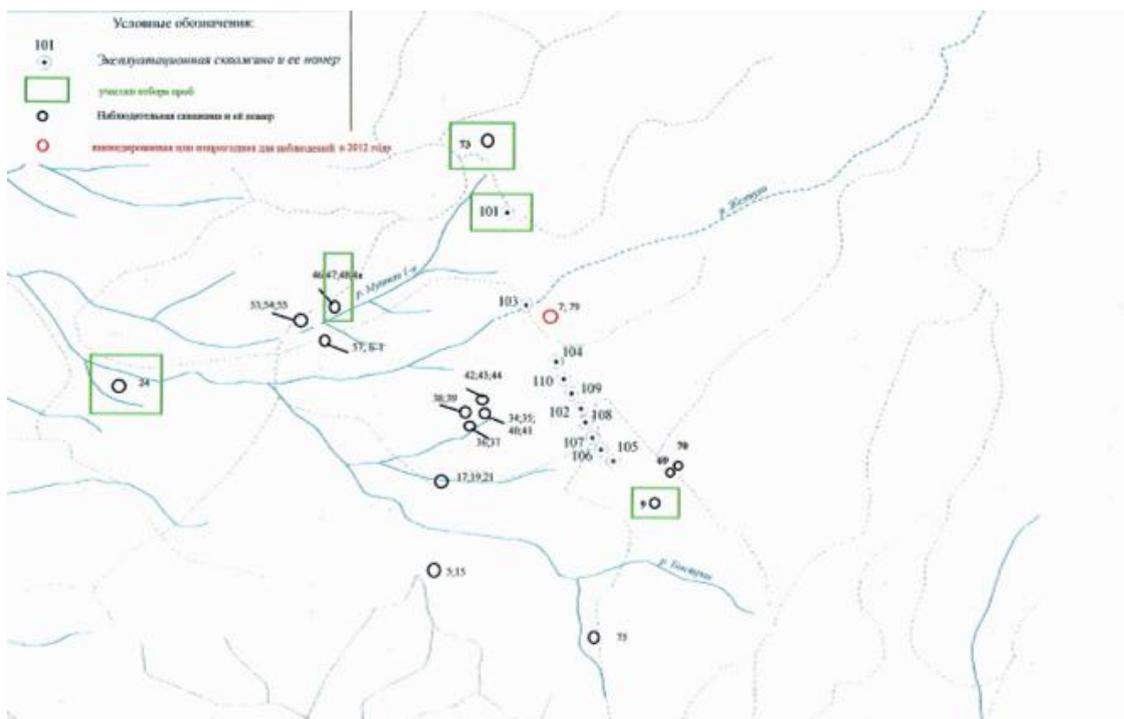


Рис. 2. Схема расположения скважин и участков отбора проб воды

Анализ результатов химических анализов подземных вод показал, что химический состав подземных вод не является постоянным. Нетрудно предположить, что изменение химического состава подземных вод и их температурного режима взаимосвязаны. Поэтому, исходя из своих технических возможностей (наличия специального измерительного оборудования), авторы изучали в первую очередь температурный режим подземных вод в контрольных точках (отдельных скважинах). Наибольший интерес представляет скважина № 13. С помощью прибора Levelogger Edge M10 в период с 2014 по 2021 г. изучали температурный режим подземной воды в скважине № 13. В период с декабря 2014 г. до октября 2018 г. температуру измеряли два раза в сутки (время измерений – 1:00 ч и 8:00 ч). В период с октября 2018 г. до конца ноября 2021 г. температуру измеряли 24 раза в сутки (интервал времени между измерениями – 1 ч).

На рис. 3–6 приведены годовые графики температурного режима подземных вод в наблюдательной скважине № 13 за периоды с 06.08.2017 г. по 06.08.2018 г., с 06.08.2018 г. по 06.08.2019 г., с 06.08.2019 г. по 06.08.2020 г., с 06.08.2020 г. по 06.08.2021 г.

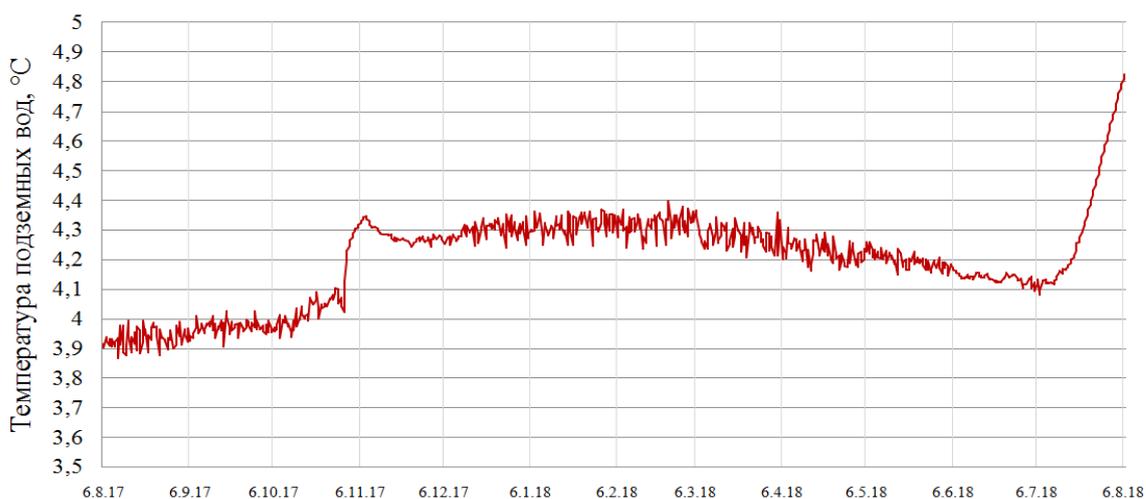


Рис. 3. Температурный режим подземных вод в наблюдательной скважине № 13 БМППВ в период времени с 06.08.2017 г. по 06.08.2018 г.

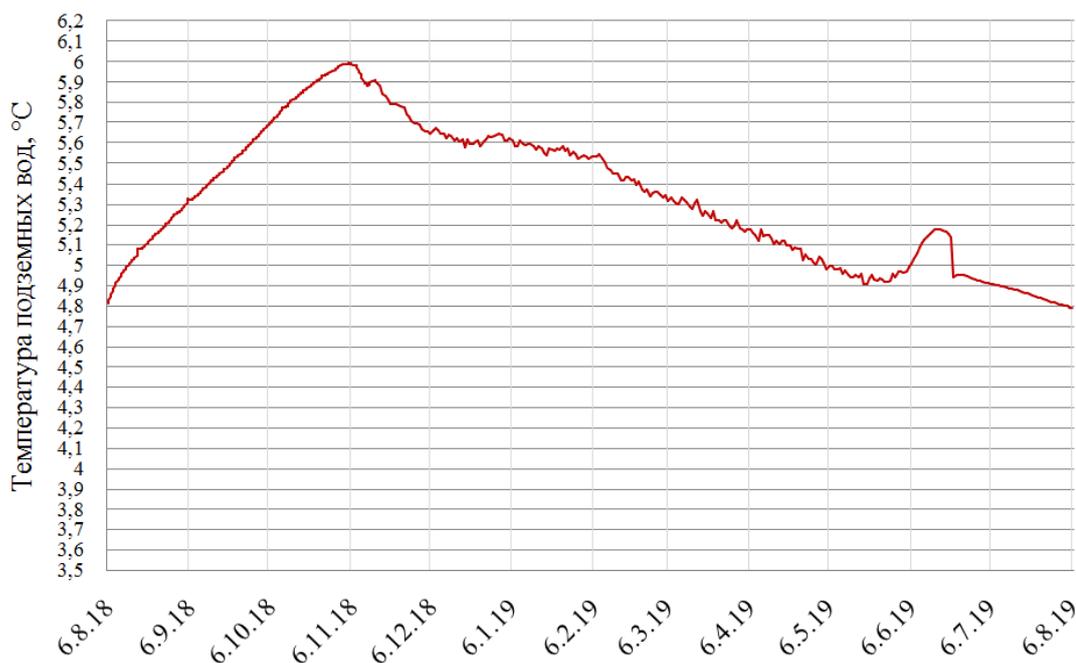


Рис. 4. Температурный режим подземных вод в наблюдательной скважине № 13 БМППВ в период времени с 06.08.2018 г. по 06.08.2019 г.

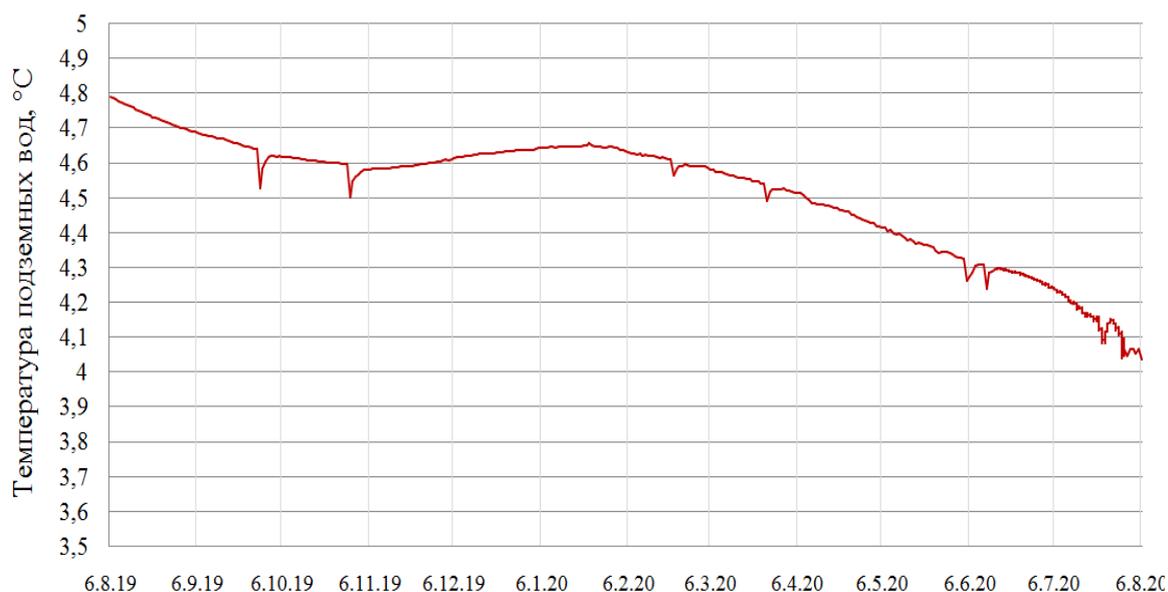


Рис. 5. Температурный режим подземных вод в наблюдательной скважине № 13 БМППВ в период времени с 06.08.2019 г. по 06.08.2020 г.

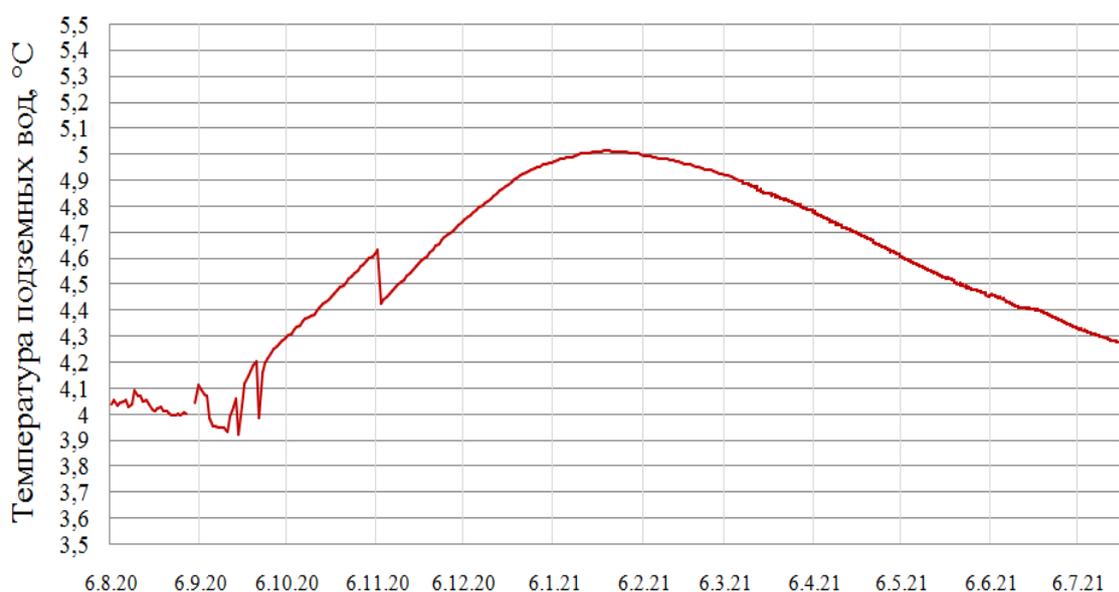


Рис. 6. Температурный режим подземных вод в наблюдательной скважине № 13 БМППВ в период времени с 06.08.2020 г. по 06.08.2021 г.

Из рис. 3–6 видно, что максимальную температуру подземных вод (6,00°C) в скважине № 13 наблюдали в ноябре 2018 г. после землетрясения в 2018 г. Это в очередной раз свидетельствует о влиянии магматического очага Авачинского вулкана на температурный режим БМППВ.

Необходимо установить, как изменяется химический состав воды при изменении температуры воды. Для этого прибор Levelogger Edge M20, размещенный в скважине № 13, заменили на прибор Levelogger Edge M100 LTC, снабженный датчиком контроля электропроводности воды. Эксперимент начали выполнять с 02.11.2021 г. Результаты этого эксперимента позволят ответить на вопрос, влияет ли магматический очаг на химический состав БМППВ.

– В результате выполненных научных исследований установлено, что магматический очаг Авачинского вулкана влияет на температурный режим подземных вод БМППВ.

– Для контроля влияния магматического очага на подземные воды БМППВ можно использовать наблюдательную скважину № 13.

– Результаты непрерывного контроля температурного режима подземных вод БМППВ могут быть использованы для прогноза землетрясений.

Литература

1. *Копылова Г.Н.* Изменения уровня воды в скважине ЮЗ-5, Камчатка, вызванные землетрясениями // *Вулканология и сейсмология.* – 2006. – № 6. – С. 1–13.
2. Опыт регистрации вариаций уровня и физико-химических параметров подземных вод в пьезометрических скважинах, вызванных сильными землетрясениями (на примере Камчатки) / *Г.Н. Копылова, С.В. Болдина, А.А. Смирнов, Е.Г. Чубарова* // *Сейсмические приборы.* – 2016. Т. 52, № 4. – С. 43–56.
3. Оценка деформационных свойств системы «Пласт – скважина» на основе анализа барометрического и приливного откликов уровня воды в скважине / *Г.Н. Копылова, Э.М. Горбунова, С.В. Болдина, Д.В. Павлов* // *Физика земли.* – 2009. – № 10. – С. 69–78.
4. Катастрофические извержения Авачинского вулкана (Камчатка) в голоцене: хронология, динамика, геолого-геоморфологический и экологический эффекты, долгосрочный прогноз / *Л.И. Базанова, О.А. Брайцева, И.В. Мелекесцев, Л.Д. Сулержицкий* // *Вулканология и сейсмология.* – 2004. – № 6. – С. 15–20.
5. Сейсмическая модель Авачинского вулкана (по данным КМПВ – ГСЗ) / *С.Т. Балеста, Л.И. Гонтовая, А.А. Каргопольцев, В.Г. Пушкарев, С.Л. Сеньюков* // *Вулканология и сейсмология.* – 1988. – № 2. – С. 43–55.
6. *Заварицкий А.Н.* Вулкан Авача на Камчатке. – М.: Наука, 1977. – 308 с.
7. Вулкан Авачинский / *Ю.П. Масуренков, И.А. Егорова, М.Ю. Пузанков, С.Т. Балеста, М.И. Зубин* // *Действующие вулканы Камчатки* / Под ред. С.А. Федотова, Ю.П. Масуренкова. – М.: Наука, 1991. – Т. 2. – С. 246–273.
8. *Мелекесцев И.В., Кирьянов В.Ю.* Когда будет извергаться вулкан Авача на Камчатке? // *Вулканология и сейсмология.* – 1984. – № 6. – С. 107–111.

УДК 556.53(282.247.2)

А.Н. Ширчкова, Н.Н. Цветкова

Калининградский государственный технический университет,

Калининград, 236022

e-mail: nagornova@klgtu.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИУСТЬЕВЫХ УЧАСТКОВ МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ПРИМОРСКОЙ

В статье представлены результаты исследования водности и гидрохимического состава приустьевой части р. Приморской, расположенной в Калининградской области и впадающей в Калининградский (Вислинский) залив. Проанализированы основные гидрохимические показатели (газовые условия, макрокомпоненты, биогенные и органические вещества), обеспечивающие качество воды в реке в осенне-зимний период.

Ключевые слова: малые реки, река Приморская, гидрохимический состав вод, водность, загрязнение.

A.N. Shirchkova, N.N. Tsvetkova

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, 236002

e-mail: nagornova@klgtu.ru

CHARACTERISTICS OF THE HYDROCHEMICAL FEATURES OF SMALL RIVER ESTUARIES IN THE KALININGRAD REGION ON THE EXAMPLE OF THE PRIMORSKAY RIVER

This article presents the results of studying hydrometric parameters and hydrochemical composition of the estuarine part of the Primorskaya river, located in the Kaliningrad region and flowing into the Kaliningrad lagoon (Vistula lagoon). The main hydrochemical indicators (gas conditions, macrocomponents, nutrients and organic matters) that ensure the quality of water in the river in the autumn-winter period are analyzed.

Key words: small rivers, Primorskaya river, hydrochemical composition of waters, river flow, pollution.

Калининградская область характеризуется высокой обеспеченностью водными ресурсами и развитой речной сетью. Территория по природным условиям выделена в отдельный гидрологический подрайон – ПБ – Калининградская низменность [1].

Большинство речных систем Калининградской области относятся к малым [2]. Бассейны таких рек (площадью менее 2 000 км² и длиной от 10 до 25–50 км) хоть и располагаются в пределах одной географической зоны или дренируют один тип ландшафта, но характеризуются специфическим гидрологическим режимом под влиянием местных (природных и антропогенных) факторов. Гидролого-гидрохимические условия таких рек отличаются большой изменчивостью и амплитудой колебаний гидрологических параметров, часто сопоставимой с сезонной или превышающей ее, что, безусловно, требует достаточно подробного изучения.

Малые реки Калининградской области имеют большое значение как места нереста и нагула ценных видов рыб. Многие из них имеют высшую рыбохозяйственную категорию. Не менее велико их ландшафтное значение как элементов природно-территориальных комплексов ледникового происхождения. Вместе с тем малые реки оказывают определенную биогенную нагрузку на Балтийское море и его заливы в результате выноса загрязнений.

Приустьевые участки малых рек можно рассматривать как комплексные геосистемы, где наиболее ярко проявляется действие антропогенных и природных факторов, складывающихся на водосборе. Очевидно, что от экологического состояния нижней части водосбора и особенно

устьевого участка будет зависеть состояние водных объектов, принимающих сток малых рек. Исследование приустьевых участков малых рек позволяет оценить вклад таких водотоков в загрязнение более крупных экосистем и наметить пути оптимизации экологического состояния водных объектов. Актуальность подобных исследований обоснована еще и тем, что по объективным причинам большинство малых рек Калининградской области не охвачено сетью государственного мониторинга и для них отсутствуют сведения о фоновом химическом составе их вод.

Для характеристики гидрохимических особенностей приустьевых частей малых рек нами была выбрана р. Приморская – типичная малая река Калининградской области.

Бассейн р. Приморской расположен на западных окраинах Самбийского полуострова (рис. 1) и проходит по границе двух ландшафтов: холмисто-моренных возвышенных равнин и плато (верхняя и средняя часть водосбора) и приледниковых пологоволнистых равнин (нижняя часть водосбора) [2].



Рис. 1. Схема расположения бассейна реки Приморской

Современные ландшафты в пределах водосбора значительно преобразованы и осложнены антропогенными элементами. Здесь расположены действующие и старые карьеры по выработке песчано-гравийного материала, сельскохозяйственные угодья, населенные пункты и густая сеть дорог с мостовыми и трубопереходами. Специалистами [3] отмечено, что ландшафт бассейна реки уничтожается незаконной добычей янтаря из ям, особенно в нижней части водосбора. Лесистость бассейна в пределах данного ландшафта составляет 1–2%, озерность 3–4% [4].

Река Приморская берет начало из небольшого водоема, расположенного к юго-востоку от пос. Покровское. Характеризуется достаточно развитой речной сетью. Длина реки 15 км, площадь водосбора 112 км² [4, 5], по данным [3] 126 км². По данным [4], бассейн асимметричный, а рисунок речной сети можно отнести к ложнодревовидному. Почти все притоки р. Приморской левобережные. Из наиболее крупных правых притоков можно назвать р. Козью длиной 4 км, впадающую в 5 км от устья и р. Садовую, впадающую в 1 км от устья. На большем протяжении русло р. Приморской спрямлено, протекает в широкой долине, занятой гидрофильной и болотной растительностью, перемежающейся с небольшими по площади лесными участками из мелколиственных пород. Пойма двусторонняя низкая, луговая, местами сильно заболоченная. Берега плоские, заросшие высокой разнотравно-злаковой растительностью. Дно реки илистое, илисто-песчаное [4]. В приустьевой части в реку впадают многочисленные осушительные каналы. Река Приморская впадает в Приморскую бухту Калининградского залива. В устье реки имеется небольшая гавань, которая раньше использовалась рыбаками, ведущими промысел в Калининградском заливе. В устьевой части реки расположен город Приморск – самый крупный населенный пункт на территории водосбора.

Устьевая часть реки, с одной стороны, находится в подпоре от залива, с другой – распластывается по низменной и заболоченной пойме [4, 5]. Влияние этих факторов особенно ярко проявляется в маловодные периоды, когда скорость течения падает здесь до нуля м/с, и стока в залив

со стороны реки практически нет, при этом со стороны залива при благоприятных ветровых условиях может наблюдаться нагон [4–6].

Для характеристики современных гидрохимических особенностей р. Приморской нами возобновлены на ней гидрологические исследования с сентября 2021 г. после более чем 10-летнего перерыва. Ранее комплексные исследования здесь проводились в 1999 и в 2010 гг. сотрудниками кафедры ихтиологии и экологии (ныне – кафедра водных биоресурсов и аквакультуры) КГТУ [4–7]. Наблюдения ведутся с моста, расположенного в 150 м выше устья реки (рис. 2).



Рис. 2. Станция гидрологических исследований на р. Приморской

При полевых исследованиях проводятся стандартные гидрологические работы, согласно рекомендациям, изложенным в [8]. Температура, рН воды определяется портативными электронными приборами. Пробы на гидрохимический анализ отбираются в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1–0,2 м) в стрелке реки. Химический анализ отобранных проб проводится в гидрохимической лаборатории КГТУ по общепринятым методикам [8] в течение суток после отбора. Общая минерализация определяется арифметическим методом, концентрация натрия и калия – расчетным методом в соответствии

с [9]. Для характеристики минерализации и определения класса, группы, типа вод, а также количества органических веществ, приняты градации по классификации О.А. Алекина [10].

Скорость течения фиксировалась при помощи поплавков. Переход от фиктивного расхода к истинному производился с учетом рекомендаций, представленных в [11].

Гидрохимические исследования р. Приморской, проведенные в период с сентября по декабрь 2021 г., показали следующее.

Особенности погоды в исследуемый период дают возможность сформировать общее представление о той обстановке, в которой складывались условия, характеризующие специфику водного объекта. Вместе с тем резкое изменение условий погоды в период наблюдений может отразить интенсивность короткопериодной изменчивости малых рек. Поэтому характеристика погодных условий – важная составляющая мониторинга малых водотоков.

Осень в 2021 г. в Калининградской области в целом была теплой и сухой. Температура воздуха была несколько выше нормы в октябре и ноябре, сентябрь был сухим со средней температурой воздуха на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Количество осадков в ноябре было близко к норме, а в сентябре и октябре составило лишь 34 и 59% от нормы соответственно. Декабрь был холодным и малоснежным. Осадков выпало 62% от нормы, а средняя температура декабря была ниже нормы на $-2,1^{\circ}\text{C}$. Эти погодные условия находят свое отражение в гидрологических особенностях исследуемой реки [12].

Гидрометрические параметры р. Приморской в исследованном створе подвержены значительным колебаниям. Средняя глубина в створе изменялась от 0,5 до 0,8 м, ширина реки – от 19 до 22 м. Расход воды изменялся от 0,98 до $16,53 \text{ м}^3/\text{с}$. При этом максимальная величина расхода воды ($16,53 \text{ м}^3/\text{с}$) отмечена в октябре. В этом месяце за счет юго-юго-западного ветра течение реки было направлено в противоположную сторону от залива, а максимальная поверхностная скорость составила 1,8 м/с. Наблюдался нагон, стока речных вод в залив в этот период не было. В ноябре и декабре ветровые условия на фоне геоморфологических особенностей территории обеспечили подпор устьевой части со стороны залива. Расход воды составил $0,98 \text{ м}^3/\text{с}$ в ноябре и $1,24 \text{ м}^3/\text{с}$ в декабре, максимальная поверхностная скорость течения при этом изменялась от 0,1 до 0,14 м/с. В сентябре расход воды был равен $8,75 \text{ м}^3/\text{с}$. Таким образом, ветровые условия могут оказывать существенное влияние не только на величину расхода воды в реке, уменьшая или увеличивая сток речных вод в принимающий водоем, но и полностью менять направление течения реки, перераспределяя сток.

Наиболее прогрета р. Приморская была в сентябре, температура воды достигала 16°C . С сентября по декабрь температура воды понижалась с 16 до 6°C . При этом во все месяцы

температура воды была ниже температуры воздуха, поскольку в этот период еще не наблюдалось устойчивого похолодания (температура воздуха в исследованный период была выше нормы).

Воды р. Приморской слабощелочные. Значение pH изменялось от 7,5–7,7 в декабре до 7,8 в осенний период. Максимальная величина pH была отмечена в октябре – ноябре, когда еще, вероятно, сохранялась активность фитопланктона.

Кислородные условия малоблагоприятные. Относительное содержание O_2 в воде не превышало 65%. В ноябре – декабре отмечен дефицит кислорода: не более 30% насыщения. Это можно объяснить следующими причинами: река на всем своем протяжении принимает большое количество мелиоративных каналов, которые несут в реку воды, по химическому составу близкие к водам низинных болот, – обедненные кислородом, высокоминерализованные, перегруженные органическими и биогенными веществами; в условиях пониженного поверхностного питания возрастает доля подземных вод в питании реки. Подземные воды также обеднены кислородом. Пойма в устьевой части реки заболочена, поступление таких вод в реку также не исключено.

О содержании органических веществ дает представление перманганатная окисляемость воды, которую можно охарактеризовать как «повышенную», в октябре – декабре (в соответствии с классификацией О.А. Алекина) и «очень высокую» – в конце сентября. Изменения в содержании органических веществ описываются общими процессами накопления органики в конце вегетативного периода и ее минерализацией в последующий период.

Биогенных веществ обнаружено много. Содержание азота нитритов плавно повышается с сентября по декабрь с 0,007 до 0,023 мгN/дм³. Концентрация азота аммонийного в сентябре – октябре составляет 0,3–0,5 мгN/дм³, резко повышается в ноябре – декабре до 1,6–1,9 мгN/дм³. Такое увеличение азота аммонийного нельзя объяснить действием только природного фактора. Вероятно, нагонные ветра способствовали поступлению в приустьевую часть реки вод бухты Приморской. Она характеризуется крайне неблагоприятным экологическим состоянием вследствие вывода в нее калининградского обводного канала, собирающего сточные воды г. Калининграда и близлежащих населенных пунктов. Сточные воды после частичной очистки долгое время поступали в Приморскую бухту, превращая ее в отстойник коммунально-бытовых и промышленных загрязнений [13]. С учетом того, что в этот же период отмечен дефицит кислорода, влияние антропогенного фактора здесь не вызывает сомнений. Концентрация фосфора фосфатов, наоборот, понижается с 0,22 мгP/дм³ в сентябре до 0,17 мгP/дм³ в декабре. Количество общего фосфора составляет 1,1–1,3 мгP/дм³ и мало изменяется в исследуемый период. Содержание общего железа изменяется от 0,2–0,3 до 0,4 мг/дм³ и отражает общие закономерности в распределении поверхностного и подземного питания.

Общая минерализация воды в приустьевой части р. Приморской в соответствии с классификацией О.А. Алекина [10] оценивалась как «повышенная» (680–730 мг/дм³). Вода – гидрокарбонатно-натриевая первого типа. Соотношение главных ионов нехарактерно для поверхностных вод умеренной зоны. В ноябре и декабре значительно возросла доля сульфатов. На распределение главных ионов оказывают влияние следующие факторы: сток мелиоративных каналов, подземное питание, поступление загрязненных вод из Приморской бухты, а также процессы заболачивания, которые могут развиваться в прибрежной части в условиях подпора и слабой проточности водотока.

Воды реки «умеренно жесткие» (общая жесткость составляла 5,4–5,7 мг экв/дм³ осенью, 3,9 мг экв/дм³ – в декабре).

Сопоставление полученных результатов с действующими рыбохозяйственными нормативами [14] показало, что в водах р. Приморской повышены ПДК по содержанию азота аммонийного и нитритного, всех форм железа (более чем в два раза), не соответствуют требованиям кислородные условия. При сравнении полученных данных с [15] отмечено, что воды р. Приморской по содержанию азота аммонийного изменяются от «слабозагрязненных» в сентябре – октябре до «сильно загрязненных» – в ноябре – декабре. По содержанию нитритов речные воды соответствуют классу «слабозагрязненные», концентрация фосфора фосфатов соответствует «умеренно загрязненным» водам, а фосфора общего – «предельно грязным». Насыщенность воды кислородом и содержание органических веществ позволяют отнести воды р. Приморской к «сильно загрязненным».

Приустьевые участки малых рек характеризуются динамичностью и большим колебанием гидрохимических и гидрометрических характеристик. Такие районы можно рассматривать как

переходные зоны (экотоны) между экосистемами малых рек и принимающих водоемов. Основными природными факторами, влияющими на химический состав и водность малых рек в устьевых зонах в пределах Калининградской области, можно отметить подпорные и нагонные явления, которые могут усиливаться или ослабевать в зависимости от ветровых условий, а также значительную долю в питании рек подземных и/или болотных вод. Главный фактор антропогенного воздействия – параметрический – загрязнение водных объектов в результате нерационального природопользования. Для сохранения малых рек требуется комплексный подход, который должен сочетать не только интересы природопользователей в пределах водосбора, но и учитывать общие закономерности сочетания природных компонентов, которые формируют уникальные геосистемы малых рек.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР / Под ред. В. Е. Водограецкого. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 4, вып. 3. – 506 с.
2. Географический атлас Калининградской области / Под ред. В.В. Орленка. – Калининград: КГУ: ЦНИТ, 2002. – 276 с.
3. Река Приморская [Электронный ресурс]. – URL: https://istok39.ru/reka_primorskaya (дата обращения: 20.02.2022).
4. The Primorskaya River / T.A. Bernikova, M.N. Shibaeva, V.A. Shkitsky, N.A. Tsoupikova; ed. by B. Chubarenko // Transboundary waters and basins in the South-East Baltic. – Kaliningrad: Terra Baltica, 2008. – P. 88–96.
5. Environmental Features of Watercourses in the Kaliningrad Region / T. Bernikova, N. Nagornova, N. Tsoupikova, S. Shibaev // The Handbook of Environmental Chemistry. – Berlin, Heidelberg: Springer [Электронный ресурс]. – URL: https://doi.org/10.1007/698_2017_108 (дата обращения: 20.02.2022).
6. Берникова Т.А., Шибавева М.Н., Шкицкий В.А. Нагрузка на Калининградский залив со стороны малых рек // Экологические и рыбохозяйственные аспекты изучения прибрежных зон морей и внутренних водоемов: Сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2003. – С. 63–69.
7. Нагорнова Н.Н. Геоэкологическая оценка состояния малых водотоков Калининградской области: Автореф. дис. ... канд. географ. наук: 25.00.36. – Калининград, 2012. – 21 с.
8. Гидрология: Лабораторный практикум и учебная практика / Т.А. Берникова и др. – М.: Колос, 2008. – 303 с.
9. 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.
10. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
11. Методические рекомендации по измерению расходов воды рек аэрометодами. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 134 с.
12. Погода и Климат. Климатический монитор. Погода в Калининграде [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=26702> (дата обращения: 20.02.2022).
13. Место «катастрофы» – Калининградский залив, бухта Приморская [Электронный ресурс]. – URL: <https://zimmerbude.livejournal.com/15548.html>? (дата обращения: 21.02.2022).
14. Приказ от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 21.02.2022).
15. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши по О.П. Оксийку и В.Н. Жукинскому [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content236/Tables.htm> (дата обращения: 21.02.2022).

УДК 504.5:639.22/.23

А.В. Якимов

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

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРЯ СУДОВЫМИ ОТХОДАМИ ПРИ ПРОМЫСЛЕ МИНТАЯ

В статье описывается влияние промысла минтая на ухудшение экологической обстановки в море. В работе приводятся данные по запрещенным операциям с мусором. Анализируется соответствие соблюдения правил предотвращения загрязнения моря Приложения V МАРПОЛ. Описывается величина выброса за борт различных категорий мусора. Дана оценка работе надзорных органов по качеству контроля и учету нарушений в сфере влияния судов на загрязнение судами акватории. Приводятся рекомендации по улучшению обстановки.

Ключевые слова: пластик, мусор, загрязнение, выбросы, нарушения, промысел.

A.V. Iakimov

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

MARINE POLLUTION FROM SHIP-GENERATED WASTES IN POLLOCK FISHING

The article describes the impact of pollock fishing on the environmental deterioration in the sea. The paper provides data on prohibited operations with garbage. Compliance with the rules for the prevention of marine pollution of Annex V to MARPOL is analyzed. The volume of overboard discharge of various categories of garbage is described. The performance assessment of supervisory authorities for control and accounting of violations in the sphere of vessel influence on water area pollution is given. Recommendations for improving the situation are given.

Key words: plastic, garbage, pollution, emissions, violations, fishing.

Промысел минтая на путине в море ведется среднетонажным и крупнотонажным флотом, возраст судов в большинстве случаев превышает 30–35 лет, это суда 1990-х годов постройки и ранее. Все операции с мусором должны производиться в соответствии с различными международными нормами и правилами по предотвращению загрязнения моря [1–4].

Многолетние наблюдения показали, что чем старше судно, тем сложнее там утилизировать отходы, в частности это касается пластика. Помимо этого, еще один важный фактор – это низкая грамотность членов экипажа в области предотвращения загрязнения моря. Среднее количество людей на крупнотоннажном рыбодобывающем судне составляет более 100 человек. На судах возрастом 30–35 лет зачастую не работают установки по сжиганию мусора. Ответственные за переработку и утилизацию бытовых отходов на таких судах могут ставить самодельные конструкции по сжиганию мусора, но существуют и случаи небрежного обращения, когда все просто выбрасывается за борт. Контролировать на месте это не представляется возможным. Операции с утилизацией мусора заносятся в судовую журнал [2], однако доподлинно неизвестно, производились они на самом деле или нет. По этой причине происходит загрязнение акватории моря.

Данная статья подготовлена по материалам НИР, выполненной в рамках гранта Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. Материалы собирались автором на судне при работе в основных районах добывающего флота в северной части Охотского моря в январе – феврале 2022 г. Ежедневно производились визуальные наблюдения за акваторией в светлое время суток. Отслеживались операции с судовыми отходами, все

незаконные действия фиксировались в журнале, для подтверждения производилась фото- или видеофиксация нарушений.

Во время обработки улова пересчитывалось количество выбросов за борт рыбы и ее частей. Производились массовые промеры рыб для определения численности и биомассы. Расчет основывался на показателях средних длин и массы, деленных на весь улов. Все полученные данные собирались и обрабатывались в полевых условиях.

Вступивший в силу 1 января 2013 г. МЕРС.201(62) [3] устанавливает, что в соответствии с данным документом отходы на судне должны разделяться. Они подразделяются на следующие категории отходов: бытовые (бумага и ее продукты, текстиль (ветошь), стеклянные изделия, металл, бутылки, глиняная посуда и т. п.); пищевые; эксплуатационные; кулинарный жир (растительного и животного происхождения); кости и туши животных; пластмассы и изделия из них; зола инсинераторов; грузовые остатки; рыболовные снасти и их остатки.

Разделение мусора вызвано разными требованиями по обращению с каждым из видов. Полностью запрещен сброс в море всех пластмасс, синтетических тросов, рыболовных сетей и пластиковых мешков для мусора. При смешении отходов различных групп при одновременном сбросе установлены наиболее жесткие требования [1–4]. Краткое изложение некоторых ограничений по сбросу мусора в море, налагаемых правилами Приложения V МАРПОЛ, представлено в табл. 1.

Таблица 1

Ограничения по сбросу мусора в море по правилам Приложения V МАРПОЛ

Тип мусора	Все суда, исключая платформы	
	Вне особого района Правило 4	В пределах особого района Правило 6
Неизмельченные или нераздробленные пищевые отходы	За пределами 12 миль от берега, в пути и по возможности в наибольшей удаленности	Сброс запрещен
Туши животных (должны быть разделаны или другим образом обработаны для обеспечения немедленного их затопления)	Сброс в пути и в наибольшей удаленности от берега (более 100 миль и на максимальной глубине)	Сброс запрещен
Любой другой мусор, включая пластик, синтетические канаты, рыболовные снасти, пластиковые мусорные мешки, золу инсинераторов, шлаки, масло для кухни, плавающий даннаж, шпагат и упаковочный материал, тряпки, стекло, металл, бутылки, стеклянные осколки и другие похожие предметы	Сброс запрещен	Сброс запрещен

Давая оценку соответствия данных запретов по наблюдениям и представленным на их основе результатам, установлены нарушения по всем пунктам. Зачастую на судах нет систем комплексной переработки отходов. Отсутствует отдельный сбор, наблюдается халатное отношение к правилам предотвращения загрязнения моря.

Стоит отметить, что на судах находятся контейнеры для отдельного сбора мусора. Однако, как показали наблюдения, они совершенно не используются по своему назначению и просто стоят пустые. Контроль в этой области отсутствует, есть вопросы к рациональности их нахождения на судах. В результате наблюдений установлен факт выбросов различных категорий мусора и прочих веществ. Отслеживались и промысловые операции на рыболовном траулере.

Особенно следует уделить внимание на загрязнение пластиком, поскольку обращение с ним на судах в настоящее время в большинстве случаев противоречит установленным нормам и правилам. Наблюдения за акваторией показали, что у экипажа низкая грамотность по правилам предотвращения загрязнения моря, они могут бездумно выбрасывать за борт пластиковые бутылки, резиновые перчатки и прочие запрещенные для выброса материалы. Контролировать это невозможно, и все возлагается на администрацию судна, которая не всегда добросовестно относится к своим обязанностям. Наблюдения подтвердили запрещенные выбросы (табл. 2).

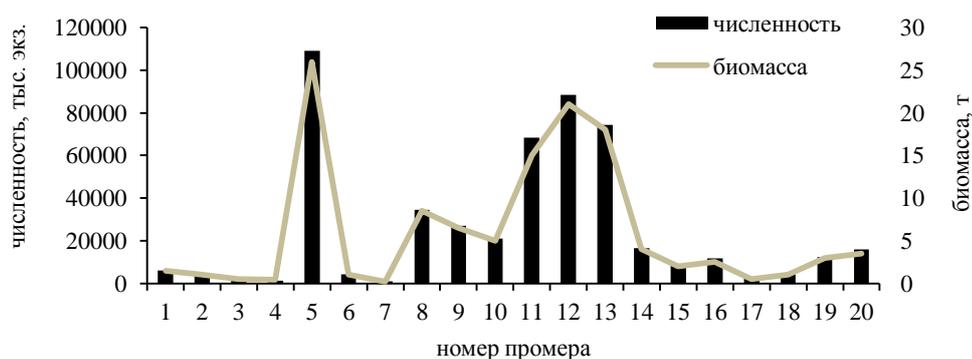
Основные виды выбросов за сутки в районе наблюдений

Вид	Объем выбросов	Примечание
Бутылки, упаковочный материал из пластика, резиновые перчатки	Мешки объемом 60 л, в среднем 1–2	Выбросы наблюдались на регулярной основе при проведении наблюдения за поверхностью моря. Ежедневно, помимо общесудового мусора, некоторые члены экипажа выбрасывали скопившийся мусор из своих кают (мешки объемом 20–30 л)
Зола инсинераторов или из самодельных установок	0,1–0,5 куб. м	В том числе после сжигания пластика, материалов из резины
Неразделанные тушки животных	0,5–30 т	Цельные тушки минтая и прочие виды прилова

Пластик на судах подлежит сбору и накоплению для дальнейшей сдачи на берег, где следует его вторичная переработка, однако этого не происходит. Собирается показательное количество бутылок, а все остальное сжигается. Пластик не горит, а плавится, поэтому остается в золе, которая выбрасывается за борт. Она может быть поглощена различными обитателями морской среды, приводя их к увечьям или в итоге к неминуемой гибели.

Следует обратить внимание, что выбрасываются за борт и различные предметы тары, банки из стекла или жести. За месяц с одного судна может быть выброшено несколько сотен штук, трудно представить, сколько за все время существования промысла в море их уже накопилось на дне. При этом работу надзорных органов можно назвать неудовлетворительной ввиду отсутствия контроля в этой сфере.

Самые массовые выбросы – это продукты переработки при производстве продукции из минтая. На поверхности моря наблюдались различные загрязнения в виде печени и других внутренних органов. Обследованная площадь составила 897 кв. км. При этом значимый вклад в загрязнение вносит и неконтролируемый выброс рыбы за борт. В частности минтая, который не пошел в обработку, а количество его иногда может превышать 30 т. Дополнительно за борт идут и сопутствующие виды прилова. Наблюдения показали, что выбросы происходят на регулярной основе. В основном за борт идет рыба промысловой длины, и ее соотношение в улове может достигать до 70%, а особей – более 100 тыс. Данные представлены на рисунке.



Количество и биомасса особей, выбрасываемых за борт

Ежедневные наблюдения в районе работ основного базирования флота показали, что это происходит практически на всех судах. Особенно это заметно при работе в ледовых условиях, тогда видно большое количество тушек на льдинах. Это прямое доказательство нарушений в области рыбохозяйственного законодательства [5], но государственный контроль не справляется со своей задачей регулирования и пресечения незаконных действий.

Также бывают случаи выбросов крупной рыбы во время перехода судна на перегруз. Избавляются от излишка, когда не успевают переработать весь объем минтая-сырца для производства продукции. По факту приходится рассчитывать соответствие цифр в документах, поскольку зачастую там присутствуют фальсификации.

Преимущественно продукция на рыболовных траулерах – это минтай без головы или филе, поэтому в неизменном виде за борт выбрасывают внутренности и иногда головы. При производстве филе за борт могут уходить и остатки скелета. Значимая часть костей и голов отправляется на производство рыбной муки, но из-за небольшого объема накопительного бункера они также периодически уходят за борт. При этом никакого их измельчения не происходит, они остаются в неизменном виде, хотя по правилам они должны быть измельчены в таком виде, чтобы могли сразу уходить на дно.

При анализе акватории в районе основного района работы добывающего флота часто наблюдаются различные загрязнения акватории. Не существует работающего механизма по предотвращению загрязнения моря во время эксплуатации судов. Возможные негативные влияния никак не фиксируются. Помимо загрязнения мусором, существует проблема выбросов продуктов переработки рыбы и цельных тушек, которые не пошли в обработку. В сутки по средним оценкам с одного судна типа БМРТ за борт может уходить более 20 т, не говоря уже о более современных судах с большими уловами. Вклад в загрязнение акватории моря рыбодобывающими судами значительный. Уровень контроля государством этой ситуации остается неудовлетворительным, при том что различные ведомства отчитываются о высоком уровне поддержания чистоты и охраны окружающей среды от загрязнений. Но это в настоящее время не касается водопользователей морской акватории.

Добывающие компании получают право на экологическую сертификацию своей продукции международным попечительским советом, что подтверждает соблюдение принципов о рациональном рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов [6]. Однако эти правила грубо нарушаются промышленниками. Тысячи тонн рыбы остаются неучтенными и выбрасываются за борт, что подрывает право российских добытчиков на экологическую сертификацию промысла.

Улучшить ситуацию может введение системы единого полного контроля за обращением с судовыми отходами после наблюдений и усреднений показателей количества накопления мусора на одном судне. Необходимо проработать возможность глубокой переработки отходов на берегу и способы их доставки. На основе полученных средних данных по объемам образования судовых отходов судовладельцам будет тяжелее фальсифицировать цифровые показатели, что поможет уменьшить выбросы. Необходимо повышать грамотность членов экипажа в области предотвращения загрязнения моря и вводить более жесткую индивидуальную и административную ответственность.

Литература

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. (МАРПОЛ) и Протокол 1978 г. Введ. 02.10.1973: в 3 кн. Кн. 1. – СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 2012. – 364 с.
2. Приказ № 50 Министерства Транспорта РФ от 7 мая 1998 г. «О нормативных актах по вопросам охраны морской среды». – М.: НЦПИ, 1998. – 8 с.
3. Annex 13. Resolution MEPC.201(62). Amendments to the annex of the protocol of 1978 relating to the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973 (revised MARPOL Annex V). Adopted on 15 July 2011. – 2012. – 12 p.
4. Правила предотвращения загрязнения мусором с судов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 10.02.2022).
5. Приказ Минсельхоза России от 23.05.2019 № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 05.06.2019 № 54842) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online> (дата обращения: 12.02.2022).
6. Экологическая сертификация по стандарту MSC [Электронный ресурс]. – URL: <http://fishnet.ru> (дата обращения: 12.02.2022).

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.959.5

М.В. Благоднравова, А.В. Самохин

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА КОЖИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ КАЛЬМАРОВ – КОМАНДОРСКОГО *BERRYTEUTHIS MAGISTER* И ТИХООКЕАНСКОГО *TODARODES PACIFICUS*

В статье представлены результаты опытно-контрольных работ по нормированию выхода кожи тихоокеанского и командорского кальмаров. Был произведен ряд расчетов отходов, потерь, выхода мышечной ткани и кожного покрова по результатам опытно-контрольных взвешиваний. Показан высокий выход кожи, что говорит о целесообразности разработки технологий ее переработки.

Ключевые слова: кальмар, командорский кальмар, тихоокеанский кальмар, разделка, непищевые отходы, выход кожи кальмара, опытно-контрольная работа.

M.V. Blagonravova, A.V. Samokhin

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

DETERMINATION OF SKIN YIELD OF COMMERCIAL SQUID SPECIES: COMMANDER SQUID (*BERRYTEUTHIS MAGISTER*) AND JAPANESE FLYING SQUID (*TODARODES PACIFICUS*)

The article presents the results of experimental and control work to standardize skin yield of Commander squid and Japanese flying squid. A number of calculations of waste, losses, output of muscle tissue and skin cover have been made based on the results of experimental and control weighing. High yield of skin is shown. It points to the feasibility of developing the technologies for its processing.

Key words: squid, Commander squid, Japanese flying squid, cutting, non-food waste, squid skin yield, experimental control work.

В обеспеченности пищевого рациона населения РФ основными нутриентами существует ряд неблагоприятных отклонений от рекомендательных норм. В частности, наблюдается дефицит белка на 11,5% по сравнению со средними рекомендуемыми нормами.

На наш взгляд, недоиспользованным биоресурсом, способным восполнить дефицит белков, а также других биологически активных веществ, является кожа кальмара. В настоящее время кожа кальмара не вызывает высокий интерес у рыбоперерабатывающих предприятий и обычно направляется на дальнейшую переработку в технические и кормовые производства, которые являются низкорентабельными. Надо отметить, что выход товарной продукции из водных биологических ресурсов, в том числе из кальмара, в ходе промышленной обработки продолжает оставаться на невысоком уровне – около 65%. Комплексное использование сырья является важнейшим направлением развития рыбоперерабатывающей отрасли. В этой связи целесообразность использования непищевых отходов кальмара (таких как покровные ткани) в технологиях производства пищевых продуктов является высокоперспективным и актуальным направлением.

Несмотря на то что вылов кальмара достигает 1,3 млн тонн, он является недоосвоенным ресурсом, объемы изъятия которого в перспективе могут достигать десятков миллионов тонн.

Кальмар является ценным массовым промысловым объектом, его добыча ведется без ущерба для популяции. Из всех видов кальмаров съедобными считаются только некоторые: кальмар обыкновенный (лолиго), аргентинский, тихоокеанский, командорский и перуанский.

Командорский кальмар (*Beryteuthis magister*) – важный промысловый вид семейства гонатид (Gonatidae) [1]. Сложившаяся к настоящему времени структура промысла командорского кальмара как наиболее распространенного достаточно стабильна. Руководствуясь данными литературных источников, можно сделать вывод – кальмар командорский является более доступным сырьем и более дешевым по сравнению с другими видами кальмаров.

Тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*) – представитель семейства Ommastrephidae [2–4]. Тихоокеанский кальмар является перспективным объектом промысла, объемы вылова которого на настоящий момент менее значительны, нежели командорского, что в первую очередь связано с недостатком специализированного флота.

Кожный покров кальмара на предприятиях удаляют зачастую затратным биохимическим способом – при помощи фермента коллагеназы, ацетата натрия, сульфатов и др. – или термическим способом – в горячей воде в барабанных центрифугах. Использование в пищевых целях кожи кальмара при указанных способах ее удаления невозможно, так как при растворении в горячей воде и химических препаратах вещества тканей кальмара переходят в жидкую фракцию, при этом мясо теряет в качестве (происходит окрашивание мяса пигментом, мясо становится жестким, нарушается его целостность).

Отходы вынужденно утилизируют в сточные воды, тем самым загрязняя окружающую среду. Сточные воды промышленности имеют высокую степень бактериальной обсемененности. Для снижения негативного воздействия предприятия обязаны проводить природоохранные мероприятия: обеззараживание, механическую и биологическую очистку, что весьма затратно. Сброс отходов в водоемы сопровождается быстрым истощением запасов кислорода, что вызывает гибель всего живого.

Механическим способом удаления кожи обеспечивается максимальное сохранение нативных свойств сырья, что делает возможным дальнейшую переработку отходов, являющихся источником биологически ценных веществ. Механическим способом, как правило, отделяют кожу в ходе автоматизированной машинной разделки. В результате гораздо лучше обеспечивается сохранение функциональных свойств нутриентов, снижаются потери экстрактивных веществ как в мясе, так и в коже.

Весомыми аргументами в пользу использования кожи кальмара рыбоперерабатывающими предприятиями, в частности, для получения высокобелковой пищевой добавки, могут служить внедрение в производственный процесс инновационных ресурсосберегающих технологий, усовершенствование производства за счет выпуска дополнительной товарной продукции, сокращение экологической нагрузки, снижение издержек на производство основной продукции, повышение прибыли и эффективности производства, увеличение экономических показателей. Подобная разработка позволит производить рентабельную продукцию в значительных объемах за счет рационального использования низкобюджетного биологически ценного сырья. С целью изучения перспектив использования кожи кальмара в качестве пищевой обогатительной добавки были проведены исследования выхода кожи промысловых видов кальмаров.

Цель работы – определение выхода кожи двух видов кальмаров – командорского *Beryteuthis magister* и тихоокеанского *Todarodes pacificus*.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определение выхода кожи, полученной при разделке кальмаров командорского *B. magister* и тихоокеанского *T. pacificus*;
- изучение возможности дальнейшего использования этого сырья в пищевых целях.

Объектами исследований в данной работе являются промысловые виды кальмаров – тихоокеанский *Todarodes pacificus* и командорский *Beryteuthis magister*.

Отбор образцов для определения массового состава кальмаров проводили согласно ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для

лабораторных испытаний». Определение массового состава кальмаров проводили общепринятыми методами [5, 6].

К съедобным частям тела кальмара общепринято относить голову с щупальцами и мантийный мешок с плавниками. Массовая доля съедобных частей, в зависимости от сезона добычи и вида животного, составляет от 69,5 до 74,7% [7]. Массовая доля покровной ткани отдельно от других отходов промысловых кальмаров в официальных документах не нормируется. Технические условия, разрабатываемые индивидуально для предприятий рыбной промышленности, находятся в закрытом доступе, но и они не дают достоверной информации по объему именно кожного покрова, поскольку учитывается общее количество отходов при разделке кальмаров. В то же время исследования, ориентированные на уточнение выхода кожи кальмаров командорского и тихоокеанского, необходимы для установления целесообразности разработки технологий, предусматривающих использование кожного покрова в пищевых целях.

Из научно-справочной литературы известно, что после отделения кожного покрова от мышечной ткани формируются непищевые отходы (кожа) в количестве от 7 до 11% [8]. Полученные данные являются условными, прошло длительное время с момента публикации этих данных; в публикациях нет уточнения сезона (летнего, зимнего) проведения исследований, также не уточняется, с какой конкретно мышечной ткани (тушки, щупалец или с неразделанного кальмара) отделяли кожный покров и какими способами.

Известно, что в разные сезоны массовая доля как мышечной ткани, так и кожного покрова кальмара может изменяться в зависимости от условий обитания, питания, температуры, солености воды и т. д., также в зависимости от пола и размера экземпляров (у крупных образцов кальмаров выход кожи больше, чем у мелких, поскольку толщина кожи разная и может составлять от 2 до 17 мм) [9].

Отделение кожи в ходе промышленной разделки кальмара осуществляют химическим, термическим, биохимическим и механическим способами. При термическом способе обесшкуривания кальмара потери и отходы к массе тушки на 5,7% больше, чем при механическом [10].

Авторами был произведен ряд расчетов отходов, потерь, выхода мышечной ткани и кожного покрова по результатам опытно-контрольных взвешиваний. Для определения среднегодовых показателей использовали гравиметрический метод, в ходе которого проводили четыре опытно-контрольные работы в течение одного года, из них две работы – в холодный период года и две работы – в теплый период. Использовали методику определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов [5, 6]. Массу тушки с покровной тканью определяли по разности между массой брутто и массой тары.

Для одной опытно-контрольной работы в разные сезоны отбирали кальмаров командорского и тихоокеанского из разных размерных групп, с разной массой, однородных по способу первоначальной обработки, способу разделки. Выделяли туловищную мантию с хвостовым плавником с кожным покровом, при этом голову, щупальца, внутренности, а также хитиновую пластину (гладиус) удаляли. Кожный покров отделяли вручную после размораживания до температуры, соответствующей криоскопической (от 0 до минус 1°C). Размерно-массовый состав промысловых видов кальмаров представлен в таблице 1.

Таблица 1

Размерно-массовый состав промысловых видов кальмаров [9]

Вид кальмара	Длина мантии, см	Масса, г
Командорский (<i>Beryteuthis magister</i>)	20–27	160–700
Тихоокеанский (<i>Ommastrephes sloani pacificus</i>)	24–30	270–620

Результаты определения массового состава командорского и тихоокеанского кальмаров, полученные в ходе проведения опытно-контрольных работ, представлены в таблице 2.

Проведенная оценка массовой доли кожи кальмара (табл. 3) показала, что массовая доля кожи по отношению к массе филе с кожей составляет для командорского кальмара 13%, для тихоокеанского – 9%. При существующем объеме вылова командорского и тихоокеанского кальмаров, достигающем 215 тыс. тонн в год, на переработку может направляться до 12,8 тыс. тонн кожи кальмара, что весьма значительно и может представлять большой интерес для рыбоперерабатывающих предприятий при условии внедрения экономически выгодных технологий переработки кожи.

Таблица 2

Массовый состав командорского и тихоокеанского кальмаров

Наименование образца, дата определения	Средняя длина мантии, см	Средняя масса тушки до отделения кожи, г	Общая масса мантии с кожей без внутренностей, без щупалец, с учетом стекания воды, г	Масса мантии без кожного покрова, с учетом стекания воды, г	Масса покровной ткани, с учетом стекания воды, г	Выход покровной ткани от общей массы мантии, %	Средний выход покровной ткани, %
Массовый состав кальмара командорского							
10.06.2020	15–17	162–174	1 103	961	142	12,8	12,9
14.07.2020	19–23	190–248	2 780	2 421	359	12,9	
14.08.2020	16–17	165–182	1 400	1 222	178	12,7	
25.10.2020	16–19	148–184	1 200	1 047	153	12,8	
27.01.2021	19–20	167–203	1 270	1 104	166	13,1	
02.02.2021	16–18	154–176	2 500	2 184	316	12,6	
08.04.2021	20–24	201–267	3 400	2 954	446	13,1	
Массовый состав кальмара тихоокеанского							
11.07.2020	21–23	263–278	1 507	1 371	136	9,0	9,0
10.09.2020	20–24	282–296	1 264	1 151	113	8,9	
28.10.2020	21–23	276–297	1 456	1 326	130	8,9	
29.04.2021	22–25	275–298	3 150	2 860	290	9,2	
13.05.2021	21–23	260–273	2 649	2 416	232	8,8	

Таблица 3

Расчет возможного выхода кожи от разделки кальмаров при существующих объемах вылова

Вид сырья	Средний вылов в год, тыс. тонн	Массовая доля филе с кожей от массы кальмара, %	Возможный выход филе с кожей, тыс. тонн в год	Массовая доля кожи от массы филе с кожей, %	Возможный выход кожи при разделке, тыс. тонн в год
Командорский кальмар	110	52	57,2	13	7,5
Тихоокеанский кальмар	105	56	58,8	9	5,3
ИТОГО	215	–	116	–	12,8

Значительные объемы отходов (в том числе кожи), образующиеся при переработке кальмара, в настоящее время не вызывают интерес у рыбоперерабатывающих предприятий и не используются в пищевых целях. В основном эти отходы утилизируются, увеличивая экологическую нагрузку при промысле кальмара и загрязняя воды Мирового океана. Для обоснования целесообразности использования покровных тканей кальмара в пищевых технологиях необходимо было оценить объем образующихся при переработке кальмара отходов (кожи). С этой целью весовым методом были проведены исследования массового состава кальмара. Полученные данные говорят о высоких объемах выхода кожи промысловых видов кальмаров, что делает целесообразным создание технологий переработки кожи для производств пищевых продуктов.

Литература

1. Несис К.Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. – М.: Наука, 1985. – 285 с.
2. Шевцов Г.А. Тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus* Steenstrup, 1880 (Cephalopoda, Ommastrephidae) северо-западной части Тихого океана (биология, распределение, состояние запасов): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1978. – 24 с.
3. Шевцов Г.А., Мокрин Г.М. Фауна головоногих моллюсков зоны России Японского моря в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 123. – С. 191–206.

4. Okutani T. *Todarodes pacificus* // Cephalopod life cycles. Vol. 1. Species accounts. – London: Academic Press, 1983. – P. 201–214.
5. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов / Е.Н. Харенко, Е.Г. Виноградова, Т.А. Фонарева и др. – М.: ВНИРО, 2002. – 270 с.
6. Технологическое нормирование. Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры. – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – Вып 9. – 74 с.
7. Быков В.П. Технология рыбных продуктов: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 320 с.
8. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учебник / Под ред. О.Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
9. Сафронова Т.М., Дацун В.М., Максимова С.Н. Сырье и материалы рыбной промышленности: 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2013. – 336 с.
10. Технологическая характеристика мороженой продукции из новозеландского (*Nototodarus sloani*) и командорского (*Beryteuthis magister*) кальмаров / З.П. Швидкая, Т.А. Давлетшина, Е.А. Солодова и др. // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 158. – С. 366–373.

УДК 006

Е.В. Глебова

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: glebova.ev@dgtru.ru*

РАЗВИТИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В НАПРАВЛЕНИИ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ»

Межгосударственная стандартизация направлена на повышение качества жизни, устранение барьеров в торговле, на обеспечение безопасности через повышение эффективности производства и производительности труда, а также внедрение в производственные процессы современных достижений науки и техники.

Для успешной деятельности в указанных направлениях и корреляции развития межгосударственной стандартизации с направлениями технического регулирования в 2020 году была принята «Стратегия развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 года».

Ключевые слова: техническое регулирование, межгосударственная стандартизация, стратегия развития, план реализации стратегии, технический регламент, стандарт.

E.V. Glebova

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail: glebova.ev@dgtru.ru*

DEVELOPMENT OF INTERSTATE STANDARDIZATION FOR “STANDARDIZATION”

Interstate standardization is aimed at improving the quality of life, removing barriers to trade, ensuring security issues through increasing production efficiency and labor productivity, as well as introducing modern achievements of science and technology into production processes.

For successful activities in these areas and the correlation of the development of interstate standardization with the areas of technical regulation in 2020, the “Development Strategy of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification for the period up to 2030” was adopted.

Key words: technical regulation, interstate standardization, development strategy, strategy implementation plan, technical regulation, standard.

На сегодняшний день понятия «техническое регулирование» и «межгосударственная стандартизация» знакомы не только специалистам, осуществляющим свою трудовую деятельность в одноименных областях, эти понятия также стали вектором, задающим направление на повышение качества нашей жизни, на обеспечение экономического роста, развитие международной торговли, обеспечение безопасности через повышение эффективности производства и производительности труда, а также внедрение в производственные процессы современных достижений науки и техники.

Развитие межгосударственной стандартизации невозможно анализировать без привязки к развитию системы технического регулирования, так как основное назначение межгосударственной стандартизации – служить целям технического регулирования. Вопрос развития межгосударственной стандартизации (далее МГС) является достаточно сложным и многогранным, корни его уходят в союзное прошлое нашей страны. Государственные стандарты (далее ГОСТы) в СССР содержали требования безопасности и были обязательны для исполнения, что подтверждалось фразой «несоблюдение стандарта преследуется по закону». Другими словами, ГОСТ в то время исполнял роль технического регламента (далее ТР), и на него были возложены те же функции. После распада Советского Союза в феврале 1992 г. руководители служб по стандарти-

зации, метрологии и сертификации государств – участников СНГ – обратились к правительствам своих стран с предложением о необходимости сохранения и развития единой нормативной базы в области стандартизации, системы обеспечения единства измерений и основных принципов проведения работ по сертификации. В итоге 13 марта 1992 г. в Москве было подписано «Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации» (далее Соглашение). Приложением к данному соглашению являлось «Положение о межгосударственном совете по стандартизации метрологии и сертификации» [1]. Данные документы были подписаны главами правительств Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана, Российской Федерации, Украины – так было положено начало МГС.

В настоящий момент МГС активно развивается. Первенство по разработке межгосударственных стандартов имеет Российская Федерация, которая разрабатывает 70–80% всех межгосударственных стандартов. В МГС на конец 2021 г. насчитывалось 26 379 документов по межгосударственной стандартизации, уровень гармонизации которых с европейскими стандартами составляет 24%.

Очевидно, что с ростом количества принятых технических регламентов возрастает потребность в межгосударственных стандартах, обеспечивающих действия регламентов, и тут проявляются сразу несколько проблем МГС, связанных с длительностью разработки межгосударственных стандартов, с необходимостью обеспечения технических регламентов соответствующими межгосударственными стандартами, с порядком распространения межгосударственных стандартов, со сроками пересмотра стандартов и т. д.

В среднем срок разработки документов по межгосударственной стандартизации составляет два года. Необходимо сокращать этот срок – передовой опыт по разработке подобных стандартов ограничивает его до года. Также требует внимания средний возраст межгосударственных стандартов, который составляет более 20 лет, несмотря на то, что есть рекомендации о пересмотре техническими комитетами по стандартизации своих стандартов раз в пять лет. На официальном сайте МГС существует перечень уполномоченных организаций по распространению документов межгосударственной стандартизации, также принят ряд документов о порядке распространения межгосударственных стандартов, тем не менее в информационно-телекоммуникационной сети Интернет можно найти практически любой межгосударственный стандарт.

Для решения вышеуказанных проблем и корреляции развития МГС с направлениями технического регулирования в 2020 г. была принята «Стратегия развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 года» (далее Стратегия) [2]. Основными направлениями работы Стратегии определены следующие:

- стандартизация;
- метрология;
- единый рынок и технические барьеры (оценка соответствия, аккредитация, надзор);
- региональная инфраструктура качества и международное сотрудничество.

При анализе данных направлений сотрудничества становится очевидным, что МГС – это уникальная организация, которая объединяет деятельность по стандартизации, метрологии, оценке соответствия, аккредитации и надзору. Также очевидно, что эффективное использование таких широких возможностей МГС должно базироваться на четком соблюдении интересов государств – участников Соглашения. Это предполагает четкую координацию в выработке совместных решений, отработку новых механизмов информирования, получения договоренностей в установленных сферах деятельности и пр. для достижения основной цели создания МГС.

В период до 2030 г. шаги в рамках реализации стратегического планирования МГС принимаются в соответствии с принятым «Планом мероприятий по реализации Стратегии развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 года» (далее План) [3]. Анализ Плана показал наличие запланированных действий по всем четырем направлениям стратегического развития МГС. Для этого было сформулировано 27 стратегических целей по всем направлениям с указанием наименования мероприятий, сроков исполнения, исполнителей, характеристики работ и ожидаемого эффекта.

К стратегическим целям, сформулированным по направлению «стандартизация», относятся следующие:

- установление приоритета разработки межгосударственных стандартов по отношению к разработке национальных стандартов;
- реализация и развитие основных принципов межгосударственной стандартизации, заложенных в основополагающих стандартах;
- синхронизация деятельности в национальных, региональных и международных системах стандартизации;
- сокращение срока разработки стандартов с целью максимально оперативного реагирования на нужды потребителей стандартов для ускорения инновационного развития;
- цифровая трансформация работ по межгосударственной стандартизации;
- наполнение электронных библиотек машиночитаемыми и машинопонимаемыми стандартами;
- установление определяющей роли межгосударственных технических комитетов (далее МТК) в планировании и разработке межгосударственных стандартов;
- закрепление секретариатов МТК и фонда соответствующих межгосударственных стандартов за секретариатами национальных технических комитетов для формирования программы работ по межгосударственной стандартизации, для разработки и экспертизы проектов межгосударственных стандартов;
- создание и обеспечение функционирования единого механизма мониторинга применения и актуальности межгосударственных стандартов с последующей отменой/пересмотром устаревших и неактуальных стандартов.

Анализ стратегических целей развития МГС в направлении «стандартизация» позволил разделить все планируемые мероприятия на две группы:

- организация работ по МГС;
- цифровизация деятельности МГС.

Наибольшее количество запланированных мероприятий предусмотрено в рамках организации работ по МГС. Перечень мероприятий, вошедших в План, позволит полностью решить перечисленные выше проблемы; работы по реализации запланированных мероприятий ведутся планомерно с 2021 г., и уже достигнуты существенные результаты. Так, на конец 2021 г. насчитывалось более ста межгосударственных стандартов, принятых для целей технического регулирования.

Следует также отметить, что цифровизация деятельности МГС включается в общий современный тренд по цифровизации экономики, производства и деятельности по стандартизации. В рамках запланированных работ в данном направлении предложены четыре группы мероприятий, для выполнения которых предусмотрены довольно длительные временные промежутки – 8–9 лет. Это объясняется ожидаемыми результатами: формирование электронного банка данных принимаемых документов по межгосударственной стандартизации в формате XML, создание электронного фонда машиночитаемых и машинопонимаемых документов по межгосударственной стандартизации, что, безусловно, является амбициозным результатом, на достижение которого должны быть привлечены огромные ресурсы государств – участников Соглашения.

Из всего вышесказанного становится очевидным, что в рамках МГС существует много проблем, решить которые возможно лишь совместным участием государств – участников Соглашения, а реализация Стратегии и Плана будет вести государства к стабильному успеху.

Литература

1. Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации (с изменениями на 22 ноября 2007 года) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1902961> (дата обращения: 18.02.2022).
2. Стратегия развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: https://easc.by/images/document/mgs/57%20MGS_strategia.pdf (дата обращения: 18.02.2022).
3. План мероприятий по реализации Стратегии развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://easc.by/images/document/mgs/Plan%20meropriyatij%20po%20realizacii%20Strategii%20MGS%202030.pdf> (дата обращения: 18.02.2022).

УДК 665.215

М.М. Ершова¹, М.М. Шашурин²

¹ *Арктический государственный агротехнологический университет,
Якутск, 677007;*

² *Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,
Якутск, 677000
e-mail: ershova678@mail.ru*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЖИРА НЕРПЫ КОЛЬЧАТОЙ, ДОБЫТОЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЯКУТИИ

В статье изложены результаты собственных исследований биологической активности растопленного жира нерпы кольчатой, добытой на арктической территории Якутии. Определено содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, а также жирорастворимых витаминов.

Ключевые слова: нерпа, жир, жирные кислоты, омега-3, витамины.

M.M. Ershova¹, M.M. Shashurin²

¹ *Arctic State Agrotechnological University,
Yakutsk, 677007;*

² *Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS,
Yakutsk, 677000
e-mail: ershova678@mail.ru*

BIOLOGICAL VALUE OF RINGED SEAL FAT GOT IN THE ARCTIC YAKUTIA

This article presents the results of our own research on the biological activity of melted fat of the ringed seal got in the Arctic territory of Yakutia. The content of saturated and unsaturated fatty acids as well as fat-soluble vitamins is determined.

Key words: seal, fat, fatty acids, omega-3, vitamins.

В современном мире человечество ищет способы сохранения здоровья без использования лекарств. В решении этой задачи существенную роль играют БАДы – биологически активные добавки к пище. Их основная функция заключается в снабжении организма человека необходимыми микро- и макронутриентами [1]. Биологическая активность данных нутриентов состоит в регулирующем влиянии на работу отдельных органов и систем.

Испокон веков человечество понимало значение правильного питания для здоровья и долголетия. Накапливая опыт использования тех или иных продуктов в пищу и понимание значения их для поддержания и сохранения здоровья человека, исследователи находили новые пищевые вещества, которые использовали для лечения и профилактики заболеваний.

Следует отметить разнообразие пищевых предпочтений в разных странах в зависимости от территориальных и климатических особенностей. Природно-климатические, эндемические особенности флоры и фауны диктуют пищевые структуры населения всех материков Земли. Но в каждой стране и у каждой народности существуют исторически сложившиеся пищевые предпочтения и опыт использования пищевых продуктов и их компонентов для поддержания здоровья.

Научно доказано, что источниками ненасыщенных жирных кислот являются рыбий жир и жир морских млекопитающих [2]. В жире наземных животных они отсутствуют. Особое место среди ненасыщенных жирных кислот занимают омега-3 жирные кислоты. Они регулирует мембранные процессы в клетке, соответственно, участвуя во всех процессах, протекающих в организме человека [3].

Жир морских млекопитающих – сырье для получения БАДов, содержащих ненасыщенные жирные кислоты. Особенностью строения тела ластоногих является скопление подкожного жира по всей туше до 8–10 см толщиной. Подкожный жир ластоногих составляет почти 40% от всей массы туши животного [4]. Технология получения жирового сырья от ластоногих включает в первую очередь отделение шкуры с подкожной прослойкой жира – хоровины. Далее осуществляют отделение жира от шкуры, измельчение и вытопку жира [5, 6].

Биологическая ценность подкожного жира ластоногих характеризуется содержанием жирных кислот и таких биологически активных веществ, как фосфолипиды, стерины, жирорастворимые витамины. Биологическую ценность определяют не только по показателям жирнокислотного состава, но и способностью жира морских млекопитающих сохранять свои биологически активные свойства долгое время.

Материалом для исследований являлись 10 проб вытопленного жира нерпы кольчатой, добытой на территории Арктической Якутии.

Определение концентрации жирных кислот проводили методом газожидкостной хроматографии [7]. Измерения проводили с использованием хроматографа «МАЭСТРО» 7820/5975, построенного на базе газового хроматографа Agilent 7820 и масс-спектрометрического детектора 5975.

Исследование содержания жирорастворимых витаминов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [8]. При этом использовали хроматограф жидкостной с ФЛД и ДМД Agilent LC-1200.

Биологическую активность жира нерпы определяли содержанием жирных кислот и жирорастворимых витаминов. В результате определения содержания жирных кислот были получены следующие данные (% от общего содержания жирных кислот):

- омега-9 жирные кислоты представлены следующими: олеиновая кислота – $20,78 \pm 0,33$, элаидиновая кислота – $4,98 \pm 0,08$, гондоиновая кислота – $4,68 \pm 0,07$;
- омега-6: линолевая кислота – $5,89 \pm 0,09$, арахидоновая кислота – $1,64 \pm 0,03$, эйкозодиеновая кислота – $0,77 \pm 0,01$ и другими;
- омега-3: докозагексаеновая кислота – $9,69 \pm 0,15$, эйкозапентаеновая кислота – $9,21 \pm 0,15$, докозапентаеновая кислота – $5,50 \pm 0,09$, эйкозатетраеновая кислота – $2,06 \pm 0,03$, α -линоленовая кислота – $4,32 \pm 0,07$;
- пальмитиновая кислота – $8,72 \pm 0,14$, пентадекановая кислота – $7,70 \pm 0,12$, тридекановая кислота – $5,83 \pm 0,09$, стеариновая кислота – $4,86 \pm 0,08$.

Кроме перечисленных выше жирных кислот, жир нерпы содержит много других, но в меньших количествах. Пальмитолевая кислота (омега-7) принимает участие в поддержании здоровой массы тела, предотвращении развития сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний желудочно-кишечного тракта [9]. Действие пентадекановой и тридекановой кислот на организм человека практически не изучено.

Результаты определения содержания жирорастворимых витаминов в жире нерпы кольчатой разных сезонов добычи и разных сроков хранения приведены в таблице.

Содержание жирорастворимых витаминов в растопленном жире нерпы кольчатой

Наименование образца	Витамин D ₃ , мг/кг	Витамин А, мг/кг	Витамин Е, мг/кг
Свежий жир нерпы весенней добычи	285 ± 72	30,6 ± 6,1	60 ± 15
Жир нерпы осенней добычи (срок хранения 1 год)	180 ± 45	Менее 0,9	20 ± 5
Жир нерпы весенней добычи (срок хранения 2 года)	125 ± 25	26,0 ± 5,1	45 ± 9

Из таблицы видно, что максимальное содержание жирорастворимых витаминов было определено в свежеполученном жире весенней добычи. Выявлено, что содержание витаминов группы А в жире нерпы кольчатой, добытой на Таймыре [10], превышает тот же показатель в жире нерпы, добытой на территории Арктической Якутии, в 8,5 раза. При этом содержание витамина D₃ в исследованном образце жира кольчатой нерпы превышает, по сравнению с жиром добытой на Таймыре нерпы, более чем в 61 раз. Содержание витаминов группы Е в жире кольчатой нерпы, добытой на территории Арктической Якутии, в 2,6 раза выше, чем в жире таймырской нерпы.

Таким образом, можно рекомендовать использование для человека жира нерпы кольчатой, добытой в весенний период в Арктической Якутии, как основного источника витамина D₃

и дополнительного источника витаминов групп А и Е. Также при соответствующей биотехнологической переработке жир нерпы может служить сырьем для получения препаратов с высокой концентрацией жирорастворимых витаминов (А, D₃, Е), которые, в свою очередь, можно использовать при производстве различных БАДов, косметических и лекарственных средств.

По содержанию жирных кислот разных групп жир нерпы кольчатой является уникальным сырьем для создания БАДов, а также сырьем для производства лекарственных препаратов и косметических средств. Экстремальные условия обитания в Арктической Якутии обуславливают наличие богатого жирнокислотного и витаминного состава подкожного жира нерпы кольчатой.

Литература

1. Технология жиров из водных биологических ресурсов: Монография / Н.П. Боева, О.В. Бредихина, М.С. Петрова, Ю.А. Баскакова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2016. – 107 с.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия: Учебник. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
3. Ржавская Ф.М. Состав и свойства липидов гидробионтов // Использование биологических ресурсов океана. – М.: Наука, 1980. – С. 189–210.
4. Сравнительный анализ состава жиров байкальской нерпы (*Phoca Sibirica*) и морских тюленей (*Phoca Hispida*) / О. Грахл-Нилсен, Н.В. Бодоев, Е.С. Аверина, Л.Д. Раднаева, Н.М. Пронин // Экологически эквивалентные и экзотические виды гидробионтов в великих и больших озерах мира: Материалы Второго междунар. симпозиума (27–31 августа 2002 г.). – Улан-Удэ, 2002. – С. 35–38.
5. Мошенский А.А., Владыкина Т.В. Основные результаты изучения медико-биологических аспектов пищевого использования морских млекопитающих отряда ластоногих // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 67–79.
6. Морские млекопитающие как сырье для производства пищевой продукции / З.В. Слапуглова, А.И. Болтнев, А.Г. Абдурахманов, Л.Х. Вафина // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 159. – С. 87–94.
7. Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction / R. Ullah, B. Murphy, B. Dorich, B. Richter, K. Srinivasan // J. Agric. Food Chem. – 2011. – V. 59. – P. 2169–2174.
8. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. – М., 2007. – 109 с.
9. Walton M., Pomeroy P. Use of blubber fatty acid profiles to detect inter-annual variations in the diet of grey seals *Halichoerus grypus* // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 2003. – V. 248. – P. 257–266.
10. Кайзер А.А., Гнедов А.А., Шелепов В.Г. Биохимические показатели жира кольчатой нерпы Таймыра // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 3 (207). – С. 59–62.

УДК 664.694: 597.5

М.В. Ефимова, Д.Д. Ващина, Р.А. Лаженцева

Камчатский государственный технический университет,

Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: efimova-ff@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДОБАВКИ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ В РЕЦЕПТУРНОМ СОСТАВЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Отмечена значимость макаронных изделий как продукции массового потребления, что позволяет определить макароны в качестве «удобного» объекта обогащения ценными нутриентами. Приведен сравнительный химический состав пшеничной муки как основного сырья для производства макаронных изделий и мышечной ткани кальмара и минтая как источников обогатителя – полноценного по аминокислотному составу белка. Определена дозировка гидробионтов в рецептурном составе макарон – количество обогащающей добавки из кальмара 7,0 г на 100 г муки и количество добавки белкового концентрата из минтая – 9,0 г на 100 г муки. Показано, что при употреблении 100 г макаронных изделий с добавками из кальмара и из минтая человек получит белок в количестве, соответственно, 19,8 и 21,6% от средней суточной физиологической потребности, что позволяет отнести продукцию к обогащенной.

Ключевые слова: макаронные изделия, минтай, кальмар, добавка, показатели качества.

M.V. Efimova, D.D. Vashina, R.A. Lazhentseva

Kamchatka State Technical University,

Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

e-mail: efimova-ff@mail.ru

JUSTIFICATION FOR THE AMOUNT OF HYDROBIONT ADDITIVE IN THE RECIPE COMPOSITION OF PASTA

The importance of pasta as a mass-consumption product is noted, which makes it possible to define pasta as a "convenient" object of enrichment with valuable nutrients. The comparative chemical composition of wheat flour as the main raw material for the production of pasta and squid and pollock muscle tissue as sources of an enriching agent – a full-fledged protein in amino acid composition is given. The dosage of hydrobionts in the recipe composition of pasta is determined – the amount of the enriching additive from squid is 7,0 g per 100 g of flour and the amount of the additive of protein concentrate from pollock is 9,0 g per 100 g of flour. It is shown that when using 100 g of pasta with squid and pollock additives, a person will receive protein in the amount of 19,8 and 21,6% of the average daily physiological needs respectively, which allows us to classify the products as enriched.

Key words: pasta, pollock, squid, additive, quality indicators.

Важное направление развития пищевых технологий – обогащение традиционных продуктов ценными нутриентами – распространяется и на макаронные изделия как продукцию массового потребления.

Так как сырьем для изготовления макаронных изделий являются мука (как, правило, пшеничная) и вода, то химический состав продукта определяется химическим составом муки. Основными составляющими пшеничной муки высшего сорта являются: белок – 10,8%, липиды – 1,3%, крахмал – 67,9%, пищевые волокна – 3,5%, макроэлементы (калий – 122 мг / %, фосфор – 86 мг / %, кальций – 18 мг / %, магний – 25 мг / %), микроэлементы (цинк – 1,0 мг / %, медь – 0,2 мг / %, марганец – 0,8 мг / %, железо – 1,2 мг / %, селен – 14,6 мкг / %), водорастворимые витамины группы В (тиамин – 0,17 мг / %, рибофлавин – 0,04 мг / %, ниацин – 1,2 мг / %, холин – 10,4 мг / %, пантотеновая кислота – 0,2 мг / %, фолиевая кислота – 31 мкг / %), жирорастворимые

витамины Е и К [1, 2]. Важно отметить, что белки пшеницы являются неполноценными по аминокислотному составу.

Обогащение макаронных изделий можно обеспечить путем введения в их рецептурный состав ингредиентов растительного и животного происхождения, отличающихся повышенным содержанием тех или иных важных для организма человека соединений (протеинов, аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон). В настоящее время промышленность выпускает макаронные изделия из разных видов муки и их смесей, продукцию с морковью, свеклой, шпинатом, морской капустой, куркумой, томатами, яйцепродуктами, грибами, молочной сывороткой, сепиомеланином головоногих моллюсков, мясом лосося и др. При этом одной из основных задач, требующих решения для оптимизации рациона современного человека, является восполнение дефицита полноценного белка [3]. Одним из способов решения этой задачи может стать внесение в продукцию массового потребления добавок животного происхождения, белки которых содержат все незаменимые аминокислоты. Согласно утвержденным Нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации рекомендуемая суточная доля белков животного происхождения, которые усваиваются организмом на 93–96%, составляет 50%. Белок сырья растительного происхождения усваивается на 62–80% [4].

Очевидно, что в технологии макаронных изделий может применяться белок мышечной ткани гидробионтов как в составе нативного сырья, так и в виде изолята, концентрата либо гидролизата. Применение таких белковых обогатителей обеспечит возможность создания полноценных, безопасных и полезных макаронных изделий нового ассортимента [5].

Так, ранее на кафедре «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» разработана технология макаронных изделий с добавлением в качестве обогатителя кукумарии, мышечная ткань которой содержит вещества с антибактериальной и физиологической активностью, водорастворимые и жирорастворимые витамины [6], фосфатиды, полиненасыщенные жирные кислоты. В то же время аминокислотный состав протеинов кукумарии не является сбалансированным.

Целью исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлось обоснование количества добавки из гидробионтов в рецептурном составе макаронных изделий.

В качестве источника полноценного белка использовали мышечную ткань кальмара и рыбный белковый концентрат (РБК), полученный из мышечной ткани минтая.

Кальмар является основным промысловым головоногим моллюском прикамчатских вод. По значению белково-водного коэффициента (0,17–0,25) ткани кальмара относятся к белковым. Значение белково-водного коэффициента минтая позволяет отнести его и к среднебелковым (0,13–0,18) и к белковым рыбам (0,21–0,26). Мышечная ткань минтая содержит довольно много свободных аминокислот (300–470 мг / %), примерно треть которых представлена незаменимыми (110–180 мг / %) [7]. Мышечная ткань кальмара и минтая отличается низким содержанием липидов.

В табл. 1 представлен общий химический состав традиционных макаронных изделий, пшеничной муки как основного сырья для изготовления макаронных изделий, а также мышечной ткани минтая и мышечной ткани кальмара.

Таблица 1

Химический состав макаронных изделий, муки пшеничной, мышечной ткани минтая и мышечной ткани кальмара

Наименование компонента	Содержание, %			
	в макаронных изделиях из пшеничной муки [1, 2, 8]	в пшеничной муке [9, 10]	в мышечной ткани минтая [11]	в мышечной ткани кальмара [11]
Белок	10,4	10,8	15,9	18,0
Липиды	1,1	1,3	0,9	4,6
Усвояемые углеводы	67,7	68,9	–	1,1
Пищевые волокна	3,5	3,5	–	–
Минеральные вещества	0,5	0,5	1,3	1,8

Данные табл. 1 подтверждают, что химический состав традиционных макаронных изделий определяется химическим составом пшеничной муки. Массовая доля неполноценного по аминокислотному

кислотному составу белка в продукте составляет, соответственно, в среднем 10,4%. Содержание высокоусвояемого белка в гидробионтах почти в 1,5 раза выше для минтая и на порядок выше для кальмара.

В табл. 2 представлен аминокислотный состав традиционных макаронных изделий, аминокислотный состав муки пшеничной, а также состав аминокислот мышечной ткани минтая и кальмара. Из таблицы четко видна зависимость аминокислотного состава макарон, аналогичная зависимости их общего химического состава от состава муки, используемой в качестве основного сырья при производстве продукции. Сравнительный анализ данных показывает, что по содержанию практически всех незаменимых аминокислот белки гидробионтов превосходят белки пшеничной муки, что обуславливает целесообразность обогащения макаронных изделий добавками из выбранных объектов морского промысла.

Таблица 2

Аминокислотный состав макаронных изделий, муки пшеничной, мышечной ткани минтая и мышечной ткани кальмара

Наименование аминокислоты	Содержание, мг, в 100 г			
	макаронных изделий из пшеничной муки [10]	пшеничной муки [9, 10]	мышечной ткани минтая [11]	мышечной ткани кальмара [11, 12]
Незаменимые аминокислоты				
Валин	480	500	900	781
Изолейцин	422	430	1 100	392
Лейцин	820	830	1 300	1 920
Лизин	250	300	1 800	1 900
Метионин	160	180	600	492
Треонин	310	320	900	548
Триптофан	100	150	200	301
Фенилаланин	510	600	700	316
Заменимые аминокислоты				
Аланин	318	332	900	1 180
Аргинин	400	417	1 000	1 562
Аспарагиновая кислота	424	435	1 200	2 001
Гистидин	200	250	400	324
Глицин	350	430	800	360
Глутаминовая кислота	3396	3479	1 300	3 084
Пролин	1169	1198	600	1200
Серин	507	516	700	872
Тирозин	193	200	600	334
Цистин	205	219	150	300
Окспролин	–	–	Следы	Следы

Тесто для приготовления образцов макаронных изделий изготавливали из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. В качестве контрольного образца (О) изготавливали макаронные изделия без добавок [13, 14].

В табл. 3 приведены рецептуры теста для приготовления образцов макаронных изделий.

Таблица 3

Рецептуры теста макаронных изделий с кальмаром и с рыбным белковым концентратом (РБК), г на 100 г муки

Наименование рецептурного компонента	Обозначение образца																
	О	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	М1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8
Вода	28,8	29,2	29,6	30,0	30,4	30,8	31,2	31,6	32,0	30,2	30,7	31,2	31,7	32,2	32,6	33,1	33,6
Кальмар	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	–	–	–	–	–	–	–	–
РБК	0,0	–	–	–	–	–	–	–	–	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

В качестве экспериментального образца изготавливали лапшу с добавлением измельченных до состояния мелкодисперсного порошка мышечной ткани кальмара (К1 – К8) и белкового

концентрата из мышечной ткани минтая (М1 – М8). Для приготовления порошка сырье предварительно высушивали до остаточного содержания воды не выше 3% для повышения хрупкости.

Оценку качества образцов макаронных изделий проводили в соответствии с ГОСТ 31743–2017 «Изделия макаронные. Общие технические условия» [15]. Показатели качества образцов определяли по ГОСТ 31964–2012 «Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества» [16].

Массовую долю белка в образцах исследовали по ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка» [17]. Метод основан на минерализации органического вещества серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сернокислого аммония, разрушении этой соли щелочью с выделением аммиака, который затем отгоняют водяным паром в раствор серной кислоты и титруют.

Приемлемость количества вносимой добавки из гидробионтов оценивали в готовых изделиях до варки и после варки по органолептическим показателям, а также по показателю сохранения целостности после варки и по количеству сухого вещества, перешедшего в варочную воду.

Для всех образцов макаронных изделий с добавлением минтая органолептические показатели качества (форма, цвет, вкус, запах) были оценены как высокие; специфические рыбные вкус и запах отсутствовали, что обусловлено отсутствием таковых у РБК. В то же время при варке образца М8 с добавлением 10,0 г рыбного белкового концентрата в воду переходило 6,2–6,4% сухого вещества, что незначительно превышает норму, установленную ГОСТ 31743–2017 – не более 6%. Поэтому в качестве рационального был принят образец макаронных изделий М7 с 9,0 г рыбного белкового концентрата на 100,0 г муки – наибольшим приемлемым количеством добавки для достижения эффекта обогащения продукции.

При оценке органолептических показателей качества макаронных изделий с кальмаром как рациональные были отмечены образцы К2 с количеством добавки 2,0 г на 100,0 г муки и К8 с дозировкой 8,0 г добавки. Образец К2 был определен как образец с наибольшим содержанием кальмара, не имеющий специфического привкуса и запаха. Дегустаторы, отдающие предпочтение вкусу и запаху морепродуктов, выделили образец К8; однако макароны, изготовленные по этой рецептуре, при варке не сохраняли целостность, что определило максимальную дозу порошка из кальмара 7,0 г, то есть образец К7.

Для установления обогатительного эффекта внесения белковых добавок из кальмара и из минтая исследовали содержание белка в образцах и затем расчетным методом определили долю от средней суточной физиологической потребности в белке, получаемую человеком при употреблении 100 г макаронных изделий из расчета на сухой продукт (табл. 4).

Таблица 4

Обогатительный эффект белковых добавок из кальмара и РБК из минтая при употреблении 100 г макаронных изделий

Массовая доля белка, %		Количество добавки в образце макарон, г		Количество белка, вносимого с добавкой, г		Содержание белка, г, в 100 г макарон с добавкой		Доля от средней суточной физиологической потребности в белке*, %, при употреблении 100 г макарон с добавкой		
в муке	в порошке из кальмара	в РБК из минтая	с кальмаром	с РБК из минтая	из кальмара	РБК из минтая	из кальмара	РБК из минтая	из кальмара	РБК из минтая
10,8	74,0	78,0	7,0	9,0	5,2	7,02	16,0	17,5	19,8 (21,3)	21,6 (23,3)

* Физиологическая потребность в белке для мужчин составляет 65–117 г/сут, для женщин – 58–87 г/сут [4] – для расчетов принято усредненное значение 81 г/сут. В скобках указана доля от средней суточной потребности в белке 75 г/сут [18].

Как видно из табл. 4, при употреблении 100 г макаронных изделий с добавками из кальмара и РБК из минтая человек получит, соответственно, 16,0 и 17,5 г белка, то есть 19,8 (21,3) и 21,6% (23,3) от средней суточной физиологической потребности, что соответствует одному из принципов обогащения – потребление обогащенного продукта в общепринятой порции должно покрывать 10...50% суточной физиологической потребности организма в нутриенте.

Таким образом, при определении дозировки гидробионтов в рецептурном составе макаронных изделий на основании органолептической оценки образцов, а также по показателю сохранения целостности макарон после варки и по количеству сухого вещества, перешедшего в варочную воду, в качестве рациональной была принята добавка из кальмара 7,0 г на 100 г муки и добавка белкового концентрата из минтая в количестве 9,0 г на 100 г муки. Макароны можно отнести к продукции, обогащенной полноценным по аминокислотному составу белком, так как внесенное количество добавок из кальмара и из минтая обеспечивает удовлетворение соответственно 19,8 (21,3) и 21,6% (23,3) от средней суточной физиологической потребности в белке.

Литература

1. Калорийность. Пшеничная мука высшего сорта. Химический состав и пищевая ценность. – URL: http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/293.php (дата обращения: 06.06.2021).
2. Мука пшеничная высшего сорта – химический состав, пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: <https://fitaudit.ru/food/158336> (дата обращения: 02.03.2022).
3. Эрл М., Эрл Р., Андерсон А. Разработка пищевых продуктов. – СПб.: Профессия, 2007. – 384 с.
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. – Утв. 18.12.2008 г. – 39 с.
5. Махнач Е.В., Бессмертная И.А. Разработка технологии функционального продукта из пшеничной муки, обогащенного рыбным белково-минеральным наполнителем [Электронный ресурс] // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2014. – № 1. – URL: <http://processes.openmechanics.com/articles/921.pdf> (дата обращения: 02.03.2022).
6. Витамины кукумарии и их сохранность при тепловой обработке / Л.Ю. Саватеева, В.И. Теплова, В.К. Черкашин и др. // Экспресс-информация. – М., 1987. – Вып. 3. – С. 20–22.
7. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
8. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.
9. Мука пшеничная [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.myfoodbro.ru/food/all/mukapshenichnaya-universal-naya/> (дата обращения: 22.02.2022).
10. Незаменимые аминокислоты [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Незаменимые_аминокислоты (дата обращения: 14.02.2022).
11. Голубев В.Н., Кутина О.И. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
12. Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А. Биохимия сырья водного происхождения: Учебное пособие. – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.
13. Введение в технологии продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатюк, Э.С. Горенков и др. / Под ред. А.П. Нечаева. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 720 с.
14. Осипова Г.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности: Автореф. дис. ... д-ра тех. наук. – Орел, 2012. – 418 с.
15. Изделия макаронные. Общие технические условия: ГОСТ 31743–2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 10 с.
16. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества: ГОСТ 31964–2012. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
17. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка: ГОСТ 10846–91 – М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.
18. Пищевая продукция в части ее маркировки: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. – 29 с.

УДК 664.951: 637.146.4

В.М. Мустафаева, А.А. Ефимов, М.В. Ефимова

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

КАЧЕСТВО КОМБИНИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО ФАРША С ДОБАВЛЕНИЕМ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

В статье кратко охарактеризованы свойства молочной сыворотки как добавки в составе комбинированных пищевых продуктов. Отмечено, что сывороточный белок связывает влагу в процессе образования эмульсии при куттеровании фарша, что ведет к повышению водоудерживающей способности фаршевой смеси. Показано, что добавление творожной сыворотки в состав фаршевой смеси на основе мышечной ткани минтая оказывает положительное влияние на реологические свойства фарша, обуславливающие его способность к формовости и обеспечивающие монолитность структуры готовых колбасных изделий. Введение в рецептурный состав творожной сыворотки способствует улучшению органолептических показателей качества колбасных изделий как комбинированных пищевых продуктов на основе рыбного фарша.

Ключевые слова: творожная сыворотка, фаршевая смесь, минтай, рецептура, колбасные изделия, показатели качества.

V.M. Mustafaeva, A.A. Efimov, M.V. Efimova

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

QUALITY OF COMBINED FOOD BASED ON MINCED FISH WITH THE ADDITION OF CURD WHEY

The article briefly describes the properties of whey as an additive in the combined food. It is noted that whey protein binds moisture during the formation of an emulsion during the cutting of minced meat, which leads to an increase in the water-holding capacity of the minced mixture. It is shown that the addition of curd whey to a minced mixture based on pollock muscle tissue has a positive effect on the rheological properties of minced meat, which determine its ability to formability and ensure the monolithic structure of finished sausages. The introduction of curd whey into the recipe composition contributes to the improvement of organoleptic quality indicators of sausage products as combined food based on minced fish.

Key words: curd whey, minced mixture, pollock, recipe, sausage products, quality indicators.

Важность решения проблемы рационального и комплексного использования водных биологических ресурсов является неоспоримой. Постоянно расширяется спектр технологий переработки объектов водного промысла, при этом одно из перспективных направлений – создание пищевых продуктов на основе поликомпонентной фаршевой композиции – комбинированных пищевых продуктов.

Основная роль гидробионтов в составе комбинированных пищевых продуктов заключается в том, что они являются поставщиком таких жизненно важных нутриентов, как незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, витамины, макро- и микро-элементы [1].

Потребительские свойства и сохраняемость продукции из гидробионтов во многом обусловлены такими особенностями их тканей, как высокая лиофильность белков и высокая окисляемость липидов, а также присутствие в готовой продукции специфического «рыбного» запаха и зависимость структурообразующей способности от видовой принадлежности биологического объекта.

Технология колбасных изделий – одно из направлений рационального использования рыбного сырья в составе поликомпонентных фаршевых смесей. Формирование приятных вкуса и аромата, упруго-эластичной гомогенной структуры готовой продукции, ее высокой пищевой ценности часто достигается в результате внесения разных пищевых добавок [1]. К настоящему времени разработано значительное количество рецептов колбас, сосисок и ветчин на основе рыбного фарша.

При изготовлении формованных продуктов широко применяют структурообразующие добавки, в том числе крахмал, яичный белок, соевый белковый изолят, казеин, молоко сухое, масло растительное, сахар [1, 2]. Сухое молоко, как правило, вводят в рецептурный состав фаршевых смесей в количестве от 3 до 10% для улучшения цвета и повышения пищевой ценности продукции. В то же время улучшить функционально-технологические свойства фаршевых систем, органолептические показатели качества и биологическую ценность колбасных изделий возможно за счет добавления молочной сыворотки – побочного продукта производства сыров, творога и казеина [3].

Молочная сыворотка, в том числе в виде концентрата, довольно широко применяется в производстве творожных масс, напитков, сыров, продуктов геродиетического питания. Однако доля сыворотки, используемой для создания продуктов в других отраслях пищевой промышленности, весьма незначительна.

В состав подсырной и творожной сыворотки в качестве основных компонентов входят такие ценные вещества молока, как альбумин и лактоза. Содержащиеся в сыворотке в незначительном количестве биологически активные пептиды и иммуноглобулины обладают антимикробными и противовоспалительными свойствами, а лактоза и ее производные – пребиотическими [4]. По своим биологическим характеристикам и функциональности в пищевых системах молочная сыворотка по ряду показателей не уступают цельному молоку [5].

Молочные белки, низкофункциональные в отношении влагосвязывания, тем не менее положительно влияют на величину этого показателя благодаря их способности к взаимодействию с мышечными белками [6]. Так, сывороточный белок связывает влагу в процессе образования эмульсии при куттеровании колбасного фарша и удерживает ее во время последующей обработки [3].

Целью работы, результаты которой представлены в настоящей статье, являлось исследование качества комбинированных пищевых продуктов (колбасных изделий) на основе рыбного фарша с добавлением творожной сыворотки.

Работу проводили в условиях научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» Камчатского государственного технического университета.

Объектами исследования являлись образцы колбасных изделий на основе фарша из минтая с добавлением творожной сыворотки в виде тонкодисперсного порошка обратного осмотического вакуум-сублимированного концентрата [7] влажностью 3,20% с массовой долей общего белка 11,17%, лактозы – 84,31%, липидов – 1,32%. Творожную сыворотку вносили непосредственно в рыбный фарш на стадии его тонкого измельчения.

При разработке состава фаршевой композиции для колбасных изделий за основу принимали рецептуры уже выпускаемой в отрасли продукции [2, 8]. Соотношение вносимых ингредиентов, представленное в таблице, определяли по результатам реологических исследований фаршевой смеси и органолептической оценки качества готовой продукции. Контрольный образец колбасных изделий приготавливали без добавления творожной сыворотки [8]. В состав фаршевой смеси для приготовления экспериментальных образцов колбасных изделий вносили творожную сыворотку при одновременном уменьшении массовой доли говядины.

Фаршевой смесью наполняли натуральную сосисочную оболочку – кишечные черева диаметром 18 мм. После осадки в течение 20–30 минут при температуре не выше 15°C изделия варили при температуре 80–95°C в течение 30 минут, контролируя температуру в центре батончика по окончании варки – не ниже 75°C. Сразу после варки колбасные изделия охлаждали душем до достижения температуры в центре батончика не выше 20–25°C, оставляли для подсушки в течение 30 минут при температуре окружающего воздуха, затем направляли в камеру бытового холодильника для охлаждения до температуры хранения – от 0 до 6°C.

При оценке структурно-механических свойств фаршевой смеси с помощью структурометра СТ–1М [9] исследовали величину предельного напряжения сдвига (ПНС) и липкость. Водоудер-

живающую способность определяли прессованием по ГОСТ 7636–85 [10]. Органолептические показатели готовых колбасных изделий характеризовали, используя разработанные интервальные балльные шкалы, а также с помощью профильного метода.

Рецептуры колбасных изделий на основе рыбного фарша с добавлением творожной сыворотки, кг на 100 кг фаршевой смеси

Наименование ингредиента	Рецептура									
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Минтай (фарш)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Шпик свиной	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Говядина	30,0	29,0	27,0	24,0	21,0	18,0	15,0	12,0	9,0	6,0
Яйцо куриное свежее	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Соль пищевая	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сыворотка творожная сухая	0,0	1,0	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0
ИТОГО	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Так как для создания фаршевых композиций в качестве рыбной составляющей был выбран фарш из минтая как одной из наиболее многочисленных промысловых рыб, особо важное значение имело формирование реологических свойств фаршевой смеси за счет соотношения нерыбных компонентов. Это связано с тем, что по величине белкового коэффициента $K_b < 1$ минтай относится к рыбам I группы: фарш из таких рыб характеризуется низким содержанием фракции солерастворимых белков и высоким значением коэффициента обводненности K_o , представляющего собой отношение количества воды к общему содержанию водорастворимых и солерастворимых белков. Такой фарш плохо формуется, продукты из него получаются довольно жесткими, крошливыми [1].

При оценке структурно-механических свойств фаршевой смеси для всех образцов определяли водоудерживающую способность (ВУС), предельное напряжение сдвига (ПНС) и липкость (рис. 1–3).

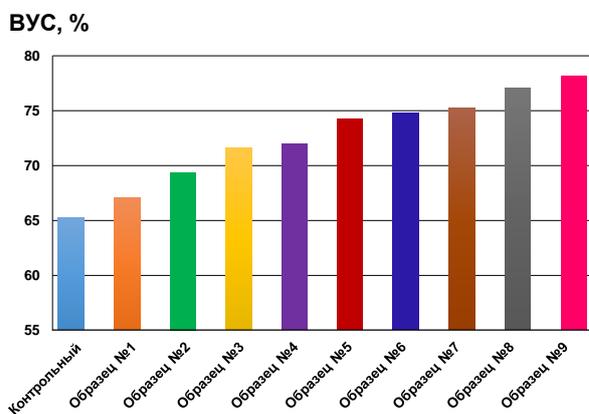


Рис. 1. Изменение ВУС образцов смеси на основе фарша из минтая при замене эквивалентной массовой доли говядины творожной сывороткой

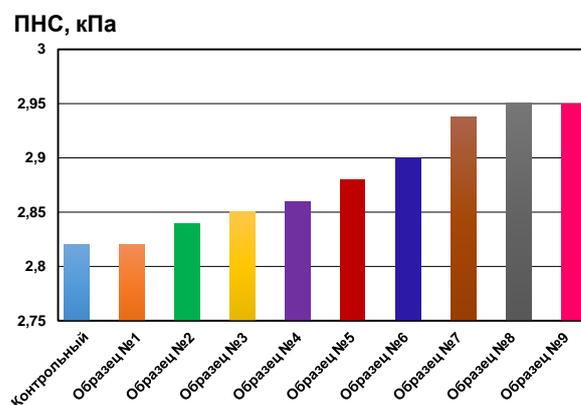


Рис. 2. Изменение ПНС образцов смеси на основе фарша из минтая при замене эквивалентной массовой доли говядины творожной сывороткой

Как видно из рис. 1, с увеличением в рецептурном составе колбасных изделий доли творожной сыворотки растет значение водоудерживающей способности фаршевой смеси – от 65,2% для контрольного образца до 78,2% для образца № 9 с добавлением сыворотки 24 кг на 100 кг фаршевой смеси. Установленные значения ВУС позволяют судить о высокой формуемости фаршевой смеси всех образцов [1].

Результаты определения предельного напряжения сдвига фаршевой смеси (рис. 2) показывают, что упругие свойства системы возрастают при увеличении степени замены мясной составляющей (говядины) на сухую творожную сыворотку от 2,82 кПа для контрольного образца до

2,95 кПа для образцов № 8 и 9. По рекомендациям [1] рациональным направлением является использование фаршевых композиций с предельным напряжением сдвига от 2,9 кПа и выше в производстве сосисочно-колбасных изделий.

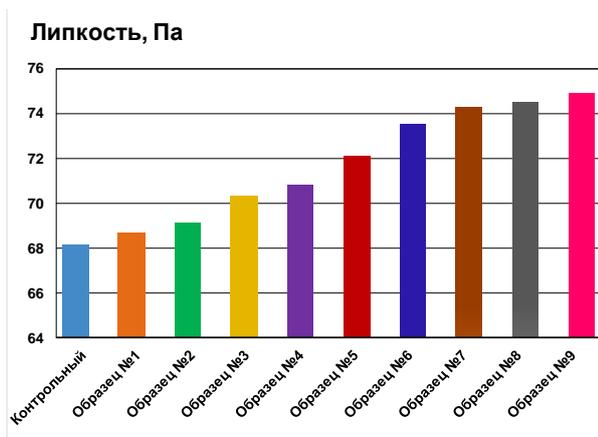


Рис. 3. Изменение липкости образцов смеси на основе фарша из минтая при замене эквивалентной массовой доли говядины творожной сывороткой

Липкость фаршевой смеси характеризует в совокупности свойства адгезии и когезии, и, как видно из рис. 3, зависимость величины липкости от массовой доли замены говядины творожной сывороткой аналогична проявлению свойств ВУС и ПНС.

Все экспериментальные образцы колбасных изделий характеризовались хорошими органолептическими показателями. Добавление творожной сыворотки оказало значительное влияние на восприятие вкусоароматических свойств и на консистенцию изделий – сыворотка обеспечивала «маскировку» специфического рыбного вкуса и запаха, создавала впечатление большей сочности продукции, определяла лучшую формуемость фаршевой смеси, однородность и упругость консистенции готовых колбасных изделий [8].

Наиболее высокие баллы по вкусоароматическим характеристикам на дегустационном совещании были присвоены экспериментальному образцу колбасных изделий № 6 с добавлением сухой творожной сыворотки в количестве 15 кг на 100 кг фаршевой смеси. У образцов с добавлением сыворотки более 15 кг большинством дегустаторов был отмечен ярко выраженный молочный вкус, оцененный как отрицательный признак. По показателям консистенции (рис. 4) более благоприятное впечатление произвели образцы № 6, 7, 8 и 9 с добавлением сыворотки соответственно 15, 18, 21 и 24 кг на 100 кг фаршевой смеси. Консистенция характеризовалась как плотная и упругая. По совокупности органолептических свойств наиболее высоким баллом был отмечен образец № 6.

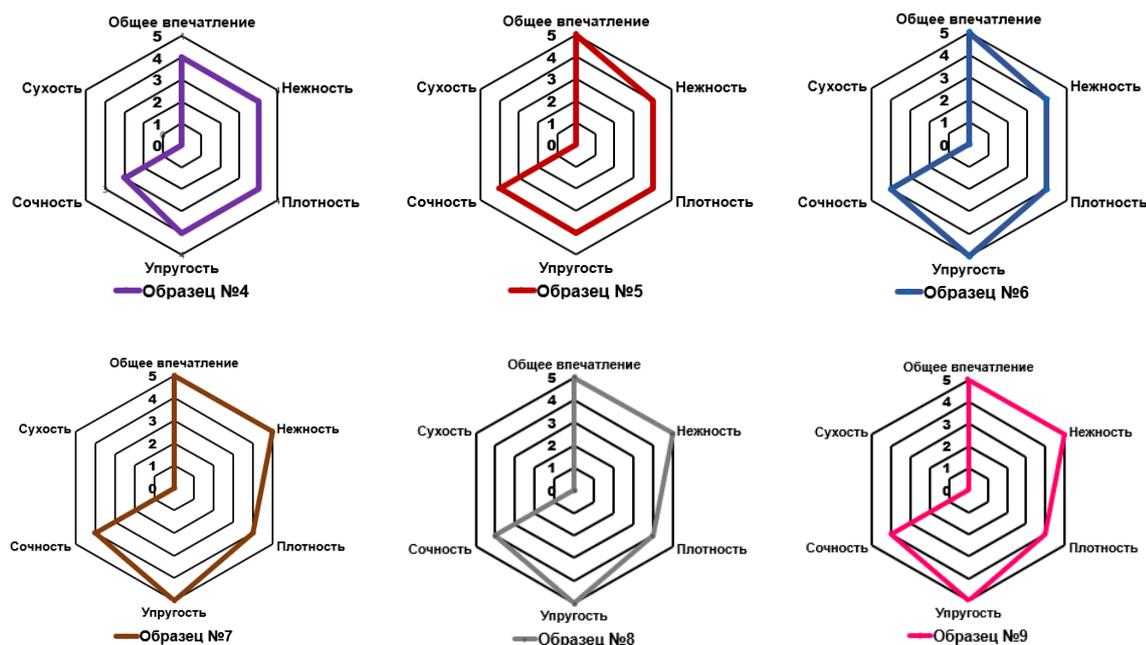


Рис. 4. Профилограммы консистенции образцов колбасных изделий на основе фарша из минтая с добавлением творожной сыворотки (более высокому значению балла соответствует более высокое качество)

Таким образом, в результате исследований, направленных на оценку качества комбинированных пищевых продуктов – колбасных изделий на основе фарша из минтая с добавлением творожной сыворотки, было установлено, что введение в рецептурный состав сухой творожной сыворотки при замене ею эквивалентной массовой доли говядины способствовало улучшению структурно-механических свойств фаршевых композиций и органолептических показателей готовой продукции.

Литература

1. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989. – 312 с.
3. Царегородцева Е.В., Кабанова Т.В., Тухфатуллина А.К. Использование молочной сыворотки в технологии вареных колбас [Электронный ресурс] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-molochnoy-syvorotki-v-tehnologii-varenyh-kolbas> (дата обращения: 14.02.2022).
4. Гаврилов Г.Б. Исследование и разработка технологий функциональных компонентов и пищевых продуктов на основе переработки молочной сыворотки мембранными методами: Автореф. дис. ... д-ра тех. наук. – Кемерово, 2006. – 41 с.
5. Прянишников В.В. Молочная сыворотка в производстве колбас повышенной биологической ценности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11. – Ч. 1. – С. 21–23.
6. Использование молочной сыворотки в рецептуре колбасы «Любительская» / И.А. Глотова, В.В. Прянишников, Е.С. Артемов и др. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2012. – № 2–3. – С. 63–64.
7. Мангазеев А.В. Технологические процессы мембранного концентрирования молочной творожной сыворотки: Научно-квалификационная работа. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – 104 с.
8. Обоснование рецептуры колбасных изделий на основе рыбного фарша с добавлением сухой творожной сыворотки как полифункциональной добавки / В.М. Мустафаева, А.А. Ефимов, М.В. Ефимова и др. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XII Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (28–29 апреля 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 81–85.
9. Ефимов А.А., Олейникова К.М., Салтанова Н.С. Технология продуктов заданного химического состава и структуры: Методические указания к лабораторным работам. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 33 с.
10. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636–85. – М.: Стандартинформ, 2010. – 88 с.

УДК 546.214: 664.955

Д.М. Селин, А.А. Ефимов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: den-sm@yandex.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ТАРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ ИКРЫ

В статье описаны основные стадии производства лососевой зернистой икры. Рассмотрены требования к качеству тары, используемой для фасования продукции, и процесс ее подготовки. Приведены результаты исследований влияния применения озона в газовой фазе для обработки тары на ее микрофлору. Доказано, что благодаря дезинфицирующей способности озона, обработка тары позволяет достигнуть ее стерильности, что в дальнейшем способствует лучшей сохранности зернистой икры, расфасованной в такую тару.

Ключевые слова: зернистая икра, тара, озон, микрофлора, микробиологические показатели икры.

D.M. Selin, A.A. Efimov

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

USING THE OZONE FOR DISINFECTION OF CONTAINERS FOR SALMON GRANULAR CAVIAR

The article describes the main stages of salmon caviar production. The requirements for the quality of containers used for packing granular caviar and the process of its preparation are considered. The results of studies of the effect of using the ozone in the gas phase for processing the tare on its microflora are presented. It is proved that due to the disinfecting ability of ozone, the processing of containers allows to achieve its sterility, and further contributes to the better preservation of granular caviar packaged in such tare.

Key words: granular caviar, containers, ozone, microflora, microbiological indicators of caviar.

Лососевая зернистая икра представляет собой разбористые упругие целые икринки правильной шаровидной формы диаметром от 3 до 7 мм оранжевого или оранжево-красного цвета (диаметр и цвет зависят от вида рыбы, из которой получена икра), консервированные посолом до содержания соли от 2,5 до 7% с применением консервантов или без них, упакованные в металлическую, пластиковую или стеклянную тару [1–4].

Вырабатывают лососевую зернистую икру из ястыков таких видов тихоокеанских лососевых рыб, как кета (*Oncorhynchus keta*), горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), нерка (*Oncorhynchus nerka*), кижуч (*Oncorhynchus kisutch*), чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha*) [1–3].

Лососевая зернистая икра имеет высокую пищевую ценность – является источником полноценного белка, легкоусвояемых липидов, витаминов. Кроме того, она ценится за превосходные вкусовые качества, и несмотря на высокую стоимость, пользуется спросом потребителей.

Технология производства лососевой зернистой икры включает следующие стадии: мойка рыбы-сырца, разделка, сбор ястыков, сортирование, мойка ястыков, охлаждение ястыков, пробивка, посол икры-зерна, обезвоживание, инспектирование, добавление антисептиков (для икры с антисептиками), растительного масла и глицерина, фасование, контроль массы, укупоривание или закатывание, замораживание (для замороженной икры), упаковывание, маркирование [5].

Фасовать икру допускается в следующие виды тары:

- металлические или стеклянные банки, вместимостью не более 270 см³ [2];
- банки, ведерки, контейнеры из полимерных материалов с предельной массой продукта 10 кг;

- пакеты из полимерных материалов с предельной массой продукта 5 кг;
- пакеты пяти-семислойные стерильные из полимерных материалов, подлежащие запайке, с предельной массой продукта 4 кг [3];
- мешки-вкладыши из пленочных материалов с предельной массой продукта 10 кг;
- пакеты многослойные из барьерной или фольгированной пленки с предельной массой продукта 10 кг;
- контейнеры из полимерных материалов с предельной массой продукта 25 кг [1].

Тара должна быть качественной, без дефектов.

Тара и упаковочные материалы непосредственно контактируют с пищевыми продуктами на всех этапах их продвижения к потребителю. Поэтому их санитарное состояние имеет большое значение, особенно при хранении продукции.

Численный и видовой состав микрофлоры существенно изменяется в зависимости от вида тары и упаковочных материалов, структуры их поверхности, санитарного состояния, условий содержания и других факторов.

Так, например, на поверхности новой тары из полимерных материалов встречаются многочисленные виды микроорганизмов в разных количествах. Это различные дрожжи, спорообразующие и бесспорные, слизиобразующие и кислотообразующие бактерии.

На полимерных упаковочных материалах встречаются грибы рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus*; среди них преобладают виды рода *Penicillium*.

Таким образом, перед фасованием икры тару необходимо должным образом подготовить. Для дезинфекции тары обычно используют горячую воду, пар, химические вещества, реже – ионизирующее излучение [6].

Так, перед фасованием икры металлические или стеклянные банки тщательно моют водой температурой 60°C, затем обрабатывают острым паром. При подготовке пластиковой тары ее моют в течение 2–3 минут горячим, температурой не ниже 65°C, раствором с массовой долей кальцинированной соды 0,5%, затем промывают в горячей пресной проточной воде температурой не ниже 65°C и подсушивают струей горячего воздуха температурой не ниже 60°C [5]. По некоторым данным, эффективной является обработка жестяной, полимерной и стеклянной тары стандартным и разбавленным раствором йодиола [6]. Наиболее часто используемый в настоящее время метод тепловой дезинфекции энергетически не выгоден и может привести к разрушению специальных покрытий на поверхности тары. Альтернативой перечисленным методам обработки тары может служить применение озона.

Как известно, озон является модификацией кислорода, он обладает мощными окислительными свойствами и считается одним из наиболее сильных антимикробных агентов. Озон проявляет высокую бактерицидную эффективность в воде. В воздухе эффективность озона несколько ниже, поэтому в данном случае он должен использоваться в более высоких концентрациях.

Озон проявляет противогрибковую активность. При этом для предотвращения роста грибов на чистых поверхностях требуется низкая концентрация озона, а для разрушения уже возникших колоний грибов – значительно более высокая концентрация. С ростом влажности противогрибковая активность озона возрастает. Дрожжи погибают под действием более низких концентраций озона, чем бактерии. А для уничтожения спор грибковой плесени требуются более высокие концентрации озона, чем для уничтожения бактерий [7].

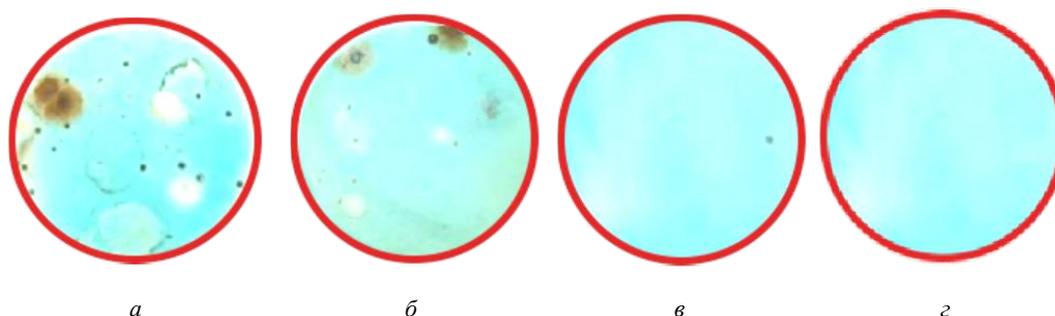
Таким образом, по литературным данным, озон обладает высокой дезинфицирующей способностью.

При исследовании влияния озона на микрофлору тары полимерные банки обрабатывали следующими способами:

- банки мыли водой температурой 65°C, затем подсушивали горячим воздухом температурой 65°C;
- банки мыли раствором с массовой долей кальцинированной соды 0,5% температурой 65°C, затем водой температурой 65°C и подсушивали горячим воздухом температурой 65°C;
- банки мыли водой температурой 65°C, затем обрабатывали озоном (концентрация 0,5 г/м³) в течение 15 минут).

Генерирование озона производили на универсальном озонаторе OZ-3. Процесс обработки тары озоном производили в вытяжном шкафу под действием местной вытяжной вентиляции с использованием средств индивидуальной защиты.

Анализ эффективности обработки тары проводили на агаровой питательной среде в чашках Петри. На рисунке приведен вид чашек Петри в процессе исследования.



Влияние предварительной обработки тары на ее микрофлору:
 а – тара до обработки; б – тара, помытая без моющих средств; в – тара, подготовленная с применением моющих средств; г – тара, подготовленная с применением озона

Как видно из рисунка, на внутренней поверхности тары до обработки выявлены колонии плесневых грибов (около 30) и дрожжей (12). После обработки тары горячей водой и подсушки горячим воздухом количество колоний плесени уменьшилось в несколько раз, а дрожжей – до двух колоний. После мойки тары с применением моющих средств количество плесеней уменьшилось до одной колонии, а колонии дрожжей исчезли. При исследовании тары, обработанной с применением озона, колоний плесени и дрожжей выявлено не было.

Таким образом, применение озона для обработки тары является наиболее эффективным способом ее дезинфекции, при этом не требуется применение моющих средств. Обработка озоном также позволяет снизить расход воды, исключив ополаскивание тары. Поскольку озон не адсорбируется поверхностью тары, а также впоследствии он самопроизвольно разлагается (конвертируется в кислород, т. е. он не образует токсичных соединений), то после обработки тары озоном последующей обработки (промывки или дегазации) не требуется.

Концентрация остаточного озона на таре составляет 5 мг/м³.

Предполагается, что обработка тары озоном перед фасованием икры позволит сдерживать рост микрофлоры в процессе хранения продукта за счет действия остаточного озона, проникшего в икру при фасовании, что повысит сохраняемость икры.

Для определения влияния способа предварительной обработки тары на сохранность качества зернистой икры икру горбуши, приготовленную без применения антисептиков, с массовой долей соли 4,5%, фасовали в полимерные банки вместимостью 150 г. Банки укупировали полимерными крышками с замковым креплением и хранили при заведомо повышенной температуре 2–4°C. В процессе хранения определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), а также плесеней и дрожжей (таблица). Значение КМАФАнМ не должно превышать 1×10⁴ КОЕ/г, количество плесеней – не более 50 КОЕ/г, дрожжей – не более 300 КОЕ/г [8, 9].

Микробиологические показатели икры горбуши зернистой

Наименование образца	Значение показателя								
	КМАФАнМ, КОЕ/г			Плесени, КОЕ/г			Дрожжи, КОЕ/г		
	0 сут	7 сут	14 сут	0 сут	7 сут	14 сут	0 сут	7 сут	14 сут
Контрольный (тепловой метод подготовки банок)	8,47 · 10 ³	8,76 · 10 ³	9,27 · 10 ³	7	10	15	95	115	150
Экспериментальный (подготовка банок с использованием озона)	8,47 · 10 ³	8,59 · 10 ³	8,71 · 10 ³	7	9	12	95	105	130

Как видно из результатов исследований, приведенных в таблице, предварительная обработка тары озоном сдерживала рост микрофлоры и, следовательно, может способствовать продлению срока годности икры, что является предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия: ГОСТ 1629-2015. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
2. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия: ГОСТ 18173-2004. – М.: Стандартинформ, 2004. – 11 с.
3. Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия: ГОСТ 31793-2012. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
4. Технология комплексной переработки гидробионтов / Под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.
5. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Т. 2. / Под ред. А.Н. Белогурова и Н.С. Васильевой. – М.: Колос, 1992. – 475 с.
6. *Мудрецова-Висс К.А., Дедюхина В.П., Масленникова Е.В.* Основы микробиологии: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 354 с.
7. Применение озона в пищевой промышленности [Электронный ресурс]. – URL: <http://medozone.com.ua/primeneniye-ozona-v-s-h-i-promyshlennosti/56-primeneniye-ozonnyh-tehnologiy-v-promyshlennosti.html> (дата обращения: 24.01.2022).
8. О безопасности рыбы и рыбной продукции: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016. – 77 с.
9. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – 242 с.

УДК 546.214: 664.955

Д.М. Селин, А.А. Ефимов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: den-sm@yandex.ru*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗОНА

В статье приведен химический состав лосося икры. Показана актуальность применения озона в технологии лосося зернистой икры. Приведена разработанная технологическая схема производства икры лосося зернистой баночной с применением озона. Показаны результаты исследований органолептических и микробиологических показателей икры горбуши зернистой баночной, изготовленной с применением озона. Результаты свидетельствуют о высоком качестве готовой продукции и подтверждают дезинфицирующее действие озона.

Ключевые слова: икра, химический состав, озон, органолептические и микробиологические показатели.

D.M. Selin, A.A. Efimov

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

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF SALMON GRANULAR CAVIAR WITH USING THE OZONE

The article presents the chemical composition of salmon caviar. The relevance of using the ozone in the technology of salmon granular caviar is shown. The developed technological scheme for the production of canned salmon granular caviar with using the ozone is given. The results of studies of organoleptic and microbiological parameters of pink salmon caviar made with the use of ozone are shown. The results indicate the high quality of the finished product and prove the disinfecting effect of ozone.

Key words: caviar, chemical composition, ozone, organoleptic and microbiological indicators.

Как известно, лосося икра является источником полноценных по аминокислотному составу белков, липидов, витаминов, минеральных веществ [1]. Химический состав лосося икры приведен в табл. 1 [2].

Таблица 1

Химический состав икры лосося видов рыб

Вид рыбы	Содержание в икре, %			
	воды	белка	липидов	минеральных веществ
Горбуша	49,70–59,60	22,90–37,60	9,80–14,37	1,4–2,0
Кета	55,46	28,61	12,10	1,75
Нерка	56,40–68,0	20,10–29,0	10,0–13,23	0,7–1,7
Кижуч	58,91	30,24	10,12	0,7
Чавыча	51,4–69,50	21,40–34,80	8,7–18,50	1,2–1,9

Зернистой называется икра, изготовленная из икры-зерна рыб, обработанная раствором поваренной соли. Посол является основным способом консервирования икры лосося видов рыб.

При производстве зернистой икры в качестве антисептиков применяют сорбиновую кислоту совместно с бензоатом натрия (БКН). Действие сорбиновой кислоты направлено главным

образом против дрожжей и плесеней, но она неэффективна в отношении большинства бактерий, а БКН оказывает бактерицидное действие [3, 4]. Однако применение антисептиков часто оказывает влияние на вкусовые качества икры [5]. Кроме того, по некоторым данным, БКН не вполне безопасен [6, 7].

Так, из-за применения вышеупомянутых химических веществ при изготовлении икры потребители стараются ограничить ее количество в рационе во избежание негативного воздействия на организм. В то же время без консервантов икра не может храниться достаточно длительно. Поэтому постоянно ведется поиск способов консервирования лососевой икры, обеспечивающих сохранение естественных вкусовых качеств, а также микробиологической безопасности.

В настоящее время в различных пищевых технологиях широкое применение получил озон.

Озон применяют для повышения сохранности овощей и фруктов (картофеля, моркови, капусты, лука, винограда, яблок). Для каждого из продуктов разработаны рекомендуемые режимы обработки озоном для обеспечения непродолжительного, среднесрочного и длительного хранения. С целью увеличения срока сохранности яиц, фруктов, ягод, мяса, сливочного масла, рыбы применяют озонирование воздуха холодильных камер (концентрация озона до 10 мг/м³).

Перед закладкой овощей на хранение в замороженном виде применяется их мойка озонированной водой. Использование озона для обработки технологической воды, по мнению некоторых авторов, особенно перспективно, так как это позволяет не только достигнуть снижения уровня микробной обсемененности, но и обеспечивает инактивацию вредных хлорорганических соединений, присутствующих в водопроводной воде, позволяет снизить объем сточных вод и облегчает организацию систем оборотного водоснабжения.

Применение озона в концентрации 10–20 мг/м³ позволяет увеличить срок годности мяса и птицы на 30–40%. Рекомендована обработка тушек птицы содержащим озон раствором с концентрацией газа 7,5–10 г/м³ при экспозиции не менее 30 минут.

Озон с успехом используется для обработки технологической воды в плодоперерабатывающей промышленности. Применение озонированной воды позволяет создать эффективную, экологически чистую технологию мойки плодов перед консервированием.

Важную роль в молочной, пивоваренной и других отраслях пищевой промышленности играет дезинфекция производственных емкостей – обязательная операция всех технологических процессов. Применение озонированной воды и озона в газовой фазе для дезинфекции производственных емкостей обусловлено высокой дезинфицирующей способностью озона.

Использование озона для водоподготовки и водоочистки признано и разрешено повсеместно. Использование озона для водоподготовки бутилированной воды разрешено в США с 1982 г. В Европе озон для этих целей используется более 20 лет [8].

Таким образом, применение озона в технологии лососевой зернистой икры является актуальным направлением исследований.

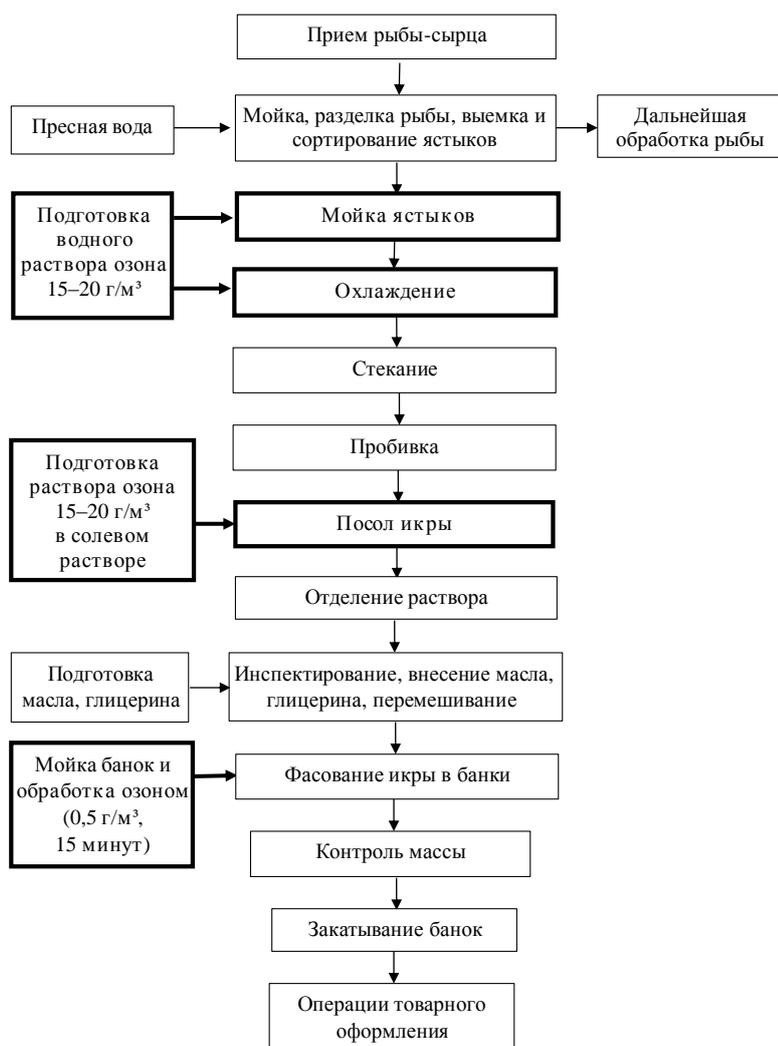
При разработке технологии лососевой зернистой икры озон использовали на таких стадиях ее производства, как мойка ястыков, охлаждение ястыков, посол икры, обработка тары перед фасованием.

При изготовлении зернистой икры ястыки, извлеченные из горбуши-сырца, сортировали по качеству и мыли водным раствором озона температурой 0–5°C в течение 1 минуты, затем охлаждали погружением на 30 минут в водный раствор озона температурой 0°C, после чего давали стечь раствору и пробивали ястыки через грохотку. Полученное зерно икры солили раствором озона в растворе пищевой соли плотностью 1,2 г/см³ температурой 8°C в течение 10 минут с последующим отделением раствора центрифугированием. Массовая доля соли в икре составила 4,5%.

Генерирование озона производили на универсальном озонаторе OZ-3. Концентрацию озона на основных этапах обработки устанавливали 15–20 г/м³, при этом обработку производили с использованием средств индивидуальной защиты в вытяжном шкафу под действием местной вытяжной вентиляции.

После посола зерно икры инспектировали, затем вносили смесь растительного масла и глицерина и перемешивали.

Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением озона приведена на рисунке.



Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением озона

Готовая зернистая икра характеризовалась следующими органолептическими показателями: внешний вид – икринки чистые, целые, однородного цвета; консистенция и состояние – икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, разбористые; вкус и запах – приятные, свойственные соленой икре, без порочащих признаков.

Микробиологические показатели икры до ее фасования в тару приведены в табл. 2.

Таблица 2

Микробиологические показатели икры горбуши зернистой

Наименование показателя	Значение показателя для образцов	
	Контрольный	Экспериментальный
КМАФАнМ, КОЕ/г	$8,47 \cdot 10^3$	$0,16 \cdot 10^3$
Плесени, КОЕ/г	7	1
Дрожжи, КОЕ, г	95	10
БГКП (колиформы), КОЕ/1 г	Не обнаружено	Не обнаружено

Примечание. Значение КМАФАнМ не должно превышать 1×10^4 КОЕ/г, наличие бактерий группы кишечной палочки (КОЕ) не допускается в 1 г продукта; количество плесеней – не более 50 КОЕ/г, дрожжей – не более 300 КОЕ/г [9, 10].

Как видно из табл. 2, у экспериментальных образцов свежеприготовленной икры значения КМАФАнМ, количество плесеней и дрожжей ниже, чем у контрольного, что свидетельствует об антимикробном и фунгицидном действии озона. Бактерии группы кишечных палочек в образцах не обнаружены.

Изготовленную икру фасовали по 150 г в разные виды тары:

- в полимерные банки, которые укупоривали крышками с замковым креплением;
- в пластиковые гибридные банки, изготовленные из полипропилена методом литья под давлением; закатывали на вакуум-закаточной машине алюминиевой крышкой с ключом;
- в металлические банки, которые закатывали на вакуум-закаточной машине.

Тару предварительно мыли водой температурой 65°C, затем обрабатывали озоном (концентрация 0,5 г/м³, экспозиция – 15 минут).

Икру хранили при температуре минус 4 – минус 6°C. В процессе хранения определяли изменения значений КМАФАнМ, плесеней и дрожжей, а также наличие (отсутствие) БГКП. В настоящее время продолжают исследования изменения микробиологических показателей икры, расфасованной в тару разных видов, для установления сроков годности.

Литература

1. *Кизеветтер И.В.* Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
2. *Рубцова Т.Е.* Обоснование и разработка технологии пастеризованной икры лососевых рыб: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003. – 204 с.
3. *Сарафанова Л.А.* Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
4. *Наседкина Е.А., Теплицкая А.М.* Применение нового антисептика для сохранения качества соленой лососевой икры // Рыб. хоз-во. – 1967. – № 2. – С. 51–52.
5. *Балыкова Л.И., Гоконаев М.В., Юрков Ю.А.* Низкотемпературная обработка икры гидробионтов: Монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 140 с.
6. *Маслова Г., Зайцева В., Данилина Л.* Новый способ консервирования икры лососевых // Рыб. хоз-во. – 1999. – № 5. – С. 25–31.
7. *Музыченко А.* Как мы повышаем качество лососевой икры // Рыб. пром-сть. – М., 1958. – Сб. 44. – С. 14–15.
8. Применение озона в технологиях хранения и переработки пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – URL: http://www.melp.ru/bs_01_2.html (дата обращения: 20.01.2022).
9. О безопасности рыбы и рыбной продукции: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016. – 77 с.
10. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – 242 с.

УДК 664.6:593.96

В.Б. Чмыхалова, Ю.А. Агунович

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

ДИНАМИКА ВЛАГОУТДАЧИ КУКУМАРИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В статье представлены результаты работы по подготовке добавки из кукумарии методом сушки для производства шоколада. Показано, что применение ступенчатого метода сушки с перерывами для перераспределения влаги позволит получить достаточно хрупкий продукт, который легко подвергается измельчению.

Ключевые слова: кукумария, сушка, перераспределение влаги, шоколад, влагоотдача.

V.B. Chmykhalova, Yu.A. Agunovich

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

DYNAMICS OF MOISTURE LOSS OF CUCUMARIA IN THE PREPARATION OF ADDITIVE FOR THE PRODUCTION OF CONFECTIONERY

The article presents the results of work on the preparation of an additive from cucumaria by drying for the production of chocolate. It is shown that the use of a stepped drying method with interruptions for the redistribution of moisture will allow to obtain a sufficiently fragile product that is easily crushed.

Key words: cucumaria, drying, moisture redistribution, chocolate, moisture loss.

Биологические ресурсы Мирового океана с древних времен используются человеком в пищевых технологиях благодаря уникальному химическому составу, высокой пищевой и биологической ценности, специфическим органолептическим свойствам объектов промысла. Одним из источников для производства продуктов питания являются морские беспозвоночные.

Группа голотурий рода Кукумария (*Cucumaria*) включает несколько видов. Хорошо известны *Cucumaria japonica*, *C. savelijevae*, *C. diakonovi*, *C. levini*, *C. Frondosa* [1].

Кукумария характеризуется приятным вкусом. Съедобная часть кукумарии в основном представлена оболочкой (кожно-мышечным мешком), массовая доля которой составляет 36–40%. Толщина оболочки – до 0,5 см. Внутренности кукумарии составляют 27%, а полостная жидкость – 38% [1, 2].

Общий химический состав оболочки кукумарии представлен в табл. 1 [1].

Таблица 1

Общий химический состав оболочки кукумарии

Содержание, %				
Вода	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества
84,5–86,2	8,2–11,6	0,6–0,7	0,4–0,9	2,1–3,7

Белки кукумарии характеризуются высоким содержанием коллагена – до 60%. Такая особенность обуславливает необходимость длительной тепловой обработки кукумарии для размягчения

ткани, частичного перевода коллагена в глютин, повышения биологической ценности (усвояемости). В составе коллагена кукумарии довольно низкое содержание оксипролина (около 4% от массы коллагена) и значительное количество гексоз (до 9% от массы коллагена).

Количество незаменимых аминокислот в белках кукумарии не превышает 28% [2]. Аминокислотный состав белков кукумарии представлен в табл. 2.

Таблица 2

Аминокислотный состав белков кукумарии

Аминокислота	Содержание, мг/%		Аминокислота	Содержание, мг/%	
	Гонады и внутренние органы	Кожно-мышечный мешок		Гонады и внутренние органы	Кожно-мышечный мешок
Лизин	5,96	6,11	Глицин	8,07	8,77
Гистидин	0,00	0,00	Валин	5,4	5,47
Аргинин	6,32	4,75	Метионин	0,44	0,79
Аспарагиновая	11,14	8,52	Изолейцин	3,68	4,09
Треонин	1,70	1,15	Лейцин	10,07	10,03
Серин	1,12	0,77	Тирозин	2,81	3,73
Глутаминовая	19,94	21,33	Аланин	12,10	9,69
Пролин	5,63	7,94	–	–	–

В съедобной части кукумарии содержатся все водорастворимые витамины, из жирорастворимых присутствуют витамины А и F [3], микро- и макроэлементы.

В табл. 3 приведено содержание некоторых витаминов в кукумарии.

Таблица 3

Содержание витаминов в кукумарии

Часть тела кукумарии	Витамин А	Витамин Е	Витамин В ₁	Витамин В ₂	Витамин РР
Гонады и внутренние органы	0,068 ± 0,6	3,49 ± 0,075	0,057 ± 0,003	0,025 ± 0,001	0,54 ± 0,08
Кожно-мышечный мешок	0,77 ± 0,07	4,23 ± 0,091	0,069 ± 0,03	0,035 ± 0,007	1,30 ± 0,01

В составе минеральных элементов кукумарии преобладают натрий, калий, магний, железо [1].

В последние десятилетия многие авторы уделяют внимание гидробионтам как сырью для получения обогатительных добавок в различные пищевые продукты, в том числе в кондитерские изделия.

К кондитерским изделиям широкого потребления относится шоколад. Он пользуется популярностью у представителей разных возрастных групп населения. Для шоколада характерно низкое содержание белка, минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон. В то же время в шоколаде высоко содержание углеводов и липидов, и, как следствие, шоколад является продуктом высокой энергетической ценности.

Многие производители шоколада уделяют значительное внимание его обогащению ценными нутриентами. Наиболее распространенными добавками являются орехи, сухофрукты, злаковые хлопья, соль, пряности. В последние годы в реализацию поступает шоколад с добавками гидробионтов. Так, например, ООО «Приморский кондитер» производит шоколад с добавкой из морского ежа, из трепанга. Использование гидробионтов в качестве добавки позволит внести в состав традиционно углеводного продукта белок, в том числе полноценный по аминокислотному составу.

Целью проведенных исследований являлось получение добавки из кукумарии для использования в рецептурном составе шоколада.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- осуществить выбор эффективных режимов сушки кукумарии;
- установить влияние режимных параметров процесса сушки на интенсивность обезвоживания кукумарии.

Объектом исследования в данной работе являлась голотурия рода Кукумария (*Cucumaria*).

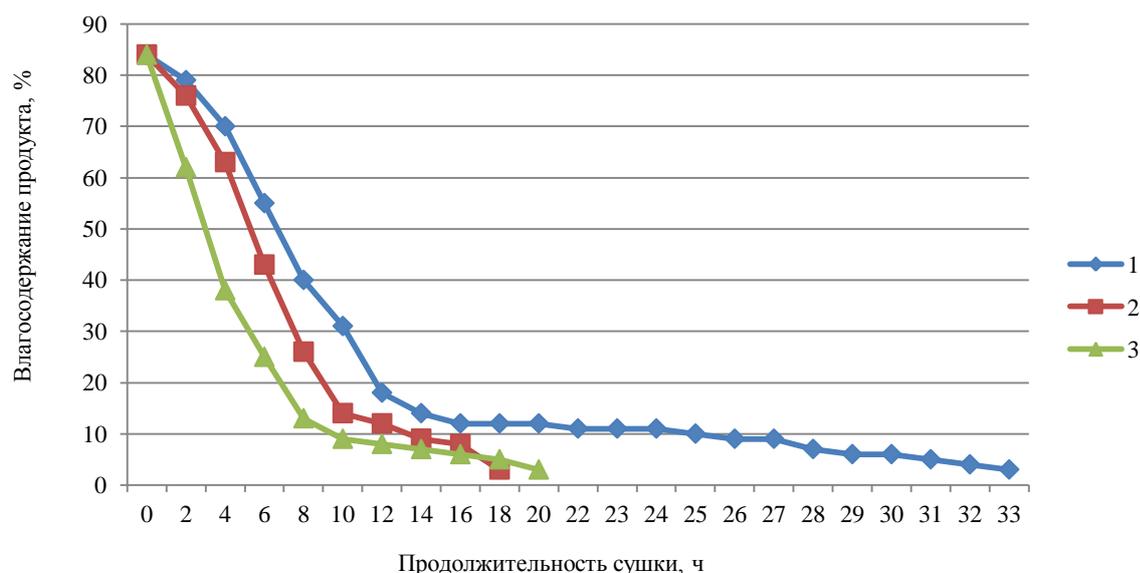
Отбор образцов кукумарии проводили согласно ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний». Исследование химических показателей проводили по ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Осуществляя выбор эффективных режимов обезвоживания, производили сушку кукумарии при различных температурно-временных условиях. Для подготовки образцов мороженую кукумарию размораживали в течение 6–8 часов на воздухе при температуре 20°C, затем шинковали на полоски шириной 8–10 мм и сушили инфракрасным излучением в электросушилке ЭСБИК-1,25/220 «Икар» при относительной влажности воздуха в сушильной камере 40–60%. Сушку заканчивали по достижении содержания воды в образцах 3%, что важно для повышения хрупкости при измельчении.

Были применены следующие режимы сушки:

- при постоянной температуре 25°C (образец 1);
- при постоянной температуре 35°C (образец 2);
- при температуре 65°C с периодическими перерывами (образец 3).

При приготовлении образца 3 через каждые 4 часа сушки делали 2 часа отдыха для перераспределения влаги. Относительная влажность воздуха в период отдыха составляла 60–80%, температура 20–22°C. Изменение содержание воды в тканях кукумарии в процессе сушки показано на рисунке.



Динамика влагоотдачи кукумарии в процессе сушки

Из приведенного графика видно, что наиболее интенсивно потеря воды происходила в первые 8–10 часов сушки. Процесс, производимый при температуре 25°C, длителен, влагосодержания 3% кукумария достигла на 33-м часе сушки. Продукт имел очень плотную твердую поверхность и трудно измельчался. Сушка при 33°C происходила быстрее, но качество полученного продукта оказалось неудовлетворительным. Кукумария имела расслаивающуюся консистенцию, не растиралась в порошок, а разминалась и разделялась на волокна при измельчении. Лучший результат был получен в процессе сушки продукта при температуре 65°C. Особенностью сушки в этом случае являлась необходимость прерывания процесса для перераспределения воды, перемещающейся из внутренних слоев ткани к поверхностным [4, 5]. Продукт имел равномерно распределенную влажность и при механическом воздействии легко растирался в порошок. В результате измельчения получились частицы размером 240 мкм, которые органично вписывались в состав шоколадной массы при составлении рецептурной смеси.

Сушку кукумарии при температуре 65°C можно считать способом, позволяющим, с одной стороны, обеспечить достаточно высокую скорость процесса, с другой – обеспечить качественное

проведение последующего процесса измельчения. Привлекательным для производителя будет тонкость помола добавки, поскольку позволит добиться органичной композиции с остальными компонентами шоколадной массы, обеспечит нежный и мягкий вкус без резких переходов.

Кондитерские изделия нуждаются в коррекции химического состава в направлении увеличения содержания белка, витаминов и минеральных веществ. Этого можно достичь за счет добавления гидробιονтов в состав продукта. Шоколад – одно из самых распространенных и популярных кондитерских изделий, может, как показал опыт ведущих производителей шоколада в России, сочетать в рецептуре традиционное сырье с добавками гидробιονтов. При этом необходимо добиться получения тонкодисперсной массы добавки для органичного сочетания в структуре шоколадной массы.

Проведенные исследования и выбор оптимальных режимов сушки показали, что для получения тонкомолотого порошка кукумарии перспективной является сушка при температуре 65°C с перерывами через каждые 4 часа, в ходе которых происходит выравнивание влаги в материале, и дальнейшая сушка не приводит к чрезмерному подсыханию поверхности. Дисперсность измельченной кукумарии 240 мкм позволяет исключить образование резкого несвойственного вкуса готового продукта.

Литература

1. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: ХК «Новая книга», 2005. – 264 с.
2. *Сафронова Т.М., Дацун В.М., Максимова С.Н.* Сырье и материалы рыбной промышленности: Учебник. – СПб.: Лань, 2013. – 336 с.
3. Витамины кукумарии и их сохранность при тепловой обработке / *Л.Ю. Саватеева, В.И. Теплова, В.К. Черкашин и др.* // Экспресс-информация. – М., 1987. – Вып. 3. – С. 20–22.
4. *Афанасьева А.Е.* Технология производства сушеной кукумарии // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 194–198.
5. *Карлина А.Е.* Безотходная технология пищевых продуктов и биологически активных добавок из кукумарий дальневосточных морей: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Владивосток, 2009. – 24 с.

УДК 664.959.5

В.Б. Чмыхалова, И.В. Шамота

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛЕНОК ГИДРОКОЛЛОИДОВ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СУШЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ КАЛЬМАРА ПРИ ХРАНЕНИИ

В статье представлены результаты работы по использованию пленок гидроколлоидов при производстве сушеной продукции из кальмара. Показано влияние пленок на скорость и интенсивность обезвоживания продукта, снижение потерь массы продукта, интенсивности гидролиза и окисления липидов при хранении.

Ключевые слова: командорский кальмар, тихоокеанский кальмар, сушка, гидроколлоиды, агар, барьерные пленки.

V.B. Chmykhalova, I.V. Shamota

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

THE USE OF HYDROCOLLOID COATING TO STABILIZE DRIED SQUID PRODUCTS DURING STORAGE

The article presents the work results of using the hydrocolloid coating in the production of dried squid products. The effect of coating on the rate and intensity of product dehydration, reduction of weight loss of the product, hydrolysis and oxidation of lipids during storage is shown.

Key words: commander squid, pacific squid, drying, hydrocolloids, agar, barrier coating.

Со второй половины XX в. сушеный кальмар является одним из самых популярных снеков. Его употребляют как самостоятельный продукт, как закуску к алкогольным напиткам и как закуску к основному блюду в составе салатов.

В последнее время ежегодный вылов кальмара составляет около 1,2 млн тонн [1]. Сушка, по сравнению с другими способами консервирования кальмара, традиционно занимает ведущее место. Изначально сушку применяли для сохранения качества кальмара жители стран Юго-Восточной Азии, позже этот способ обработки стал применяться с целью выпуска самостоятельного пищевого продукта. Кальмар богат минералами, витаминами, белок кальмара содержит все незаменимые аминокислоты [1].

Традиционная технология сушеного кальмара включает операции мойки, разделки, обесшкуривания, посола, сушки, обжарки, смешивания с усилителем вкуса, подсушки и упаковки. Температура сушки кальмара 60–65°C, содержание влаги в готовом продукте составляет от 25 до 30%.

Срок годности готового продукта устанавливает предприятие-изготовитель [2]. Традиционный режим хранения при температуре от 2 до минус 2°C и относительной влажности воздуха 60% имеет определенные недостатки. К ним относятся колебания относительной влажности воздуха в камере хранения и, как следствие, изменение влажности продукта. Это приводит к колебаниям массы сушеного кальмара (усушке) и к нестабильности его качественных показателей.

Согласно документу «Нормы естественной убыли рыбы и рыбных продуктов при хранении на складах и базах различных торговых предприятий и предприятий общественного питания», естественная убыль массы рассматриваемой продукции не должна превышать 0,08%

(табл. 1). Причем в процессе хранения более 3 суток убыль ежедневно увеличивается на 0,005–0,006% [3]. При дальнейшем обезвоживании сушеного кальмара в процессе хранения наблюдается повышение жесткости тканей, ухудшается разжевываемость продукта.

Таблица 1

Нормы естественной убыли рыбы и рыбных продуктов при хранении на складах и базах различных торговых предприятий и предприятий общественного питания [3]

Товар	Срок хранения, сут	Нормы естественной убыли, % (круглый год)		
		Первая климатическая зона	Вторая климатическая зона	Третья климатическая зона
Рыба, рыбные товары и нерыбные морепродукты всех наименований солосушеные и вяленые	1	0,03	0,03	0,06
	2	0,04	0,04	0,07
	3	0,05	0,05	0,08
	Свыше 3 до 30 включительно	Нормы увеличиваются за каждые последующие сутки		
		на 0,005	на 0,005	на 0,006

Другими нежелательными процессами при хранении сушеного кальмара являются гидролиз и окисление липидов. Протекание этих процессов наглядно демонстрирует значения кислотного и перекисного чисел жира сушеного кальмара.

Одним из способов защиты продуктов питания от усушки и действия кислорода воздуха является использование пленок гидроколлоидов, состоящих из желирующих биополимеров (альгинатов, агара, желатина).

Целью работы являлось исследование влияния пленок гидроколлоидов на реологические, физические и химические показатели кальмара сушеного при его хранении.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать зависимость динамики влагоотдачи от предварительной обработки поверхности кальмара, направляемого на сушку, раствором агара;
- изучить влияние обработки раствором агара на жесткость тканей, усушку и показатели распада и окисления жира при хранении сушеного кальмара.

Объектами исследования в данной работе являлась сушеная продукция из кальмара командорского *Berryteuthis magister*.

Отбор образцов продукции для исследования проводили согласно ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний», исследование физико-химических показателей проводили по ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [4–6].

Изучая влияние пленок гидроколлоидов на реологические, физические и физико-химические показатели продукции, готовили экспериментальные образцы с нанесением перед сушкой на поверхность кальмара слоя агара и контрольный образец без гидроколлоидного покрытия. Образцы продукции готовили по приведенной ниже технологии.

В качестве сырья использовали филе кальмара мороженое, по качеству соответствующее требованиям ГОСТ Р 51495 «Кальмар мороженный. Технические условия» [7]. Филе кальмара размораживали на воздухе при температуре 18°C в течение 8 ч. Затем филе промывали в воде до полного удаления возможных загрязнений, после чего осуществляли посол. Перед посолом филе кальмара нарежали на одинаковые полоски шириной 0,7 мм.

Для посола использовали 20-процентный тузлук (230 г пищевой соли на 1 дм³ кипяченой воды). Полоски филе кальмара погружали в тузлук на 2,5 минуты, затем оставляли для стекания на 20 минут.

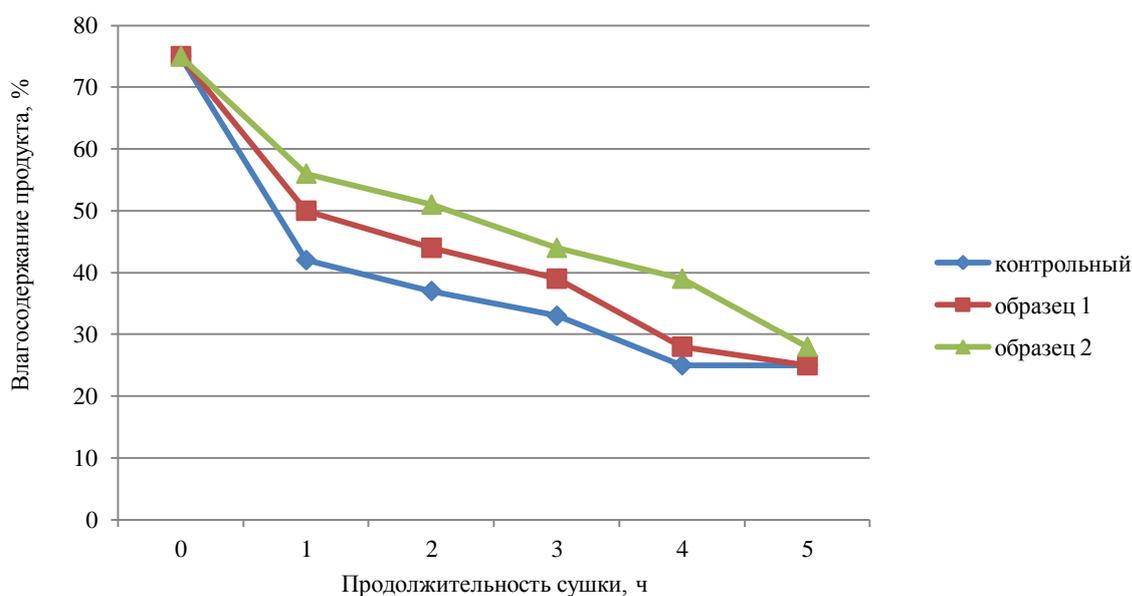
После посола и стекания полоски филе кальмара равномерно раскладывали на решетки, установленные в поддонах сушильного шкафа, и отправляли на сушку (контрольный образец). Для изготовления экспериментальных образцов готовили раствор агара. Для этого 3 г ксерогеля агара замачивали в 135 см³ воды и оставляли для набухания на 2 часа. Затем нагревали массу на водяной бане, постоянно помешивая в течение 10–15 минут до полного растворения крупинки агара. Затем полученный раствор охлаждали до температуры 15°C. Подготовленные полоски

филе кальмара погружали в вязкий раствор агара однократно на 10–15 секунд, после чего выкладывали на пергамент для подсыхания агаровой пленки (образец 1). Образец 2 готовили путем двукратного погружения кальмара в раствор агара, выдерживая между погружениями 30–60 секунд для подсыхания агаровой пленки.

Кальмар сушили в сушильном шкафу при температуре 35°C и скорости движения воздуха 3–5 м/с в течение 5 ч до достижения содержания воды в продукте 25–30%. Каждый час сушки контролировали степень обезвоживания продукта (рисунок).

Первичный контроль качества сушеного кальмара проводили органолептически. Поверхность кальмара должна быть ровная, без трещин и разрывов. Хранили кальмар сушеный при температуре 2–6°C.

Дальнейшие исследования продукта проводили каждые 7 суток при хранении продукта в течение 21 суток.



Динамика влагоотдачи образцов кальмара при сушке

Как видно из приведенных графиков обезвоживания образцов филе кальмара (рисунок), динамика процесса описывается классическими кривыми обезвоживания, включающего два этапа — удаление свободной влаги и удаление связанной влаги. С наиболее высокой скоростью происходит обезвоживание контрольного образца. Агаровое покрытие является барьером, препятствующим быстрому обезвоживанию продукта. В итоге образец, двукратно погруженный в раствор агара, к окончанию процесса обезвоживания имел большую влажность по сравнению с контрольным образцом и образцом, обработанным агаром однократно. Таким образом, можно говорить о снижении скорости сушки и степени обезвоживания при использовании барьерных пленок гидроколлоидов. Причем степень обезвоживания и количество удаленной влаги за фиксированный по времени процесс сушки напрямую зависят от слоя агара на поверхности образца.

Рассматривая влияние обработки агаром на показатели качества кальмара сушеного при его хранении, осуществляли контроль изменения массы продукта, величины кислотного и перекисного чисел жира на 7-, 14- и 21-е сутки хранения. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Динамика изменения показателей качества кальмара сушеного, обработанного раствором гидроколлоида (агара), при хранении

Наименование показателя	Значение показателя при хранении, сут											
	0			7			14			21		
	Контр.	1	2	Контр.	1	2	Контр.	1	2	Контр.	1	2
Усушка, %	0	0	0	0,1	0,01	0	0,8	0,05	0,01	1,2	0,9	0,08
Кислотное число жира, мг КОН/г	4	4	4	6	4,5	4	6,9	5	4,3	8,2	6,4	5,1
Перекисное число жира, % J ₂	0	0	0	0,03	0	0	0,07	0,04	0,01	0,1	0,09	0,05

Из табл. 2 видно, что обработка поверхности продукта раствором гидроколлоида и создание пленки большей толщины на поверхности продукта влияют на величину усушки при хранении, наименьшая усушка наблюдается у образца 2, который имел покрытие агара на поверхности большей толщины. Защитные функции пленок проявляются и в процессах распада и окисления жира. Наиболее благоприятные показатели были отмечены у образца 2.

В настоящее время единственным распространенным способом защиты сушеной продукции от неблагоприятного действия окружающей среды является применение полимерных пленок для упаковки продукции.

Авторами было предложено использование агара для создания барьерной пленки на поверхности продукта, что не изменит длительность процесса высушивания продукта, но обеспечит защиту от контакта с кислородом воздуха при хранении, предупредит процессы распада и окисления липидов и обогатит продукт балластными полисахаридами.

Литература

1. *Несис К.Н.* Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. – М.: Наука, 1985. – 285 с.
2. Кальмар сушеный. Технические условия: ГОСТ 32002–2012. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
3. Об утверждении норм естественной убыли продовольственных товаров в сфере торговли и общественного питания: Приказ Минпромторга России от 01.03.2013 г. № 252 (Зарегистрировано в Минюсте России 05.04.2013 г. № 27999).
4. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
5. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636–85. – М.: Стандартинформ, 2010. – 124 с.
6. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 31339–2006. – М.: Стандартинформ, 2007. – 14 с.
7. Кальмар мороженный. Технические условия: ГОСТ Р 51495–99. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

220072, г. Минск, Республика Беларусь, ул. Академическая, д. 27

Тел.: +375 (17) 304-15-93

E-mail: zoology@biobel.by

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@vniro.ru

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6

Тел.: (415-2) 42-34-57; факс: (415-2) 41-24-64

E-mail: korostelevs@mail.ru

Магаданский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10

Тел.: 8 (4132) 60-71-86; факс: 8 (4132) 60-74-19

E-mail: magadanni@magadanni.ru

Отдел Северный Полярного филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17

Тел.: +7 (8182) 63-38-33

E-mail: sevpinro@pinro.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: pinro@vniro.ru

Сахалинский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Тел.: (4242) 45-67-79

E-mail: sakhniro@vniro.ru

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@vniro.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

Тел.: +7 (499) 264-93-87; факс: +7(499) 264-91-87

E-mail: vniro@vniro.ru

ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук»

677000, г. Якутск, проспект Ленина, д. 41

Тел.: (4112) 33-68-90

E-mail: bio@ibpc.ysn.ru

ФГБУН «Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук»

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 18

Тел.: (4132) 63-44-63

E-mail: office@ibpn.ru

ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук»

690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, д. 17

Тел. (423) 231-09-05

E-mail: nscmb@mail.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41

Тел.: (863) 250-98-29; факс (863) 266-56-77

E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Хабаровский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, дом 13а

Тел.: 8 (4212) 31-54-47

E-mail: khvniro@vniro.ru

Образовательные организации

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

677007, Республика Саха /Якутия/, г. Якутск, Шоссе Сергеляхское, 3 км, д. 3

Тел.: (4112)507-971

E-mail: info@agatu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52б

Тел.: (423) 244-03-73; факс: (423) 244-24-32

E-mail: festfu@mail.ru, dalrybvtyz@mail.ru

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

690922, Приморский край, о. Русский, п. Аякс 10, 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 «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 «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

Тел.: +7 (495) 939-10-00

E-mail: info@rector.msu.ru

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»

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

Тел.: +7 (8152) 40-32-01

E-mail: office@mstu.edu.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

Другие организации

АО «Колхоз имени Бекерева»

683031, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Топоркова, д. 9/8, офис Б

Тел.: +7 (4152) 41-08-05

E-mail: ptr@bekerev.ru

ГОБВУ «Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных»

183053, г. Мурманск, ул. Шабалина, д. 45

Тел.: +7 (8152) 57-01-68

E-mail: mosbbg@mail.ru

КГУП «Камчатский водоканал»

683009, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского, д. 3/1

Тел.: (4152) 21-86-10; факс.: (4152)21-86-29

E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

Филиал № 2 Федерального государственного казенного учреждения «1477 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации

683015, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Аммональная Падь, д. 1

Тел.: +7 (4152) 244-783

E-mail: vmkg6@mail.ru

Ответственный за выпуск Т.А. Клочкова

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

*Материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(29–30 марта 2022 г.)*

В авторской редакции
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 02.09.2022 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 27,05. Уч.-изд. л. 27,99. Усл. печ. л. 30,45
Тираж 200 экз. Заказ № 6

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

